مجلس الوزراء
مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار

اتجاهات إفريقية

(١) الطاقة المتجددة

مايو

2023

اتجاهات إفريقية

(١) الطاقة المتجددة

تقرير سنوي يصدر عن مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار - برئاسة مجلس الوزراء، بهدف مناقشة أبرز الاتجاهات في القارة الإفريقية في مختلف المجالات التنموية.

رئيس المركز

السيد / أسامة الجوهري

مساعد رئيس مجلس الوزراء

رئيس مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار

رئيس التحرير

د. أماني الطويل

خبير الشؤون الإفريقية ومستشار مركز الأهرام للدراسات السياسية والاستراتيجية

فريق الإعداد

د. أحمد قنديل — د. إجناتيوس براسا — د. أوجونا بنرد

د. جواد كراز — م. رعد الجبوري — م. سارة إبراهيم

د. محمد جلال عبد القوي — د. محمد عبد الظاهر

المنسق الأكاديمي

د. خديجة عرفة — رئيس محور التواصل المجتمعي

د. إسراء أحمد إسماعيل — مدير الإدارة العامة للقضايا الاستراتيجية

التصميم الجرافيكي

م. أيمن الشريف — أ. أسماء صلاح

المراجعة: الإدارة العامة للجودة

د. نرمين توفيق — أ. أيمن سيد

المحتويات

كلمة المركز	١
١. حالة الطاقة في إفريقيا	٣
٢. تجمعات الطاقة الكهربائية في إفريقيا	٧
٣. مصادر الطاقة المتجددة في إفريقيا وأنواعها	٩
٤. اتجاهات السياسات الإفريقية إزاء الطاقة المتجددة	١٤
٥. الدول الرائدة في استخدام الطاقة المتجددة	١٦
– الطاقة المتجددة في مصـــر	١٦
– الطاقة المتجددة في المغـــرب	٣٣
– الطاقة المتجددة في كينيـــا	٥٠
– الطاقة المتجددة في جنوب إفريقيا	٦٤
٦. الطاقة المتجددة في الأقاليم الإفريقية	٧٢
– الطاقة المتجددة في دول شرق إفريقيا	٧٢
– الطاقة المتجددة في دول شمال إفريقيا	٩٤
– الطاقة المتجددة في دول وسط إفريقيا	١٠٨
– الطاقة المتجددة في دول غرب إفريقيا	١١٧
– الطاقة المتجددة في دول الجنوب الإفريقي	١٢١
نحو دعم سياسيات الطاقة المتجددة في إفريقيا	١٤٣

كلمــة المركــز

منـذ مطلـع الألفيـة الجديـدة تتشـابك المصالـح الإفريقيـة لحـد يصعـب فصلهـا عـن بعضهـا البعـض، وأصبحـت الحاجـة ملحـة للانتبـاه لسـبل دمـج هـذه المصالـح والتنسـيق فيمـا بينهـا، وذلـك للتعامـل الفعـال مـع الاتجاهـات الدوليـة الراهنـة فـي اسـتغلال القـارة الإفريقيـة علـى نحـو أصبحـت فيـه هـذه السياسـات الدوليـة مهـددة علـى نحـو مـا للأمـن الإقليمـي الإفريقـي.

الاحتياجـات الاسـتراتيجية الإفريقيـة والتعـاون البينـي الإفريقـي أصبـح حاليًّـا يواجـه بيئـة متغيـرة ربمـا أهـم ملامحهـا مـا يرتبـط بالصـراع الدولـي علـى إفريقيـا. وكذلـك بـروز مهـددات أمنيـة حقيقيـة مرتبطـة بظاهـرة الإرهـاب المنعكسـة بطبيعتهـا علـى حالـة الدولـة الوطنيـة فـي إفريقيـا ومـدى قدرتهـا علـى لعـب وظائفهـا المعروفـة مـن صيانـة للتـراب والأمـن الوطنـي.

وفـى ظـل الواقـع الإفريقـي الراهـن تبـرز أهميـة خلـق حالـة معرفيـة دقيقـة بالأوضـاع الإفريقيـة ومواكبـة إجمالـي المتغيـرات الجديـدة فـي إفريقيـا بالملاحظـة والـدرس بمـا يخلـق قاعـدة معلوماتيـة متعـددة الاتجاهـات توفـر لصانـع القـرار الإفريقـي المعلومـات الدقيقـة، كمـا توفـر تفاعـلا فـي المجـالات الإنسـانية والثقافيـة بمـا يشـكل الرافعـة الصحيحـة لـكل أنـواع التعـاون الإقليمـي بكافـة أنواعـه الاسـتراتيجية منهـا والتنمويـة، وهـى العمليـة التـي تسـعى فـي مراميهـا النهائيـة إلـى تحقيـق مصالـح التنميـة الإفريقيـة المشـتركة.

وفـى ضـوء ارتفـاع الطلـب علـى المعرفـة بالشـؤون الإفريقيـة مـن جانـب النخـب السياسـية والأكاديميـة المصريـة والعربيـة بـدا لمركـز المعلومـات ودعـم اتخـاذ القـرار التابـع لمجلـس الـوزراء المصـري أن الوقـت بات مناسـبًا لينضـم إلـى سلسـلة إصـدارات المركـز تقريـر «اتجاهـات إفريقيـة» حـول التوجهـات الاسـتراتيجية العالميـة إزاء إفريقيـا وتأثيرهـا علـى المصالـح المصريـة الاسـتراتيجية والتحالفـات الإقليميـة الإفريقيـة، والأوضـاع الداخليـة فـي دول التخـوم الإفريقيـة للعالـم العربـي مثـل شـرق إفريقيـا ومجمـل دول القـرن الإفريقـي وحـوض النيـل والسـاحل والصحـراء.

وفـى هـذا السـياق يسـعى هـذا الإصـدار إلـى خلـق قاعـدة معلوماتيـة مـن جانـب الأفارقـة أنفسـهم، وطبقـا لرؤيتهـم حـول تطـورات الأوضـاع السياسـية والأمنيـة والاقتصاديـة فـي إفريقيـا، وربمـا الأهـم فـرص التعـاون المشـترك بيـن الـدول الإفريقيـة طبقًـا لـرؤى إفريقيـة خالصـة، وتحقيقـا لمصالـح إفريقيـة فـي المقـام الأول، وذلـك لتمكيـن صانعـي القـرار مـن الخلفيـات التفصيليـة للقضايـا والتحديـات الإفريقيـة المطروحـة وكيفيـة التعاطـي معهـا بمـا يحقـق مصالـح شـعوبنا الإفريقيـة.

ويهدف مركز المعلومات ودعم اتخاذ القرار أن يسهم التقرير في جذب الانتباه للقضايا التنموية وقضايا التعاون الإقليمي وهي المداخل التي تعد مناسبة لمواجهة التحديات، خصوصًا التحديات الأمنية المرتبطة بالإرهاب، وذلك عبر سياسات تنموية شاملة.

وقد تم اختيار موضوع العدد الأول من التقرير ليكون **قضية الطاقة المتجددة في إفريقيا**؛ وذلك نظرًا للدور المركزي الذي يلعبه توافر الطاقة في عمليات التقدم والتنمية المستدامة، وربما الأهم هو ما قد يلعبه الاعتماد على الطاقة المتجددة في إفريقيا من دور في الحد من الاحتباس الحراري الناتج عن تغير المناخ، خصوصًا وأن مصر قد استضافت المؤتمر العالمي لتغير المناخ (COP27)في نوفمبر ٢٠٢٢.

وإذا عرفنا أن الاستهلاك الإفريقي من الطاقة لا يتجاوز ٤٪ من حجم الطاقة المستخدمة في العالم، كما أن الاستثمارات الحكومية الإفريقية في قطاع الطاقة لا تتجاوز ١٪ من الناتج المحلي الإجمالي. نكتشف عمق أزمة الطاقة في إفريقيا، وكيف أنها تشكل تحديًا حقيقيًّا أمام التنمية المستدامة، وكذلك تحقيق مستوى حياة إنساني للشعوب الإفريقية.

وطبقًا للمعطيات السابقة فقد كان المنهج الذي قام عليه هذا التقرير هو أمرين **الأول**: رصد حالة الطاقة المتجددة في إفريقيا بمنظور جهوي أو مناطقي بما يجعلنا نتعرف على حالة التعاون الإقليمي في مجالات الطاقة المتجددة.

أما **الأمر الثاني**: الذي تناوله تقرير الطاقة الإفريقي فهو تقديم دراسات مستقلة عن قصص النجاح الإفريقي في توظيف الطاقة المتجددة في دعم الاقتصادات المحلية، ونتحدث هنا على وجه التحديد عن المغرب وكينيا ومصر وجنوب إفريقيا.

١. حالة الطاقة في إفريقيا

توصف الطاقة في التيار العام للأدبيات العالمية بأنها عنوان العصر وآلية التقدم، ورغم هذا الإقرار بأهمية الطاقة، فإن ما يقرب من نصف سكان إفريقيا والمقدرون بنحو ٦٠٠ مليون نسمة تقريبًا لا يحصلون في الوقت الحالي على الكهرباء، والذين يحصلون عليها يدفعون في المتوسط نحو ضعف ما يدفعه المستهلكون في الأماكن الأخرى من العالم؛ حيث لا يتجاوز الاستهلاك الإفريقي من الطاقة ٤٪ من حجم الطاقة المستخدمة في العالم، كما أن الاستثمارات الحكومية الإفريقية في قطاع الطاقة لا تتجاوز ١٪ من الناتج المحلي الإجمالي.

ولعل هذه الأرقام هي ما تفسر أن كلًا من الخشب والفحم النباتي هما مصدرا الطاقة الرئيسان في إفريقيا، بما يعني انعكاسات سلبية هائلة على البيئة، ومساهمة في الاحتباس الحراري على نحو يقدر بـ ٥٪ من المساهمات العالمية.

وبطبيعة الحال فإنه مع التزايد السكاني المتوقع للأفارقة في ٢٠٥٠ والمقدر بمليار نسمة، فإن حجم الطلب على الكهرباء سوف يزداد بنحو ٣٪ سنويًا، وعلى الرغم من ذلك، فإن عددًا كبيرًا من الدول الإفريقية عاجزة عن توفير الكهرباء للسكان، وربما لهذا السبب أطلق بنك التنمية الإفريقي عام ٢٠١٦ مبادرة «إضاءة إفريقيا»، وهو الأمر الذي يتطلب إنفاقًا استثماريًا يتراوح بين ٢-٣٪ من حجم الناتج المحلي لكل دولة إفريقية، وقد لا يكون تحقيق هذا الهدف ممكنًا دون الاعتماد على الطاقة المتجددة التي تملك منها إفريقيا مصادر متعددة، حيث يعد رفع الإدراك الإفريقي بها والحث على الاستثمار فيها من أهم أهداف إعداد هذا التقرير.

❖ حالة الطاقة الكهربائية في إفريقيا

لو نظرنا إلى الاستهلاك الكلي للكهرباء في إفريقيا، فيما عدا مصر، على أساس إجمالي، سنجد أنه في عام ٢٠١٩ على سبيل المثال (أي ما قبل جائحة كوفيد-١٩)، لم تولد إفريقيا سوى (٨٠٤) تيراوات / ساعة من صافي الكهرباء خلال العام، أي بحدود (٩٢) جيجاوات / ساعة، وهو رقم متدنٍ، حيث إن استهلاك مصر وحدها يمكن أن يزيد على ثلث هذا الرقم.

أما لو حسبنا استهلاك الكهرباء على أساس الفرد، فسيكون منخفضًا جدًا أيضًا، حيث يبلغ عدد سكان إفريقيا تقريبا ١,٣ مليار نسمة، مما يعني أن متوسط صافي توليد الكهرباء بنحو ٦٢٠ كيلووات/ ساعة للفرد الواحد سنويًا. ولكي نتخيل ماذا يعني ذلك على أرض الواقع، فإنه يعادل استهلاك مصباح عادي (لمبة) واحد بقدرة سبعين وات فقط، تبقى مفتوحة لمدة عام كامل.

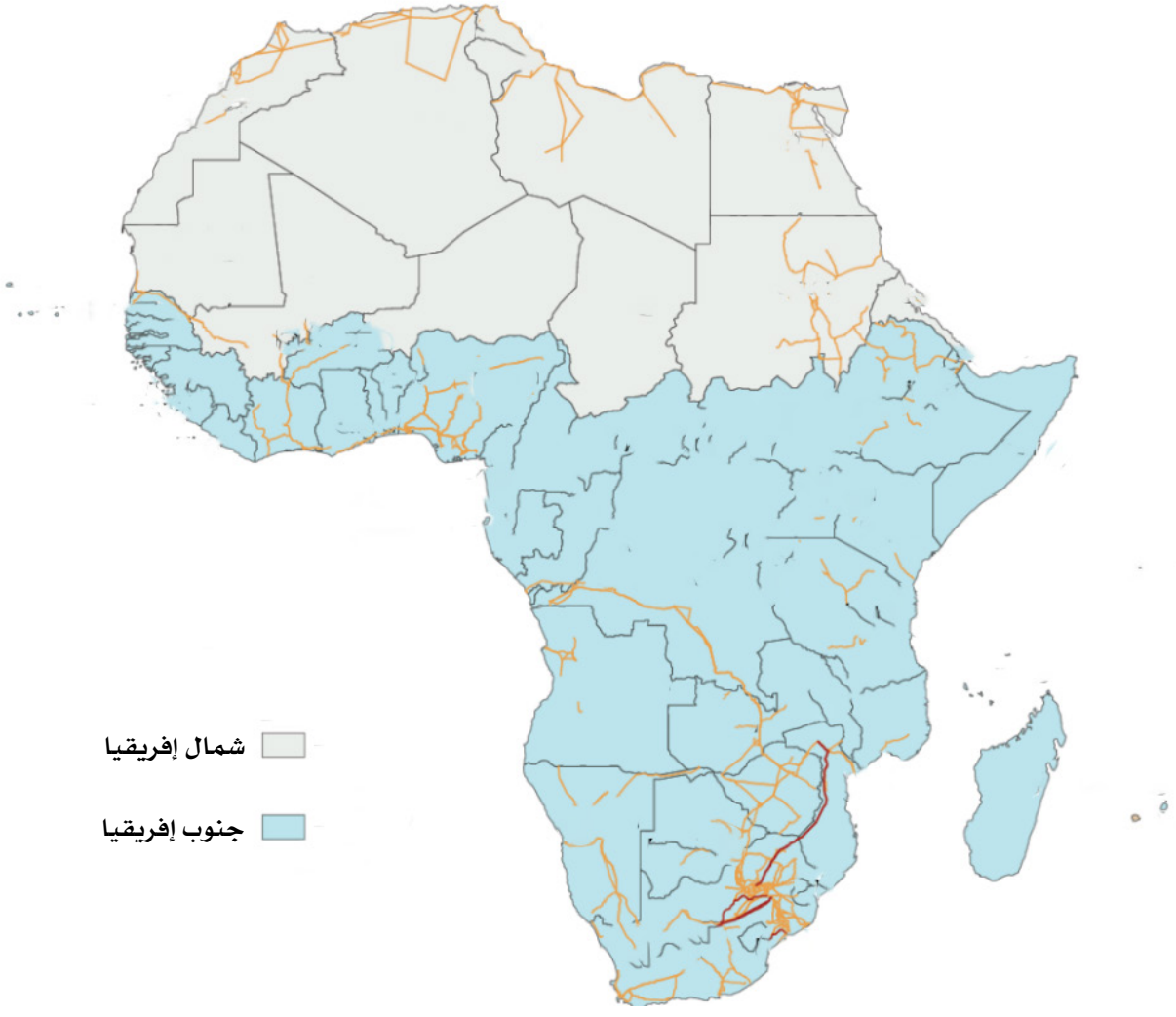
وطبقا للمؤشرات العالمية، فإن لدى إفريقيا إمكانات نمو سكاني هائلة، حيث من المتوقع أن يبلغ عدد سكان إفريقيا ٢,٤ مليار نسمة بحلول عام ٢٠٥٠، وفي الوقت نفسه فإن هذه الزيادة (التي تقارب الضعف) ستضيف تحديات كبيرة على الواقع التنموي على الأرض خلال أقل من ثلاثة عقود.

ولأغراض فهم وفرة مصادر الطاقة الأحفورية، يمكن أن نقسم سوق مصادر الطاقة في القارة الإفريقية إلى منطقتين اقتصاديتين متميزتين، هما: الشمال الإفريقي، والجنوب الإفريقي (انظر شكل ١)، حيث تقع معظم قدرة توليد الغاز الطبيعي في شمال القارة (انظر الجدول رقم ١).

وتقع معظم قدرة القارة على توليد الكهرباء من الفحم في جنوب القارة. وللأسف تخلق الصحراء

الكبرى حاجزًا أمام شحن الوقود ونقل الكهرباء في القارة. ولا يمكن نقل إمدادات الوقود بسهولة عبر القارة بسبب القيود المفروضة على البنية التحتية، كذلك لا يمكن نقل الكهرباء بسهولة بسبب عدم وجود ترابط بين المنطقتين.

شكل (١) خريطة لتقسيم قارة إفريقيا إلى شمال إفريقي وجنوب إفريقي



Source: EIA, International Energy Outlook 2020, World Bank Electricity Transmission and Distribution data set

جدول (١) طاقة توليد تعمل بالفحم والغاز الطبيعي (جيجاوات) للعام ٢٠١٩

المنطقة	الفحم	الغاز الطبيعي
الشمال الإفريقي	٤,٢	٧٣,٥
الجنوب الإفريقي	٤٣,٣	١٧,٨

Source: Off-Grid Electricity Development in Africa: Uncertainties and Potential Implications for Electric Power Markets: Issues in Focus from the International Energy Outlook 2020. Accessed: https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/IEO2020_IIF_Africa.pdf

عند نظرنا إلى هاتين المنطقتين من ناحية التركيبة السكانية المختلفة والتوزيع السكاني سنجد أن معظم سكان الشمال الإفريقي يقطن في منطقة عالية الكثافة نسبيا بالقرب من الساحل أو حول مصادر المياه، أما الكثافات السكانية في الجنوب الإفريقي فهي أقل من ذلك بكثير. ويمكن رصد أنه من بين البلدان الـ ١٢ في الشمال الإفريقي، هناك ٥ بلدان (مصر، الجزائر، ليبيا، المغرب، وتونس) يعيش ٥٦٪ منهم في المناطق الحضرية، مقارنة بنسبة ٣١٪ للبلدان المتبقية في الشمال الإفريقي. كما أن هذه البلدان لديها منظومة اتصالات متقدمة، والبنية التحتية الأكثر تطورا لنقل وتوزيع الكهرباء في إفريقيا، مع وصلات إلى الشرق الأوسط وأوروبا. بينما أكثر من ٦٠٪ من سكان الجنوب الإفريقي يعيشون في المناطق الريفية، لذا، فإن تطوير نظم النقل والتوزيع التقليدية للكهرباء غالبا ما يكون أكثر تكلفة، لو حسبت على أساس الفرد.

وطبقا لذلك فإن شبكات نقل الكهرباء في إفريقيا، مقسمة بين نظام ساحلي إلى حد كبير في الشمال الإفريقي على طول البحر المتوسط، ونظام يبلغ طوله القارة تقريبًا، يربط بين تجمعات الطاقة بالبلدان المتاخمة للمحيط الأطلسي بالطرف الجنوبي من إفريقيا.

في الواقع لا توجد إحصائيات وبيانات تفصيلية عن نسبة الوصول إلى الكهرباء خارج الشبكة القومية للدولة أو داخل هذه الشبكة، لكن في دراسة للبنك الدولي حول إدارة الطاقة يظهر أن ٣٪ من الوصول للكهرباء في المناطق الحضرية، يأتي من خارج الشبكة (أي من منظومات توليد خاصة، ومنظومات طاقة متجددة، كالطاقة الشمسية وسواها). ويعود ذلك بشكل واضح إلى تفضيل المستهلك استخدام الشبكة المركزية لأسباب تتعلق بسهولة الوصول إليها من خلال شبكة التوزيع، وقلة الاستثمارات المطلوبة لذلك. بينما يعتمد ٤٩٪ من الوصول للكهرباء في المناطق الريفية على منظومات وتطبيقات خارج الشبكة مثل نظم الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، والشبكات الصغيرة، ومولدات الديزل، حيث إن كلفتها أقل من كلفة إيصال شبكات التوزيع والنقل المركزية إلى المناطق النائية.

ومنذ عام ٢٠١٧، أصبح أكثر من ٧٩٪ من السكان في الشمال الإفريقي يحصلون على الكهرباء من المنظومات المركزية، وفي الوقت ذاته فإن ٤٨٪ فقط من سكان الجنوب الإفريقي لديهم إمكانية الوصول للكهرباء. ونتيجة لذلك، فإن استهلاك الكهرباء للفرد في الجنوب الإفريقي أقل، حيث يبلغ ٣٥٠ كيلووات/ ساعة للفرد الواحد سنويًا، وهو ما يمثل ثلث المعدل في الشمال الإفريقي (١٠٠٠ كيلووات/ ساعة للشخص الواحد سنويًا) وعُشر المتوسط العالمي لاستهلاك الكهرباء للفرد الواحد (٣٢٠٠ كيلووات/ ساعة للفرد الواحد سنويًا).

ويمكن تلخيص موضوع الوصول للكهرباء خارج أو داخل الشبكة من الناحية الاقتصادية بالقول: إن سبب انخفاض تكاليف الطاقة المولدة داخل الشبكات القومية للدول هو أن الطاقة تنتج فيها بكميات كبيرة، رغم ارتفاع كلفة الاستثمار، وكذلك كلفة إيصال الطاقة إلى المستهلك، بالنظر إلى التباعد الجغرافي بين المستهلك ومنظومة توليد الطاقة. وذلك في مقابل التكلفة الأعلى نسبيًا للطاقة المولدة من وحدات توليد لا مركزية، رغم ما يوفره التقارب الجغرافي بين منظومة التوليد والمستهلك من انخفاض في كلفة إيصال الطاقة.

من ذلك كله نستنتج أن الخيارات المتاحة هي في الواقع عبارة عن مقايضات في التكاليف بين ما يتطلبه توسيع الشبكة، ووجوب الاستثمار في

شبكة النقل (مثل تكاليف خطوط الجهد العالي أو المتوسط والمحولات والاتصالات المنزلية). ومقارنته بما يتطلبه إنشاء شبكة صغيرة (Mini Grid) أو مصغرة (Micro Grid) تتكلف نفقات رأسمالية أقل، بما في ذلك أنظمة توزيع أقل تكلفة، ووصلات بمولدات كهربائية موزعة، وأنظمة تحكم.

وبالنسبة لنظام أقل كثافة في استخدام الطاقة في منطقة قليلة الكثافة السكانية يمكن أن تصل تكاليف توسيع شبكة النقل المركزية إلى ضعف تكلفة نظام الشبكة الصغيرة. ولكن بالمقابل، يمكن أن تقل تكاليف الوصول للشبكة بنسبة الثلث عن تكاليف نظام الشبكة الصغرى، وذلك طبقا لمتغيرين، هما: كثافة توليد الطاقة، والتوزيع السكاني ومدى قربه من الشبكة.

- تركيز الطلب على الكهرباء:

لو نظرنا إلى خيارات المفاضلة التي تدعم إضافة الخدمة الكهربائية، (عندما نستبعد مؤقتًا التكلفة الرأسمالية الأولية)، فإن تركيز الطلب على الطاقة الكهربائية سيكون هو العامل الأهم عند الاختيار. فضلًا عن التأثُّر باستهلاك الكهرباء (أي مجموع الطاقة المستهلكة) لكل من الأنشطة الشخصية والتجارية، والتي تخضع لتقييم الأثر البيئي في هذا التحليل.

- بالنسبة للاستهلاك الشخصي، فإن المقياس هو عدد سكان المنطقة، وتتصل الكثافة بمستوى الخدمة المتوقع.
- أما بالنسبة للأنشطة التجارية، فإن المقياس هو مقدار النشاط الاقتصادي، وتتصل الكثافة بتكوين تلك الأنشطة.

أ. الكثافة السكانية: يستلزم توسيع نطاق الوصول إلى الشبكة ضخ استثمارات كبيرة في البنية التحتية لنقل وتوزيع الكهرباء، خاصة إذا كان الهدف هو ربط المناطق النائية بالشبكة المركزية.

وعلى ذلك، فإن انخفاض الكثافة السكانية وانخفاض الطلب على الطاقة في المقابل يدعمان خيارات الاعتماد على شبكات موازية للشبكة القومية خارج الشبكة، مثل المولدات المستقلة أو الشبكات الصغيرة، بسبب انخفاض الاحتياج للاستثمار في النقل والتوزيع.

ومن ناحية أخرى، فإن ارتفاع الكثافة السكانية ومستوى الطلب يرجحان خيار الاتصال بالشبكة القومية لأن المستويات المرتفعة المرتبطة بالطلب على الكهرباء تعني قدرة أكبر على استرداد تكاليف النقل.

ب. مستوى الخدمة في القطاع السكني: يرتبط الطلب على الكهرباء بمدى استهلاك السكان للطاقة الكهربائية. فعلى سبيل المثال، حدد البنك الدولي خمسة مستويات للطلب لغرض استخدامها كتصنيف لكثافة استهلاك الكهرباء، ودرجات هذه المستويات هي: منخفضة جدًا، منخفضة، متوسطة، مرتفعة، مرتفعة جدًا.

٢. تجمعات الطاقة الكهربائية في إفريقيا

بات معلوماً أنه توجد هناك شبكة ربط كهربائي في البلدان العربية بشمال إفريقيا وهي شبكة الربط الكهربائي المغاربي، وهي جزء من منظومة شبكات الربط الكهربائي العربي، حيث يتم الربط عن طريق مصر، التي يمكن بموقعها الجيوسياسي المتميز أن تكون نقطة الربط المناسبة والأكثر جدوى بين أكثر من شبكة في إفريقيا، بل مع منظومات ربط أخرى في أكثر من قارة.

أما معظم باقي الدول الإفريقية فهي ضمن خمس شبكات أخرى تقع في القارة (الشكل رقم ٢) وهي:

١. التجمع الطاقي لشمال إفريقيا (المغاربي) «North African Power Pool (NAPP)» ويشمل البلدان التالية: ليبيا، تونس، الجزائر، المغرب، موريتانيا. وفي بعض المصادر تعتبر موريتانيا جزءًا من التجمع الطاقي لغرب إفريقيا، وجدير بالذكر أنه يُطلق عليها أيضا اسم Maghreb Electricity Committee (COMELEC).

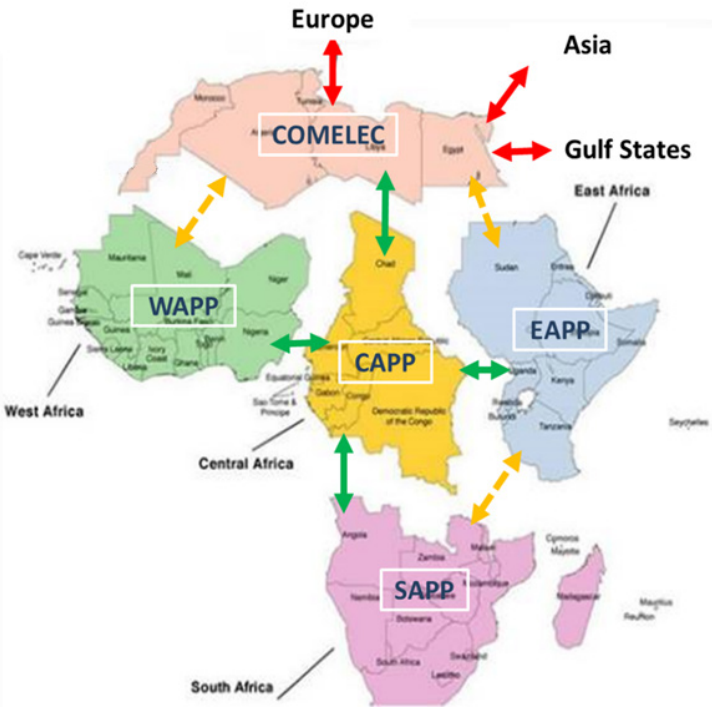
٢. التجمع الطاقي لشرق إفريقيا «East African Power Pool (EAPP)»، ويشمل البلدان التالية: مصر، السودان، جنوب السودان، جيبوتي، إثيوبيا، كينيا، أوغندا، رواندا، بوروندي.

٣. التجمع الطاقي لجنوب إفريقيا «South African Power Pool (SAPP)»، ويشمل البلدان التالية: ملاوي، موزمبيق، زامبيا، أنجولا، زيمبابوي، بتسوانا، ناميبيا، إيسواتيني، ليسوتو، جنوب إفريقيا. وهناك دولتان في وسط المنطقتين يمكن اعتبارهما ضمن أي من التجمعين، أو كحلقتي وصل بين التجمع الجنوبي والتجمع الشرقي، وهاتان الدولتان هما: تنزانيا، وجمهورية الكونغو (الديموقراطية).

٤. التجمع الطاقي لغرب إفريقيا «West African Power Pool (WAPP)»، ويشمل البلدان التالية: بوركينا فاسو، ساحل العاج، جامبيا، غانا، غينيا بيساو، ليبيريا، مالي، النيجر، نيجيريا، السنغال، سيراليون، توجو، وبنين.

٥. التجمع الطاقي لوسط إفريقيا «Central African Power Pool (CAPP)»، ويشمل البلدان التالية: أنجولا، بوروندي، الكاميرون، جمهورية الكونغو، إفريقيا الوسطى، تشاد، الكونغو الديمقراطية، الجابون، غينيا الإستوائية.

شكل (٢) التجمعات الطاقية الخمسة في قارة إفريقيا



Source: World Bank, Multi-Tier Framework for Energy, 2018, World Bank referenced in 2019 Tracking SDG7, 2019

ولو حاولنا أن نفهم أهم المؤشرات التنظيمية للطاقة المستدامة حسب البنك الدولي، سنجد أنها تستند على أربع ركائز أساسية ومؤشرات خاصة بكل واحدة من هذه الركائز (جدول رقم ٢)، وهي:

- الوصول للكهرباء.
- الطبخ النظيف.
- الطاقة المتجددة.
- كفاءة الطاقة.

جدول (٢) الركائز الأساسية للاستدامة والمؤشرات المصاحبة لها

الركيزة	المؤشرات
الوصول للكهرباء	- خطة الكهرباء - إطار عمل شبكات الكهرباء (Grid electrification framework) - إطار عمل للأنظمة القائمة بذاتها(framework for standalone systems) - شفافية ومراقبة المؤسسات (Utility transparency and monitoring) - نطاق خطة الكهرباء - إطار عمل للشبكات الصغيرة (Framework for mini grids) - قدرة المستهلك على تحمل التكاليف - الجدارة الائتمانية (Utility creditworthiness)
الطبخ النظيف	- التخطيط - نطاق التخطيط - المعايير (Standards and labeling) - حوافز لحلول الطبخ النظيف
الطاقة المتجددة	- إطار تشريعي للطاقة المتجددة - حوافز ودعم تنظيمي للطاقة المتجددة - التخطيط للتوسُّع في الطاقة المتجددة - countrparty risk - شبكات للاتصال والاستخدام - تسعير الكربون ومراقبته - حوافز مالية وتنظيمية
كفاءة الطاقة	- التخطيط لكفاءة الطاقة على المستوى الوطني - حوافز للقطاع العام - حد أدنى من معايير/ مؤشرات الأداء في مجال الطاقة - قطاع النقل - كيانات كفاءة الطاقة - حوافز (Incentives and mandates: Utilities) - Energy Labeling systems - حوافز للمستهلكين النهائيين التجاريين والصناعيين (Incentives and mandates: industrial and commercial) - آلية تمويلية لكفاءة الطاقة - Building energy codes

Source: World Bank RISE 2018

٣. مصادر الطاقة المتجددة في إفريقيا وأنواعها

في ضوء العجز الإفريقي عن تلبية حاجات السكان من الطاقة الكهربائية، وتداعيات الاعتماد على الوقود الأحفوري - الذي يُعد من المسببات الرئيسة لتغير المناخ-؛ فإن اللجوء إلى الطاقة المتجددة يعد خيارًا استراتيجيًا حان الوقت لأخذه بجدية والعمل على تطوير تقنياته وتطويرها في القارة الإفريقية، وطبقا لذلك فإن الاستفادة من التجمعات الطاقية الإفريقية سالفة الذكر بمجالاتها يمكن أن يكون آلية مناسبة للتعاون البيني في مجال تبادل وإمدادات الطاقة المتجددة.

❖ مصادر الطاقات المتجددة في الطبيعة

في البيئة المحيطة بنا على كوكب الأرض هناك الكثير من مصادر الطاقة التي يمكن تسميتها بالمتجددة، والتي يمكن استخدامها بشكل مباشر لتوليد الطاقة باستخدام تقنيات مناسبة كما في الطاقة الشمسية أو طاقة الرياح والحرارة الجوفية ومساقط المياه وخزاناتها كالسدود.

وفي هذا السياق سوف نركز على أهم أنواع الطاقات المتجددة المتاحة في إفريقيا كما سنقوم بشرح بعضها بشيء من التفصيل؛ وذلك لغرض رسم صورة مبدئية عن شكل وأنواع منظومات الطاقة المتجددة التي تناسب الوضع في إفريقيا:

- الطاقة الشمسية Solar Energy.
- طاقة الرياح Wind Energy.
- طاقة المياه (الهيدروليكية) Hydro Energy.
- الطاقة الحرارية الجوفية Geo-Thermal Energy.
- الكتلة الحيوية.
- طاقة الهيدروجين الأخضر.

- الطاقة الشمسية:

تعد الطاقة الشمسية في إفريقيا هي الأكثر وفرة؛ حيث إن معظم البلدان في الشمال الإفريقي وفي جنوب الصحراء هي ضمن ما يسمى بالحزام الذهبي Golden Belt الذي يتلقى أكبر كم من الشعاع الشمسي العمودي المباشر الذي يصل إلى سطح الأرض. وتتوزع هذه المنطقة بشكل أساسي على الدول القريبة من خط الاستواء، والتي تقع بين مداري الجدي والسرطان.

ويمكن القول إن الطاقة الشمسية أكثر أنواع الطاقات المتجددة وفرة في العالم، وما يصل إلى الأرض منها في يوم واحد يعادل مئات الأضعاف مما يحتاجه العالم من الكهرباء سنويًا. ولكن تحويلها إلى طاقة من نوع آخر يحتاجه الإنسان (ونقصد الطاقة الكهربائية) قد لا يكون سهلاً أو اقتصاديًا. ويصح ذلك عمليًا في الواقع على طاقات من نوع آخر كالرياح أو الأمواج وغيرهما، حيث إن تلك الأنواع من الطاقة المتجددة رغم كونها أقل وفرة من الطاقة الشمسية في رقعة جغرافية ما، فإنه يمكن تحويلها إلى طاقة مفيدة للإنسان ضمن ظروف معينة وبكلفة مناسبة ومنافسة. لذا ينبغي البدء أن تكون هناك دراسة معمقة لكافة الخيارات المتاحة من أجل الوصول إلى النوع الأفضل من مصادر الطاقة المتجددة، والتقنية الأمثل لهذا المصدر داخل كل دولة أو رقعة جغرافية محددة منها.

وبالنظر إلى أهمية ومركزية الطاقة الشمسية بالنسبة لإفريقيا فإنه يُمكن الاستفادة من الطاقة الشمسية في صورتين أحدهما (ضوئية)، والثانية (حرارية)، وكل منهما يمكن أن يتحول إلى أنواع أخرى من الطاقة مثل الطاقة الحركية الخطية أو الدورانية وسواها، وذلك حسب احتياج المستهلك.

فبالنسبة للطاقة الضوئية يتم امتصاصها بواسطة أنواع معينة من العناصر في خلايا على شكل ألواح تدعى الخلايا الكهروضوئية، ويتم التعامل معها بطريقتين، الأولى استخدامها مباشرةً كما هي، أو تخزينها (على شكل شحنات كهربائية) بطرق مختلفة في البطاريات أو المتسعات فائقة الشحن وسواها، وذلك لغرض استخدامها لاحقا. والثانية من خلال تحويلها إلى تيار متناوب، وهذا النوع (أي التيار المتناوب) هو الأكثر شيوعاً في الاستخدام حالياً في المنظومات والشبكات الكهربائية حول العالم.

أما بالنسبة للطاقة الحرارية فيتم جمعها من الإشعاعات الشمسية القادمة للأرض، ومن ثم زيادة تركيزها (أي رفع درجة حرارتها الأصلية) واستخدامها بشكل مباشر، أو تخزينها لاستخدامها لاحقاً، ثم تحويل الحرارة إلى طاقة تستخدم في تشغيل معدات وعمليات إنتاجية زراعية أو صناعية أو ما شابه. أو تحويلها إلى طاقة من نوع آخر كالكهرباء مثلاً.

- طاقة الرياح:

طاقة الرياح تتولد نتيجة دوران توربينات رياح كبيرة يصل قطرها لعشرات الأمتار، ويتولد نتيجة لذلك طاقة حركية دائرية بنصف قطر كبير وبسرعة تتناسب مع سرعة الرياح التي تهب عليها، وباستخدام عجلات مسننة بأحجام تصغر بشكل متدرج إلى أقطار أصغر، ولكن تدور بشكل أسرع فتولد كمًا كبيرًا من الطاقة الكهربائية (عدة آلاف من الكيلووات)، وهي تعتبر من أنواع الطاقة الكهروميكانيكية.

ويمكن أن يتم إنشاء توربينات الرياح على اليابسة أو في البحار، وأفضل المواقع عملياً هي أعالي البحار والمحيطات؛ لتوفر الرياح بسرعات عالية واستمرارها لساعات طويلة في اليوم لعدم وجود تضاريس تعرقل حركتها وتخفف من شدتها. كما أنها يمكن أن تكون في البحار إما مثبتة في قاع البحر أو طافية.

- طاقة المياه:

أو ما يعرف بالطاقة الهيدروليكية، وهي طاقة ميكانيكية كامنة في المياه تكون مختزنة فيها عندما تكون في مكان مرتفع، وتتحرر هذه الطاقة عندما تجد المياه طريقها كي تنحدر إلى الأسفل تحت تأثير الجاذبية الأرضية، وهذا بالتحديد ما يحصل في مساقط المياه والشلالات بشكل طبيعي، وما يقوم به الإنسان من حجز هذه المياه بإقامة مانع قوي (مثل السدود والقناطر) يرفع من مستوى المياه خلفه، ويسيطر الإنسان على كمية وتوقيت إطلاق هذه المياه من خلال فتحات تفتح وتغلق بشكل متحكم به من خلال بوابات خاصة. ويوضع في طريق أو مجرى المياه المنحدرة إلى الأسفل توربينات مولدات كهربائية، تقوم بتحويل الطاقة الميكانيكية الحركية الخطية الكبيرة للمياه إلى طاقة حركية دورانية تمكن المولد من توليد الكهرباء. ولغرض التوقف عن توليد الطاقة الكهربائية بمنع مزيد من المياه عن النزول بواسطة غلق البوابات.

الطاقة الهيدروليكية للمياه تعد من الطاقات المتجددة والنظيفة، ما دامت هناك أمطار وتضاريس جغرافية متباينة في ارتفاعاتها، وهي تعد من الطاقات زهيدة الثمن، فكلفة الميجاوات من الكهرباء المتولدة بواسطتها قد لا تزيد على (٢٠) دولارًا أمريكيًّا لكل ميجاوات، وهو رقم منخفض ومُجدٍ اقتصادياً، ربما لا تنافسه إلا كلفة الميجاوات من الكهرباء المتولدة بواسطة الطاقة النووية.

وعلى الرغم من انخفاض كلفة وحدة الكهرباء المتولدة من الطاقة الهيدروليكية، فإن ذلك قد لا يرسم صورة واقعية، فالطاقة الكهرومائية قد تكون قليلة، ولكنها غير متوافرة في أغلبية دول العالم. فالدول الصحراوية في إفريقيا وسائر دول العالم شبه خالية من مصادر المياه التي تصلح لإقامة

سدود عليها. كما أن كلفة الكهرباء تقل بشكل أكثر عندما تكون مشروعات السدود كبيرة بما فيه الكفاية لتعظيم الجدوى الاقتصادية وتشغيلها. وهذا يحتاج استثمارات ضخمة قد تصل إلى عدة مليارات من الدولارات لغرض إقامة جسم السد وتجهيزه بمعدات التوليد المناسبة.

إن توليد الكهرباء من الطاقة الهيدروليكية للماء يعد من التقنيات المفضلة في البلدان التي تمتلك هذه الإمكانية، ولكن في حالات أخرى يعتبر خيارا سيئا، خصوصا عندما تكون مصادر المياه مشتركة بين أكثر من دولة، ويمكن لبناء سد أن يؤثر تأثيرًا سيئًا على دول المرور والمصب، وطبقا لذلك ينبغي ألَّا تكون الحاجة إلى التنمية والطاقة الكهربائية أداة سياسية للضغط على الدول، أو تهديدًا وجوديًّا يمس الشعوب التي تتشارك مجاري الأنهار، وعلى وجه الخصوص تجاهل المخاطر واحتمال حدوث كوارث ينتج عنها آثار مدمرة يمكن أن تقتل عشرات الملايين من السكان، ناهيك عن الدمار الشامل والخراب في البنى التحتية والمنشآت الحيوية لعدة دول.

- الطاقة الحرارية الأرضية Giothermal

المقصود بالحرارة الجوفية هو وجود أحواض من الماء الساخن، تكون عادة في عمق الأرض، على مسافة قد تكون بين ١-٢ كيلومتر عن سطح الأرض، وكلما توغلنا في العمق باتجاه مركز الكرة الأرضية تكون المياه أكثر سخونة، والذي يكون عبارة عن نواة من معادن مصهورة ملتهبة. وتحاول هذه المعادن المصهورة، ونتيجة للضغط الكبير الناتج عن الحرارة الشديدة، أن يشق طريقه إلى سطح الأرض، وفي حينها نتمكن من مشاهدته على شكل ثوران للبراكين. أما القسم الآخر الذي لا يتمكن من إيجاد منفذ للخارج عبر الطبقات الجيولوجية المتراكمة فوق بعضها فيستقر بالوجود بين هذه الطبقات، وتبقى حرارته كافية لتسخين المياه التي قد تكون مختزنة سابقا بين هذه الطبقات والطبقات التي تعلوها، فتزداد حرارة هذه المياه، وبالنتيجة يزداد ضغطها فتحاول إيجاد منفذ للخارج. ويتجسد لنا ذلك فيما نراه أحيانا على شكل عيون للمياه الساخنة، ومنها أيضا العيون المعدنية والكبريتية المنتشرة حول العالم، وقسم آخر يبقى تحت الأرض، ولا يتمكن من الخروج.

يقوم المعنيون بالطاقة الحرارية الجوفية بعمل ثقبين في الأرض ولأعماق قد تزيد على ١-٢ كيلومتر، ثم يقومون بإدخال أنابيب في كل من الثقبين حتى تنغمر تحت مستوى المياه، ويتم سحب هذه المياه الساخنة وإخراجها إلى الأرض بمساعدة مضخات من أحد الأنبوبين، وتتم الاستفادة من هذه المياه بشكل مباشر (أو بشكل غير مباشر) في توليد كهرباء أو لأغراض صناعية محددة، وبعد أن تستنفد الحرارة من المياه الساخنة وتصبح أكثر برودة ولا فائدة منها، عند ذاك يتم ضخها من الأنبوب الثاني وإرجاعها للأسفل، إلى الخزان الجوفي، لإعادة تسخينها بشكل طبيعي ودون الحاجة إلى صرف طاقة لذلك.

ويبدو أن هناك اتجاهًا يتصاعد نحو الاستفادة من الطاقة الحرارية الأرضية كبديل ميسور التكلفة ومستدام للوقود الأحفوري، حيث تعد من مصادر الطاقة المتجددة القليلة القادرة على إنتاج الكهرباء على نحو مطرد على مدى ٢٤ ساعة يوميًا. وفي ظل الظروف المناسبة، يمكنها أن تكون تنافسية من حيث التكلفة مع الفحم أو الغاز الطبيعي، مما يعني قدرة البلدان على تقليل اعتمادها على واردات الوقود، وزيادة أمنها على صعيد الطاقة من خلال الاعتماد على الطاقة الحرارية الأرضية، لا سيما باعتبارها مصدرًا أنظف لإنتاج الكهرباء.

وتعد كينيا من التجارب الناجحة لاستخدام الطاقة الحرارية الأرضية في شرق إفريقيا، حيث بدأت منذ أوائل السبعينيات بالسعي لاستغلال طاقة المياه الجوفية، ومن ذلك، قيامها بإنشاء مشروع ضخم في عام ١٩٨١، والذي يعمل منذ أكثر من ٤٠ سنة، في حقل أولكاريا (Olkaria) على بعد ١٢٠ كلم شمال غرب العاصمة ويولد ما يقارب ١٨٥ ميجاوات، وهناك بلدان أخرى في شرق إفريقيا مثل إثيوبيا.

وعلى الرغم من هذه الإمكانات المبشرة، ما زال ارتفاع التكاليف الأولية خلال مرحلة الاستكشاف الأولية، ومخاطر عدم نجاح الاستكشاف عقبتين أمام الاستفادة من الطاقة الحرارية الأرضية على نطاق واسع. وتظهر التجارب العالمية أن تخفيف المخاطر، ولا سيما أثناء المرحلة الاستكشافية الأولية، يمكنه إطلاق عنان الاستثمار بفاعلية. وسيتطلب توسيع استغلال الطاقة الحرارية الأرضية عالميًا تعبئة كبيرة لاستثمارات القطاع الخاص التي تيسرها آليات تخفيف المخاطر التي تتضمن استخدام التمويل الميسر من الموارد العامة والتمويل المناخي.

وتتراوح إمكانية توليد الكهرباء من الطاقة الحرارية الأرضية عالمياً بين ٧٠ و٨٠ جيجا وات، لكن لا يُستغل من الاحتياطات المعروفة حول العالم غير ١٥٪ في توليد ١٣ جيجا وات فقط من الكهرباء؛ حيث تتراوح التكلفة الأولية لتنفيذ حملة استكشافية وبرنامج للحفر الاستكشافي، لعدد (٣-٥) آبار حرارية أرضية، ما بين ٢٠ و٣٠ مليون دولار، ويقود برنامج المساعدة في إدارة الطاقة التابع للبنك الدولي لتعبئة أموال جديدة للمراحل الاستثمارية الأولية التي تنطوي على أكبر قدر من المخاطر. وإلى الآن، نجحت الخطة في تعبئة ٢٣٥ مليون دولار.

- الكتلة الحيوية:

يشير مصطلح «الكتلة الحيوية» إلى النفايات النباتية والحيوانية التي يمكن تحويلها إلى وقود وطاقة للنقل. ونذكر من مصادر الكتلة الحيوية الصالحة لتوليد الطاقة، على سبيل المثال، محاصيل الطاقة مثل التبن وحطب الذرة (أي السيقان والأوراق) والنفايات الزراعية المتخلفة عن الحصاد، والروث، وقش القمح والأرز، والقمامة المنزلية، والنفايات النباتية والحضرية، حيث يتم تحويلها إلى شكل فيزيائي مختلف ينتج عنه توليد مصدر جديد للطاقة مثل تحويل المخلفات الزراعية إلى كبسولات (إصبعيات) من السليلوز، يتم عند الحاجة حرقها بحيز محدود من الأكسجين.

- طاقة الهيدروجين الأخضر:

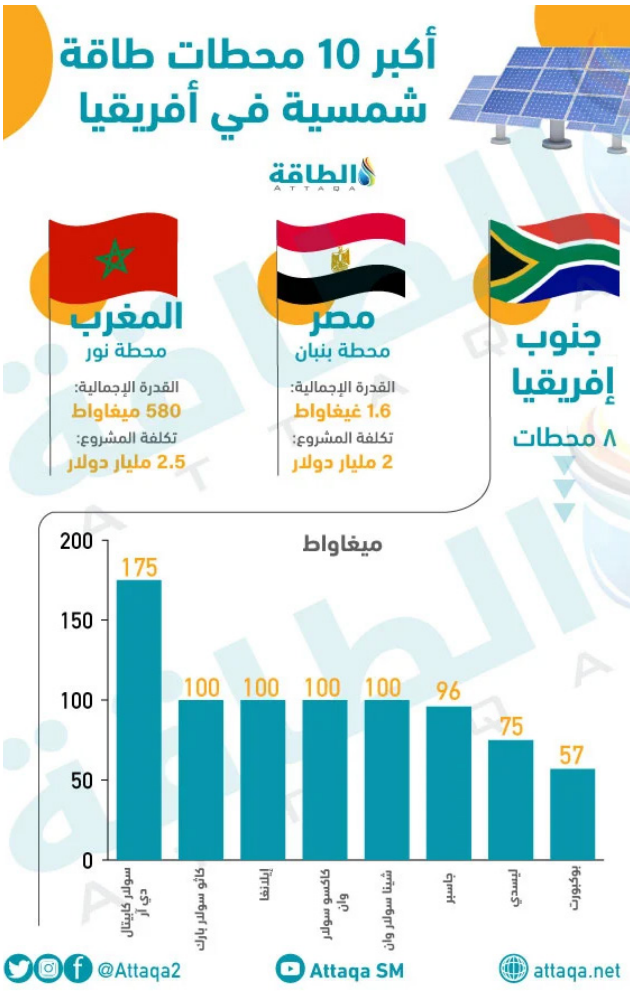
هو وقود خفيف وعالي التفاعل يتم استخراجه من خلال عملية تعرف باسم التحليل الكهربائي يتم فيها فصل عنصر الهيدروجين عن الأكسجين في الماء. وإذا تم استخراج الهيدروجين من مصادر طاقة متجددة تكون العملية بالكامل غير منتجة لثاني أكسيد الكربون المتسبب في الاحتباس الحراري.

٤. اتجاهات السياسات الإفريقية إزاء الطاقة المتجددة

تتجه السياسات القارية الإفريقية إلى الاهتمام بقطاع الطاقة بشكل عام، وقد جاءت مبادرة إضاءة إفريقيا وإمدادها بالطاقة Light Up and Power Africa التي طرحها بنك التنمية الإفريقي عام ٢٠١٦ لترسم خريطة طريق في هذا الاتجاه، حيث قدرت المبادرة أن حصول الجميع على الطاقة بحلول ٢٠٢٥ يتطلب ملء الفجوة الاستثمارية في هذا القطاع والتي تتراوح بين ٤٢-٦٥ مليار دولار أمريكي، وذلك فضلا عن حجم الإنفاق الحالي والمقدر بـ ٦٦ مليار دولار أمريكي، وتحت مظلة هذا الواقع يحث بنك التنمية الإفريقي الحكومات الإفريقية أن تلعب أدوارا أكثر نشاطا في تمويل قطاع الطاقة، وذلك عبر تخصيص ٢-٣٪ فقط من الناتج المحلي لسد هذه الفجوة الاستثمارية.

ومع تصاعد مخاطر التغير المناخي، فإن التوصيات الرئيسة تتجه إلى تشجيع قطاع الطاقة المتجددة، حيث تشكل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح ٣٪ فقط من الكهرباء المولدة في إفريقيا في عام ٢٠١٨، مقارنة بنسبة ٧٪ في مناطق أخرى من العالم. حيث لا يزال يهيمن الوقود الأحفوري على إمدادات الكهرباء في إفريقيا وتأتي بعده الطاقة الكهرومائية، ولكن مع انخفاض أسعار الطاقة المتجددة، خصوصا الشمسية، التي قلت تكلفتها في الفترة بين عامي ٢٠١٠-٢٠١٨ بنسبة ٧٧٪ فإن اتجاهات السياسيات الإفريقية، أصبحت تأخذ بعين الاعتبار توجيه الاستثمارات لقطاع الطاقة المتجددة، حيث بدأ الاستثمار في مصادر الطاقة المتجددة يتزايد زخمه بالفعل في إفريقيا، فتعد دول مثل جنوب إفريقيا ومصر والمغرب كبرى الدول المنتجة للكهرباء من الطاقة الشمسية، وطبقًا للشكل التوضيحي، فإن مصر تتصدر القائمة الثلاثية بمحطة بنبان المنتجة ١,٦ جيجا وات.

وفي هذا السياق عقدت كل من جنوب إفريقيا وأوغندا وزامبيا مزادات بشأن الطاقة المتجددة واستقطبت مستثمرين من القطاع الخاص، وذلك مع وجود عدد من محطات توليد الكهرباء من الشمس في جنوب إفريقيا بسعة إنتاجية تتجاوز ١٠٠ ميجا وات، كما باتت موريتانيا، تتصدر حركة الطاقة المتجددة في إفريقيا، حيث تزود الطاقة الشمسية نواكشوط بـ ٣٠٪ من احتياجات العاصمة، وتحصل كينيا على نحو ١٢٪ من الكهرباء التي تنتجها من طاقة الرياح والطاقة الشمسية، وتسعى نيروبي لاستخدام مصادر متجددة للطاقة بنسبة ١٠٠٪ بحلول عام ٢٠٣٠.



وقد اتجهت نيجيريا أيضًا إلى توليد الطاقة الشمسية عام ٢٠٢١ مستهدفة توصيل الكهرباء لنحو ٢٠ مليون شخص عبر هذه الآلية، وذلك بتمويل مبدئي قيمته ٥٠ مليون دولار، ومن المقرر أن يسهم في توفير ١٠ آلاف وظيفة.

أما على صعيد الطاقة الحرارية الأرضية، فقد فازت شركة الكهرباء الكينية بعقد قيمته ٦,٦ ملايين دولار لحفر آبار في جيبوتي. وفي عام ٢٠١٩ تعاقدت هذه الشركة إلى جانب شركتين صينيتين على توفير خدمات الحفر الخاصة بمحطات الطاقة الحرارية الأرضية في إثيوبيا. كما صرحت الشركة الكينية لإنتاج الكهرباء بأنها تُجري محادثات مع رواندا وجمهورية الكونغو الديمقراطية، إذ تتبنى الحكومات في جميع أنحاء إفريقيا الطاقة الحرارية الأرضية.

وعلى الرغم من الاتجاه مؤخرًا نحو الطاقة المتجددة في إفريقيا، فإنه لا تزال هناك عقبات ممثلة في تمويل الاستثمارات اللازمة لهذا النوع من الطاقات بإفريقيا، وهو ما يتطلب مشاركة القطاع الخاص وتأمين التمويل الدولي خصوصًا في ضوء اتفاقية باريس للمناخ الذي يطالب بأن يكون ٠,١٢٪ من إجمالي الناتج المحلي للاقتصادات المتقدمة مخصصًا لتلبية احتياجات الاقتصادات النامية للتحول إلى الطاقة النظيفة.

إجمالًا، تبدو سياسات بعض الدول الإفريقية متجهة نحو الاستفادة من الطاقة المتجددة كآلية رئيسة للحصول على الطاقة الكهربائية، مثل مصر وكينيا والمغرب وجنوب إفريقيا، وهو ما أفرد له هذا التقرير اهتمامًا خاصًا، ولكننا لا نستطيع القول أن الاتجاه نحو الطاقة المتجددة هو الغالب في إفريقيا نظرًا لتحديات مرتبطة بالأوضاع السياسية وحالة الاستقرار الداخلي من جهة، والقدرات الاقتصادية والقدرة على تمويل الاستثمار في قطاعات الطاقة المتجددة من جهة أخرى.

٥. الدول الرائدة إفريقيًا في استخدام الطاقة المتجددة

❖ الطاقة المتجددة في مصـر

تعتمد قدرات توليد الكهرباء في مصر، وفقًا للتقارير السنوية لوزارة الكهرباء والطاقة المتجددة، على النفط والغاز الطبيعي في معظمها. غير أن تزايد الحاجة للطاقة فرض ضغوطًا على الحكومة لتطوير مصادر بديلة للطاقة، بوصفها أولوية قصوى للبلاد. وقد حدد المجلس الأعلى للطاقة، هدفًا ضخمًا تمثل في رفع نسبة مساهمة الطاقة المتجددة في تلبية الطلب الإجمالي إلى٢٠٪ بحلول ٢٠٣٠. حيث نناقش في هذا الجزء مصادر الطاقة المتجددة الهائلة في مصر، بالإضافة إلى الاستهلاك الحالي والمستقبلي للطاقة المتجددة في البلاد.

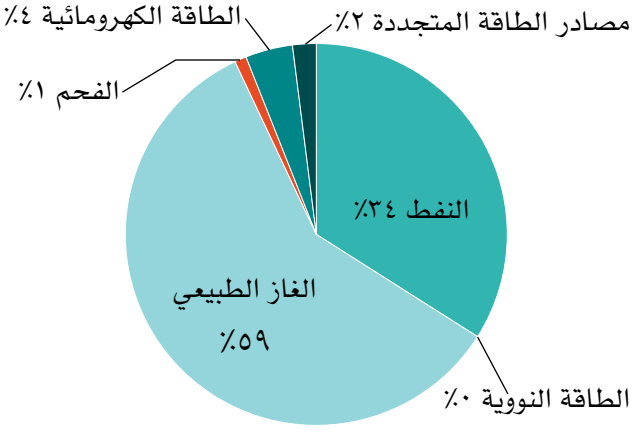
وتمثل مصر، بفضل وقوعها في الركن الشمالي الشرقي لإفريقيا، مفترق الطرق بين أوروبا، والشرق الأوسط، وآسيا، وإفريقيا. كذلك، فهي الأعلى في عدد السكان في شمال إفريقيا والمنطقة العربية، ويعيش نصف سكانها في مناطق حضرية، كما تحتل المرتبة الـ ١٤ من حيث عدد السكان على مستوى العالم. وهي دولة منتجة للنفط، وتعد من أكبر منتجيه الأفارقة غير الأعضاء في أوبك (منظمة البلدان المصدرة للبترول). ورغم ذلك فهي مستورد للنفط والغاز. وقد ارتفع استهلاك مصر من النفط بنحو ٣٪ خلال العقد الماضي، بسبب التوسع الاقتصادي والزيادة السكانية.

ويؤدي تزايد الطلب مع تناقص العرض إلى ظهور عدد كبير من المشكلات الاجتماعية والاقتصادية، بما في ذلك إمكانية حدوث نقص في إمدادات الطاقة والمياه. وتعمل الحكومة المصرية جاهدة لزيادة الاستثمارات في قطاع النفط والغاز، مع السعي لتنويع مصادر الطاقة. ويكاد نظام الطاقة الكهربائية المصري أن يكون متكاملاً بشكل تام، في ظل وجود محطات حرارية في القاهرة والإسكندرية ومولدات في أسوان.

وعلى النقيض من ذلك، فلا يزال الوقود الأحفوري (النفط والغاز) من المصادر شديدة الأهمية بالنسبة للطلب على الطاقة في مصر، حيث يمثلان ٩٣٪ من إجمالي استهلاك الطاقة في البلاد في ٢٠٢١. أما الفحم، فهو مصدر ثانوي للطاقة في البلاد، إذ لا يمثل سوى ١٪ فقط من إجمالي استخدام الطاقة في العام نفسه. وتمثل الطاقة المتجددة غير المائية في مصر ٢٪ بالكاد من إجمالي استهلاك الطاقة (الشكل ٣). وقد كان من المتوقع أن يصل استهلاك الطاقة في مصر إلى ١١,٨٧٨,٠٠٠ كيلو وات / ساعة في يناير ٢٠٢١. وكان هذا المتوسط قد بلغ ٩٣٨٢,٠٠٠ كيلو وات / ساعة بين يناير ١٩٩٧ ويناير ٢٠٢١.

محصلة ذلك أن الطاقة في مصر تُستمد، بشكل أساسي، من المنتجات البترولية. بيد أنه في ظل التحديات السياسية والاقتصادية والاجتماعية التي مرت بها البلاد، فقد وضع المجلس الأعلى للطاقة هدفًا طموحًا، تمثل في زيادة نسبة الاعتماد على الطاقة المتجددة بالنسبة لإجمالي الطلب على الطاقة بحلول ٢٠٣٠، وذلك باستغلال مصادر البلاد الهائلة من طاقة الرياح والطاقة الشمسية، فضلاً عن تطوير محطة للطاقة النووية.

شكل (٣) المواد الأولية المستخدمة في الطاقة في مصر



Source: World Energy Statistical Review, BP, 2021

ويعتبر حرق الوقود الأحفوري المصدر الرئيس لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون، والغازات الدفيئة، وأكسيد النيتروجين، وثاني أكسيد الكبريت. كذلك تسببت أكاسيد النيتروجين التي تنبعث في الغلاف الجوي في استنفاد الأوزون، وترسيب حمض النيتريك، ونترات الأمونيوم في الطور الجسيمي. وعندما تتحد أكاسيد الكبريت مع الأكسجين في الهواء يتولد حمض الكبريتيك وكبريتات الأمونيوم، اللذان يتسببان في أمراض متعددة للبشر، منها: تدهور القدرة على الإبصار، علاوة على ما ينجم عنهما من إضرار للبيئة نتيجة ترسب الأحماض.

وستؤدي انبعاثات الغازات الدفيئة، إلى رفع متوسط درجة الحرارة بما بين درجتين وثلاث درجات خلال الخمسين عامًا القادمة، مما سيشكل تهديدًا لجوانب أساسية في وجود البشر في العديد من مناطق العالم، ومنها الوصول إلى المياه، وإنتاج الغذاء، والصحة، واستغلال الأراضي، والبيئة. وقد توقعت الهيئة الحكومية الدولية لتغير المناخ في أحدث دراساتها، زيادة الاحترار العالمي بمقدار ١,٥ درجة مئوية، مقارنةً بمستويات ما قبل الثورة الصناعية. كما اكتشفت الدراسة، أيضًا، أن أمامنا نحو عقد واحد فقط من الزمان، للإبقاء على الاحترار العالمي دون تلك العتبة، وتحاشي العواقب السلبية للتغير المناخي والاحتباس الحراري.

على أن هناك، في المقابل، تحركًا عالميًا مهمًا الآن للنأي عن إنتاج الطاقة من الوقود الأحفوري، والاتجاه نحو مصادر الطاقة المتجددة. فمن شأن مصادر الطاقة المتجددة والنظيفة (مثل الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، والطاقة المائية، والكتلة الحرارية، والطاقة الحرارية الجوفية) أن تساعد على تقليص الانبعاثات الكربونية، والانتقال نحو نظام طاقة أكثر استدامة. وفي هذا الإطار، تعتبر الطاقة المتجددة مصدرًا قابلاً للاستخدام في إنتاج الكهرباء والمساهمة في الوفاء بمتطلبات الطاقة في مصر، على نحو نظيف وفعال.

مصادر الطاقة المتجددة في مصر

تمتلك مصر ثروة من مصادر الطاقة المتجددة التي تحمل إمكانات استغلال هائلة. وتشمل تلك المصادر الطاقة المائية، وطاقة الرياح، والطاقة الشمسية، وطاقة الكتلة الحيوية. وقد كثفت القاهرة من جهودها، منذ ٢٠١٤، لتوليد واستخدام المزيد من الطاقة المتجددة، من أجل التغلب على ما يكتنف الطاقة من صعوبات متزايدة، حيث استهدفت توليد ٢٠٪ من الطاقة في البلاد من مصادر متجددة بحلول عام ٢٠٣٠. وقد أعلنت مصر، في يناير ٢٠١٥، أنها ستنتج نحو ٤٣٠٠ ميجاوات من الكهرباء من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح في غضون ثلاث سنوات. وهو ما يُفَسر بتصميم مصر على التوسع في استخدام تكنولوجيا الطاقة المتجددة. وقد قامت الدولة، حتى الآن، ببناء محطات توليد تنتج ما مجموعه ٣,٧ جيجاوات من الطاقة المتجددة، منها ٢,٨ جيجاوات من الطاقة المائية، ونحو ٠,٩ جيجاوات من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح. كذلك، وضعت الحكومة المصرية أهدافًا للطاقة المتجددة تمثلت في الوصول بها إلى نسبة ٤٢٪ من مصادر الطاقة بحلول عام ٢٠٣٥. يوضح (الجدول رقم ٣) نمو قدرات توليد الطاقة من مختلف تكنولوجيات الطاقة المتجددة من ٢٠٠٩ وحتى عام ٢٠٣٥.

جدول (٣) تطور قدرات توليد الطاقة المتجددة في مصر، بالجيجاوات

نوع محطة الكهرباء	٢٠١٠/٢٠٠٩	٢٠٢٢/٢٠٢١	٢٠٣٠/٢٠٢٩	٢٠٣٥/٢٠٣٤
مائية	٢,٨	٢,٨	٢,٩	٢,٩
رياح	٠,٥	١٣,٣	٢٠,٦	٢٠,٦
كهروضوئية	٠	٠,٣	٢٢,٩	٣١,٧٥
تركيز الطاقة الشمسية	٠	٠,١	٤,١	٨,١
إجمالـــي	٣,٣	١٦,٥	٥٠,٥	٦٣,٣٥

Source: Abdulrahman, A.O., Huisingh, D., 2018. The role of biomass as a cleaner energy source in Egypt's energy mix. Journal of Cleaner Production 172, 3918-3930

- الطاقة المائية:

للطاقة الكهرومائية نصيب الأسد في الطاقة المتجددة في مصر، حيث تمثل نحو ٣٪ من إجمالي الاستهلاك. وقد بلغ إجمالي قدرة الطاقة الكهرومائية المولدة في مصر ٢٨٥١ ميجاوات في نهاية عام ٢٠١٩. واستمرت عند الرقم ذاته حتى نهاية عام ٢٠٢١. وقد شكلت الطاقة الكهرومائية ٤٧,٧٪ من إجمالي قدرة الطاقة المتجددة في مصر في ٢٠١٩، لتستحوذ بذلك على النسبة الكبرى بين كل مصادر الطاقة المتجددة.

ويولد السد العالي ومحطتا أسوان (١) و(٢)، معظم الكهرباء المولدة من الطاقة المائية في مصر. وهناك، حاليًا، خمسة مرافق توليد طاقة مائية عاملة على امتداد النيل من السد العالي إلى قناطر أسيوط (جدول ٤). وذلك، بالإضافة إلى أربع محطات كهرومائية بقدرة إجمالية تبلغ ٣٢ ميجاوات يجري إنشاؤها في أسيوط بصعيد مصر. المرفق الأول من تلك المرافق هو سد أسوان، الذي أقيم سنة ١٩٦٠ لتنظيم تصريف مياه النيل للأغراض الزراعية، وهو يوفر ما بين ٥ و١٠٪ من الطلب السنوي على الطاقة في مصر، على حسب النموذج المستخدم في تحديد النسبة. أما محطة توليد الطاقة الكهرومائية بالسد العالي فقد تم البدء في بنائها سنة ١٩٦٧، تلتها محطة كهرباء أسوان (٢) سنة ١٩٨٥، ومحطة إسنا للطاقة الكهرومائية سنة ١٩٩٣، ثم بنيت محطة الطاقة الكهرومائية بنجع حمادي سنة ٢٠٠٨. ورغم ذلك، فإن مصر تمتلك عددًا من القنوات الرئيسة، والرياحات، وكذلك شبكة الري التي تضم قناطر عديدة، وأهوسة، إذا ما تم استخدامها لتوليد الكهرباء، فبإمكانها أن تولد ١٢٠ ميجاوات من الكهرباء النظيفة (أي ما يعادل أربعة أضعاف سعة التوليد لمحطة كهرباء أسيوط).

جدول(٤) محطات الكهرباء التي تعمل بالطاقة المائية في مصر، وقدراتها (٢٠٢٢/٢٠٢١)

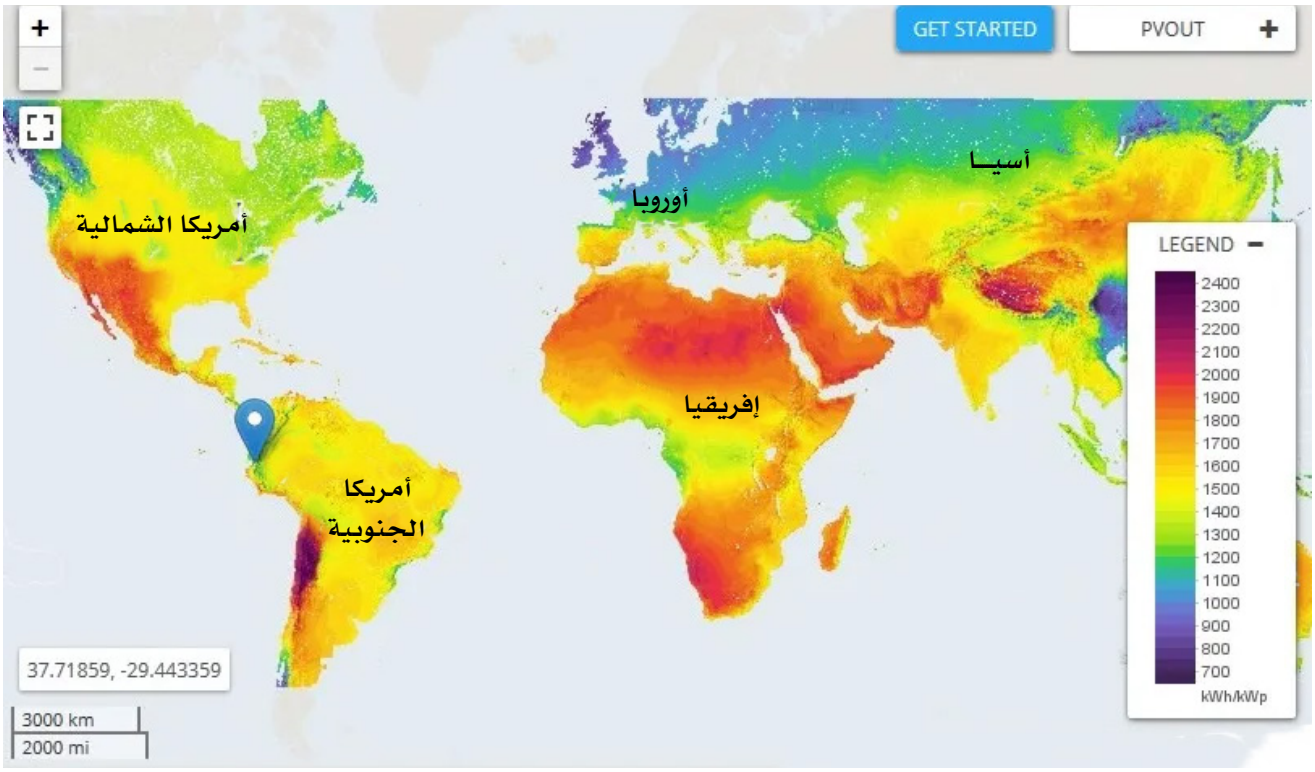
المحطة	القدرة بالميجاوات	الكهرباء المولدة سنويًا (جيجاوات / ساعة)
السد العالي	٢١٠٠	١٠٣٢٩
أسوان (١)	٢٨٠	١٧٣٣
أسوان (٢)	٢٧٠	١٥٨١
إسنا	٨٦	٤٥٣
نجع حمادي	٦٤	٤٣٩
أسيوط	٣٢	٢٣٤
الإجمالي	٢٨٣٢	١٤٧٦٩

Source: EEHC (Egyptian Electricity Holding Company) , 2022. Egyptian Electricity Holding Company Annual Report 2021/22, http://www.moee.gov.eg/english_new/EEHC_Rep/REP2021-2022en.pdf

- الطاقة الشمسية:

يعد موقع مصر الجغرافي ملائمًا للاستفادة من إمكانات الطاقة الشمسية، حيث تقع داخل حزام الشمس العالمي (شكل ٤)

شكل (٤) أطلس مصادر الطاقة الشمسية في العالم



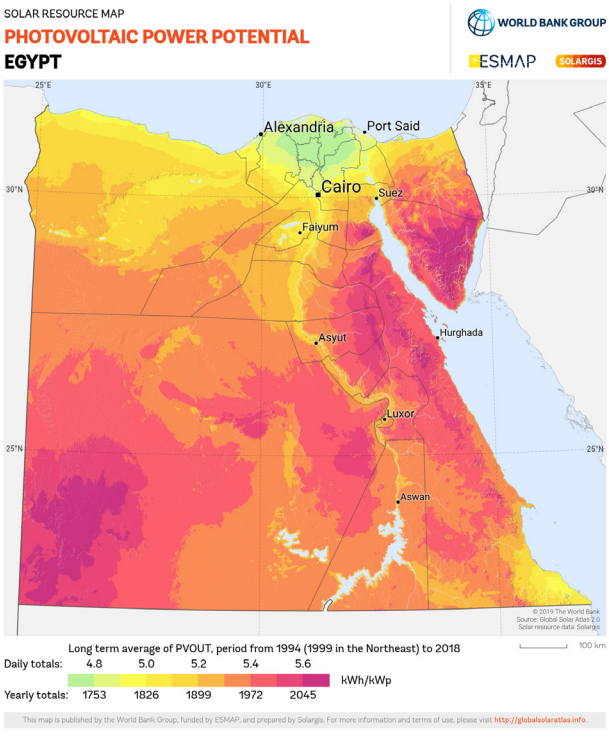
المصدر: أطلس العالم

وتعتمد تكنولوجيا الطاقة الشمسية على أشعة الشمس التي يمكن استغلالها في توليد الكهرباء باستخدام أنظمة الطاقة الكهروضوئية وأنظمة تركيز الطاقة الشمسية، لإنتاج الطاقة الحرارية، وذلك لتلبية احتياجات الإضاءة بشكل مباشر، وربما أيضًا لإنتاج الوقود الذي يمكن استخدامه في النقل وغيره من الأغراض. ووفقًا للأطلس الشمسي لمصر، والذي نُشر سنة ١٩٩١، تستقبل البلاد ٢٩٠٠- ٣٢٠٠ ساعة من ضوء الشمس سنويًا، وتبلغ كثافة الطاقة الطبيعية المباشرة ١٩٧٠٣٢٠٠ كيلووات/ساعة م٢ سنويًا، ولديها القدرة التقنية على إنتاج ٧٣,٦ بيتاوات- ساعة من الطاقة الشمسية الحرارية. كانت مصر من أولى الدول التي استفادت من الطاقة الشمسية على مستوى العالم.

وتُصنف مصر، وفقًا لأطلس الطاقة الشمسية، على أنها دولة من دول «حزام الشمس» نظرًا لأنها تتلقى ما بين ٢٠٠٠ و٣٠٠٠ كيلووات/ساعة/ م٢ سنويًا من الأشعة الشمسية المباشرة. فالشمس تسطع في مصر ما بين ٩- ١١ ساعة يوميًا من شمال البلاد إلى جنوبها، باستثناء بضعة أيام غائمة. وبالتالي، فهي من أنسب مناطق العالم لتسخير الطاقة الشمسية، التي يمكن استخدامها لتوليد الكهرباء وكذلك لأغراض التدفئة الحرارية. يوضح (الشكل ٥) خريطة إمكانات الطاقة الشمسية في مصر، والتي تم إصدارها بالاشتراك مع الأطلس الشمسي العالمي، الذي نشرته مجموعة البنك الدولي.

في عام ٢٠١١، أصبحت محطة الكريمات للطاقة الحرارية الشمسية أول محطة للطاقة الحرارية الشمسية في مصر، بطاقة إجمالية ١٤٠ ميجاوات، تساهم الطاقة الشمسية فيها بـ ٢٠ ميجاوات، اعتمادًا على تقنية حوض القطع المكافئ، وهي مدمجة مع محطة طاقة دورة مركبة تستخدم الغاز الطبيعي كوقود أساسي لها. وهناك أيضًا محطة بنبان للطاقة الشمسية، في محافظة أسوان، وهي مجمع للطاقة يتكون من ٤١ محطة للطاقة الشمسية. وينتظر أن تُصبح عند اكتمالها أكبر محطة للطاقة الشمسية الكهروضوئية في العالم، وفقًا لبعض التقديرات. ويمول المشروع برنامج تمويل «تعريفة التغذية لمشروع شموس النوبة» (Nubian Suns Feed-in-Tariff Financing Program)، والذي كان قد تم إطلاقه في عام ٢٠١٤ في إطار استراتيجية الحكومة المصرية للطاقة المستدامة ٢٠٣٥. وتعادل الطاقة الشمسية التي يولدها مشروع بنبان ٩٠٪ من الطاقة التي يوفرها السد العالي. ويبلغ العدد الإجمالي لمحطات الطاقة الشمسية هناك ٣٢ محطة، تنتج مجتمعة ١٤٦٥ ميجاوات.

شكل(٥) خريطة مصادر الطاقة الشمسية في مصر، وتوضح إمكانات الطاقة الكهروضوئية



Source: Global Solar Atlas 2.0, Solar resource data: Solargis.

https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/egypt

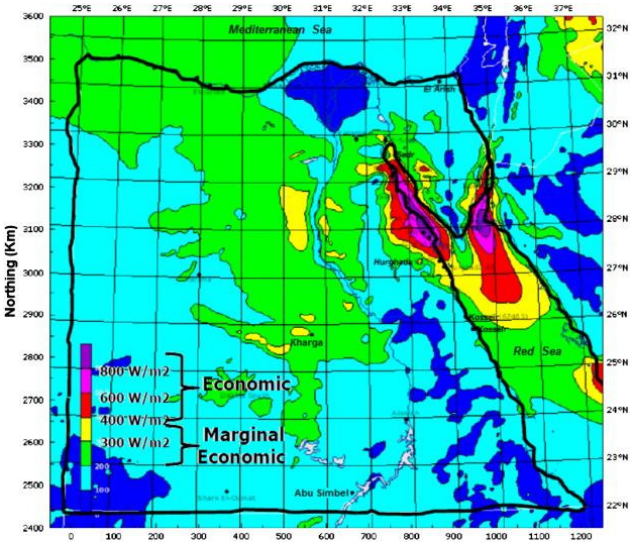
«إنفينيتي ٥٠» هو اسم أول مكون ٥٠ ميجاوات في المحطة، وتم الانتهاء منه وربطه بالشبكة في ١٣ مارس ٢٠١٨. وهو ما يصل بالناتج السنوي، في حالة محطة بمعامل قدرة ٢٦٪، إلى ١١٤ جيجاوات/ ساعة أو ٠,١١ تيراوات/ ساعة. وسوف تستطيع المحطة، عند وصولها إلى نسبة التشغيل الكاملة، أن تولد أكثر من ٤ تيرا وات/ ساعة من الكهرباء، لتتلافى بذلك انبعاث أكثر من ٢ مليون طن من ثاني أكسيد الكربون سنويًا.

- طاقة الرياح:

موارد الرياح في مصر معروفة على نطاق واسع. وقد بذلت هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة في مصر الكثير من الجهود، على مدار السنوات الماضية، لوضع أطلس رياح شديد التفصيل ووفق أحدث البيانات، وذلك بالتعاون مع مختبر ريزو الوطني (Riso) التابع للجامعة التقنية بالدنمارك، ليصبح ذلك الأطلس مرجعًا مهمًا بالنسبة لمصر. تتمتع مصر، كما يوضح الأطلس (شكل ٦)، بموارد هائلة من طاقة الرياح، خاصةً في منطقة خليج السويس. ففي ظل الارتفاع الثابت لسرعة الرياح لتصل إلى ما بين ٨ و ١٠ م / ث في المتوسط على ارتفاع ١٠٠ متر، وتوافر مساحات صحراوية شاسعة غير مأهولة، يعد هذا الموقع من أكبر مواقع تجميع طاقة الرياح على مستوى الكوكب.

يوضح الشكل الارتفاع المعتاد لمحطة التوربينات، وهو ٥٠ مترًا فوق السطح. وتشير المناطق المظللة بالأحمر والوردي والأرجواني إلى المناطق التي تتجاوز فيها كثافة الطاقة ٤٠٠ و٥٠٠ و٦٠٠ وات / متر٢، على الترتيب. وهو ما يشير إلى أن مصادر الرياح تمثل دعمًا مناسبًا للنمو الاقتصادي. أما اقتصادات المناطق المظللة بالأصفر (حيث تتراوح كثافة الطاقة المولدة من الرياح بين ٣٠٠- ٤٠٠ وات/ متر٢) فهي هامشية على أفضل تقدير.

شكل (٦) أطلس الرياح في مصر (كثافة الطاقة عند ٥٠ مترًا، بالوات/ م٢)



Source: International Renewable Energy Agency (IRENA), 2018. Renewable Energy Outlook: Egypt, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, p.95.

يمثل ساحل البحر الأحمر في مصر موردًا هائلًا للرياح، حيث يصل متوسط سرعة الرياح إلى ٨ - ١٠,٥ أمتار/ ثانية على ارتفاع ٢٥ مترًا. وفيما يلي بعض المناطق المهمة التي تتمتع بموارد كبيرة من طاقة الرياح، والتي تم اكتشافها بناء على بيانات أطلس الرياح:

١. منطقة خليج السويس (كثافة طاقة الرياح ٤٠٠ -٦٠٠ وات/ متر٢؛ ٤٠٠ -٥٠٠ وات/ متر٢ في المناطق الأقرب لمدينة السويس).

٢. منطقة خليج العقبة (٤٠٠ - ٦٠٠ وات/ متر٢).

٣. المنطقة الغربية، الشاطئ الغربي للنيل (٣٠٠ - ٤٠٠ وات/ متر٢).

٤. المنطقة الشرقية، شرق النيل (٣٠٠ وات/ متر٢).

٥. الصحراء الغربية، المناطق القريبة من الخارجة (٣٠٠ - ٤٠٠ وات/ متر٢).

وقد تم أيضًا اكتشاف مواقع جديدة محتملة شرق وغرب النيل في محافظتي بني سويف والمنيا، وكذلك في واحة الخارجة بمحافظة الوادي الجديد. تصل سرعة الرياح في تلك المناطق إلى ما بين ٥ - ٨ م / ث، وبالتالي، فهي مفيدة في إنتاج طاقة الرياح، بالإضافة إلى الاستخدامات الأخرى مثل ضخ المياه.

وربما يكون من المهم الإشارة إلى أن أول مزرعة رياح في مصر في الغردقة، سنة ١٩٩٣، ضمت ٤٢ وحدة تعمل بتقنيات مختلفة، وتنتج طاقة إجمالية تبلغ ٥,٢ ميجاوات. كذلك، أنشأت هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، منذ عام ٢٠٠١، سلسلة من مزارع الرياح الضخمة بالتعاون مع ألمانيا وإسبانيا واليابان والدنمارك، بإجمالي ٥٤٥ ميجاوات في ٢٠١٠/ ٢٠١١، زادت إلى ٧٥٠ ميجاوات في نوفمبر ٢٠١٥، أما في الزعفرانة فإن حجم إنتاجها (٥٤٥ ميجاوات) وجبل الزيت (٢٠٠ ميجاوات).

وقد انتقلت مصر، مع مشروع الزعفرانة، وهو من المشروعات التجريبية الصغيرة، إلى مزارع الرياح واسعة النطاق المتصلة بالشبكة وقد وصل إجمالي قدرة المشروع إلى ٣٠٥ ميجاوات، تم الوصول إليها على مراحل، بدأت بـ ٦٣ ميجاوات سنة ٢٠٠١، ثم ٧٧ ميجاوات سنة ٢٠٠٣/٢٠٠٤، ثم ٨٥ ميجاوات في يوليو ٢٠٠٦، و٨٠ ميجاوات في ديسمبر٢٠٠٧. وتنتج مزرعة الزعفرانة نحو ٠٠٠,١ جيجاوات/ساعة في السنة، مع متوسط معامل قدرة يبلغ ٤٠,٦٪.

كما خصصت الحكومة المصرية، مؤخرًا، نحو ٨٤٥,٧ كيلومترًا مربعًا في خليج السويس وشاطئ النيل لهيئة الطاقة الجديدة والمتجددة؛ من أجل تنفيذ المزيد من مشروعات طاقة الرياح. وفي ديسمبر ٢٠١٩ تم افتتاح مزرعة رياح رأس غارب، على خليج السويس، بقدرة ٢٦٢,٥ ميجاوات. سوف توفر المزرعة التي سيتم إنشاؤها بشراكة ترأسها شركة إنجي الفرنسية (إنجي ٤٠٪، وتويوتا تسوشو ٤٠٪، وأوراسكوم ٢٠٪)، الكهرباء لنحو ٥٠٠ ألف منزل. وهذا هو أول مشروع طاقة رياح يتم بنظام BOO (البناء - الامتلاك - التشغيل).

بالإضافة إلى ذلك، تقوم شركة ليكيلا (Lekela Egypt) بتطوير مزرعة غرب بكر للرياح على خليج السويس، والتي ستنتج ٢٥٠ ميجاوات من الطاقة المستدامة. ومن المقرر أن يتم إنشاء مزرعة رياح الغردقة (٢) على البر بقدرة ٥٠٠ ميجاوات، في منطقة البحر الأحمر، حيث يتم التنفيذ على مراحل، وينتظر أن يبدأ التشغيل، بمجرد انتهاء التنفيذ، في عام ٢٠٢٤.

- الكتلة الحيوية:

يشير مصطلح «الكتلة الحيوية» إلى النفايات النباتية والحيوانية التي يمكن تحويلها إلى وقود وطاقة للنقل. ونذكر من مصادر الكتلة الحيوية الصالحة لتوليد الطاقة، على سبيل المثال، محاصيل الطاقة مثل التبن وحطب الذرة (أي السيقان والأوراق) والنفايات الزراعية المتخلفة عن الحصاد، والروث، وقش القمح والأرز، والقمامة المنزلية، والنفايات النباتية والحضرية (الشكل ٧).

شكل (٧) أنواع مصادر الكتلة الحيوية التي يمكن استغلالها لتوليد الطاقة

Source: Salman Zafar, Bioenergy in the Middle East, April 14, 2022, Bioenergy Consult, accessed: https://www.bioenergyconsult.com/tag/egypt/

تمتلك مصر مصادر وفيرة للكتلة الحيوية، تشمل المخلفات الزراعية والسماد الحيواني والنفايات الصلبة التي تفرزها المدن. ويبلغ إجمالي النفايات الزراعية نحو ٣٥ مليون طن سنويًا، يتم استخدام ٤٠٪ منها في غذاء الحيوانات والباقي يمكن استخدامه في إنتاج الطاقة (ما يعادل ٥ ملايين طن من النفط سنويًا). كما يبلغ متوسط وزن النفايات الصلبة المتخلفة عن الفرد يوميًا في المناطق الحضرية، ٠,٥ كجم. أي نحو ١٠٠٠٠ طن يوميًا من منطقة القاهرة الكبرى وحدها. وقد ثبت، عمليًا، نجاح عدد من تكنولوجيات الكتلة الحيوية في مصر، بما في ذلك إنتاج الغاز الحيوي من فضلات الحيوانات في المناطق الريفية، بالإضافة إلى جمع النفايات الزراعية وتحويل مواد الكتلة الحيوية إلى قوالب لاستخدامها كوقود.

تقوم وزارة البيئة حاليًا، بالاشتراك مع وزارة التنمية المحلية، بتنفيذ برنامج لمعالجة النفايات الصلبة في المدن الكبرى. وكان مشروع الطاقة الحيوية للتنمية الريفية المستدامة، الذي يتولاه جهاز شؤون البيئة المصري، قد بدأ سنة ٢٠٠٩، بتمويل من برنامج الأمم المتحدة الإنمائي ومرفق البيئة العالمي وقد أنتج المشروع، وقام بتشغيل ٩٦٠ وحدة غاز حيوي بأحجام مختلفة في ١٨ محافظة مصرية خلال السنوات الثلاث الأولى. كذلك، تم إنشاء عشرين محطة وقود حيوي معترف بها في المجتمعات المصرية، تقدم خدماتها لأكثر من ١٠٠٠ أسرة. ويقترح مشروع الطاقة الحيوية للتنمية الريفية المستدامة إصدار قرار بتحديد تعريفة تفضيلية لأنظمة الكتلة الحيوية على غرار القرار رقم ١٩٤٧ الذي أصدره رئيس الوزراء في أكتوبر ٢٠١٤ لطاقة الرياح والطاقة الشمسية.

يعتبر استغلال الكتلة الحيوية بوصفها مصدرًا متجددًا للطاقة أمرًا حيويًا فيما يتعلق بالوفاء بأهداف الطاقة والأهداف البيئية على حد سواء. وذلك أننا إذا أخذنا النمو السريع في استخدام الطاقة في الاعتبار، فإنها قادرة على تقليص سرعة نضوب المصادر الأحفورية. فمصادر الكتلة الحيوية، خاصةً المخلفات الزراعية، يتم استخدامها، بالفعل، في المناطق الريفية، وبشكل فعال، حيث يتم حرقها في أفران مفتوحة لتوفير

الحرارة. ومن ناحية أخرى، فإن استخدام الوقود المنتج بالكتلة الحيوية لتوليد الطاقة على نطاق واسع، من شأنه أن يحقق فوائد كبيرة للبيئة. فمن الممكن الحصول على ما يصل إلى مليون طن من وقود الديزل سنويًا باستخدام نحو ١٥ مليون طن من المخلفات الزراعية. كذلك يمكن استخدام الغاز المخلق الذي يتم توليده من تغويز المخلفات الزراعية كمادة وسيطة لتصنيع الأمونيا (اليوريا) في مصر، ليكون بديلاً عن الغاز الطبيعي بشكل مباشر تمامًا. ومن الممكن أن تصل كمية الأمونيا المنتجة سنويًا، على هذا النحو، إلى سبعة ملايين طن. ومن شأن مسار التغويز (عملية تحويل المواد التي تحوي في تركيبها على الكربون إلى غاز) لإنتاج المواد الكيميائية أن يوفر عددًا من المزايا، من بينها تنمية القدرات والمساهمة في تلبية طموحات الحكومة المصرية المتمثلة في جعل الدولة رائدة في مجال الطاقة المتجددة بالمنطقة.

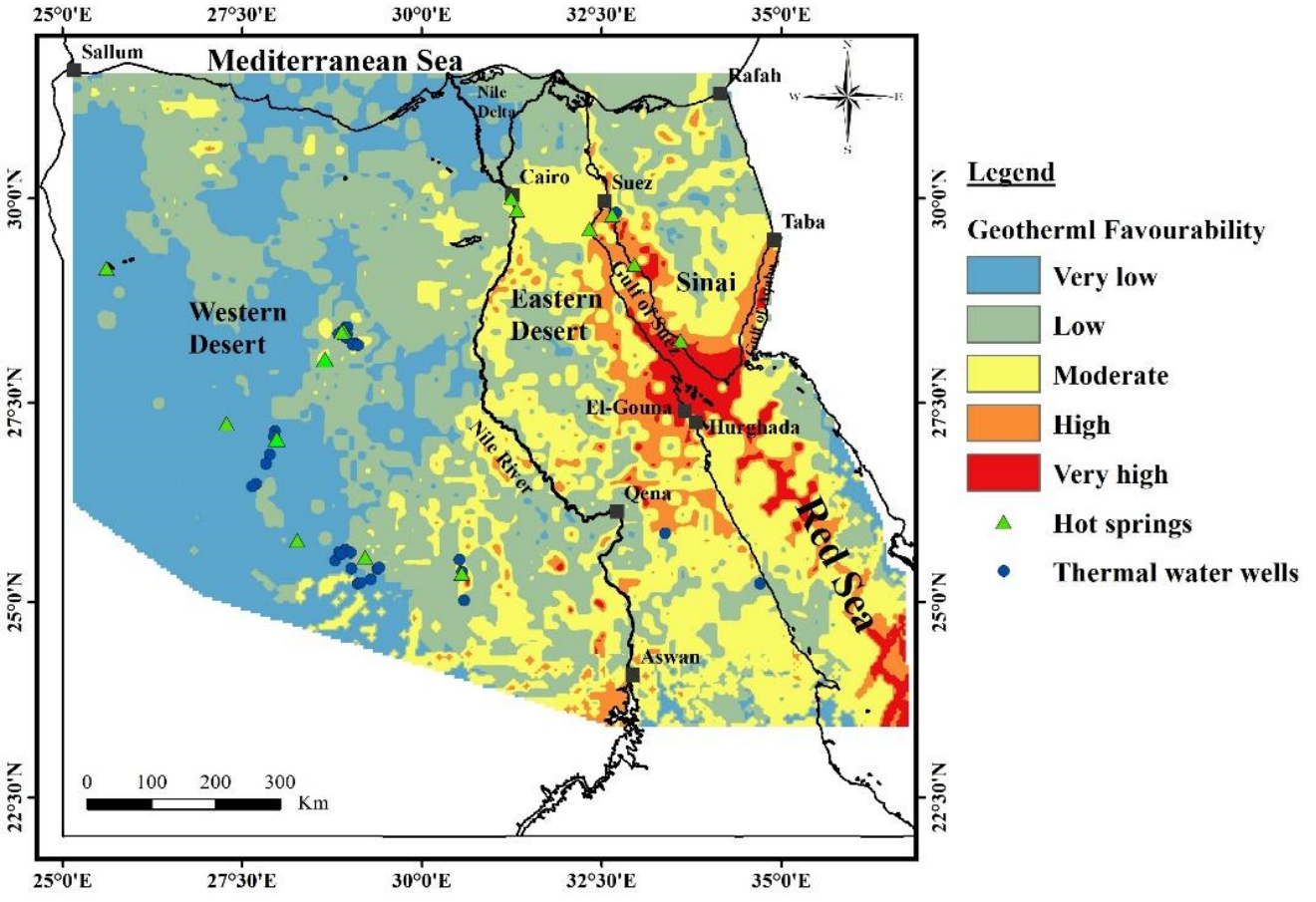
وعلى ذلك، فإن الكتلة الحيوية تحمل إمكانات هائلة للعب دور مهم في إثراء مزيج الطاقة في مصر، ومساعدة البلاد على تحقيق هدفها المتمثل في توفير مصادر طاقة صديقة للبيئة يُعتمد عليها. كذلك تنطوي الكتلة الحيوية المتمثلة في مخلفات المزارع على إمكانات هائلة لإنتاج الطاقة، وربما تستطيع لعب دور كبير في الوفاء بالطلب المتزايد على الطاقة في مصر، وذلك بحسب وكالة الطاقة الدولية.

- الطاقة الحرارية الجوفية:

الطاقة الحرارية الجوفية هي الطاقة المستمدة من باطن الأرض وهي مصدر للطاقة المتجددة. وتتمتع مصر بمصادر كبيرة من الطاقة الحرارية الجوفية نظرًا لموقعها الجغرافي في الركن الشمالي الشرقي لقارة إفريقيا، خاصةً بالقرب من حدودها الشرقية مع السودان. وقد أجمعت معظم الدراسات السابقة على أن المناطق التي تتمتع بأكبر احتمالات لوجود طاقة حرارية جوفية تقع، كقاعدة عامة، في المنطقة الشرقية من مصر، بالقرب من البحر الأحمر، وخليجي السويس والعقبة. كذلك، توجد مصادر طاقة حرارية جوفية في بعض الأماكن في الدلتا والصحراء الغربية، ولكن بدرجات حرارة تتراوح بين العادية والمنخفضة، أي يمكن استخدامها في طائفة متنوعة من التطبيقات المباشرة. وتقع المناطق التي تتمتع باحتمالات أعلى لوجود الطاقة الحرارية الجوفية على امتداد الساحل الغربي للبحر الأحمر وخليج السويس. حيث تتمتع منطقة الجونة، التي تقع جنوب خليج السويس، بإمكانات طاقة حرارية جوفية أكبر من المنطقة المحيطة بها، وربما يعود ذلك إلى المفترق الثلاثي لسيناء، الذي يربط إفريقيا وشبه الجزيرة العربية وسيناء.

وفيما يخص الأصول الحرارية الجوفية في منطقة خليج السويس، نظرًا لخصائصها الاستثنائية في هذا الأمر. حيث تتمتع منطقة حمام فرعون بإمكانات طاقة حرارية جوفية تبلغ ١٢,٤ ميجاوات، بافتراض أن درجة حرارة إمداد الطاقة الحرارية الجوفية تبلغ ٩٥ درجة مئوية. وفي محطة الطاقة الحرارية الجوفية المقترح إقامتها، سوف يبلغ معامل كفاءة التحويل التوربينية ٠,٢٦، ومتوسط العمر المتوقع ٥٠ عامًا، ومعامل الاستخلاص ٠,٢٠. ومن جانب آخر تحتوي منطقة العيون الساخنة في حمام فرعون على إمكانات حرارة جوفية أكبر قليلاً من ١٩,٩ ميجاوات، على أساس تقديرات رقمية، ما يعني ضمنيًا وجود خزان بسمك ٥٠٠ متر، وحرارة أولية ١٣٠ درجة مئوية، ومخرجات للمخزون على مدى ٣٠ سنة. بالإضافة إلى ذلك، فقد قيل إن الخزان الحراري الجوفي يشتمل على صخور صلبة ساخنة وماء سائل أحادي الطور.

شكل (٨) خريطة مناطق الطاقة الحرارية الجوفية الواعدة في مصر



Source: Abdel Zaher, M., Elbarbary, S., El-Shahat, A., Mesbah, H., Embaby, A., 2018. Geothermal resources in Egypt integrated with GIS-based analysis. J. Volcanol. Geotherm. Res. 365, 1-12.

وعلى الرغم من عدم وجود مرافق طاقة حرارية جوفية عاملة في مصر حاليًا، فقد تم إرساء عدد من التطبيقات المباشرة. وذلك لأنه قد تم البدء في استخدام المياه الحارة في البلاد بشكل مباشر منذ بدايات عصور مصر القديمة، وذلك في أغراض طبية ومنزلية، حيث استغل قدماء المصريين المياه الدافئة في العيون الساخنة للوفاء باحتياجاتهم الطبية والمنزلية. وقد سجلوا تلك الاستخدامات في عدد من أوراق البردي التي اكتُشِفت في الصحراء الغربية. أما في الآونة الأخيرة، فقد بدأ تفعيل عدد من التطبيقات المباشرة للطاقة الحرارية الجوفية منخفضة المرتبة. ومن أكثر تلك التطبيقات شيوعًا: أنظمة تدفئة المناطق، والمزارع السمكية، والتطبيقات الزراعية، والصوبات الزراعية. وعلى امتداد الساحل الشرقي لخليج السويس تم إنشاء بعض مرافق الاستجمام وحمامات السباحة التي تخدم في معظم الأحيان الأغراض الترفيهية والعلاجية، وتستمد مياهها، بشكل أساسي، من مياه الحرارة الجوفية في العيون الساخنة.

أما مصادر المحتوى الحراري المنخفض في خليج السويس، فيمكن استغلالها لتوليد الكهرباء باستخدام تقنية الدورة الثنائية القياسية. فالطاقة المولدة منها أكثر من كافية لتحلية المياه لتصبح صالحة للاستخدام

الآدمي والزراعي. وبالتالي، فهي مورد يمكن أن يفيد التنمية طويلة الأمد في شبه جزيرة سيناء. ومن الممكن استخدام الطلمبات العميقة لاستخراج المياه الحرارية من خزانات منطقة حمام فرعون، لتمدنا بمياه تبلغ حرارتها أكثر من ٨٥ درجة مئوية. هذه المياه الحرارية يمكن استخدامها لتوفير الطاقة لمحطة طاقة تعمل بالتصميم الأولي لدورة صغيرة. أما بالنسبة للتطبيقات المباشرة للطاقة الحرارية، فيمكن استخدام المياه الحرارية السطحية في حمامات فرعون في طائفة متنوعة من الأغراض المختلفة.

يوضح (جدول٥) استخدام موارد الطاقة الحرارية الجوفية في التدفئة المباشرة في مصر. ويتضح من الجدول أن أكثر التطبيقات انتشارًا هي الاستحمام، والسباحة، والصوبات الزراعية، وتدفئة المساحات. كما أن المياه الحرارية في العيون الساخنة في حمام فرعون يمكن استخدامها لتوليد الكهرباء في محطات الطاقة الحرارية الجوفية منخفضة الغليان. ويمكن توليد كهرباء بالطاقة الحرارية الجوفية تصل إلى ١٩,٦٨ ميجاوات.

جدول (٥) الاستخدام المباشر للطاقة الحرارية الجوفية في مصر

الاستخدام	الطاقة العاملة (ميجاوات)	الاستخدام السنوي للطاقة (تيراجول/سنة = ١٠١٢/جول/سنة)
تدفئة المساحات المنفردة	٠,٣	٣
تدفئة المناطق	١,٥	٣
تدفئة الصوبات الزراعية	١	١٠
الاستحمام والسباحة	٤	٦٠
الإجمالي	٦,٨	٨٨

Source: Lashin, A., 2007. Evaluation of the geothermal potential around the coastal parts of the Gulf of Suez, Egypt, using well logging and the geothermometer data. J. Appl. Geophys., 6 (2), 215-248.

- الطاقة النووية:

يمكن إنتاج الطاقة النووية بتفتيت الذرة في وجود مفاعل لتسخين المياه حتى تتحول إلى بخار يُستخدم لتشغيل توربينات لتوليد الكهرباء. وسوف يكون مشروع محطة الضبعة النووية أول محطة طاقة نووية في مصر، حيث تقع في محافظة مطروح على ساحل البحر الأبيض المتوسط، على بعد نحو ٢٥٠ كيلومترًا غرب الإسكندرية. وكانت الحكومة المصرية قد وقعت، في نوفمبر ٢٠١٥، عقدين مع الحكومة الروسية لبناء وتمويل محطة الضبعة للطاقة النووية. وتمت بالفعل مراحل المسح الهندسي الأولية في ٢٠١٦، ثم المسح الهيدروجرافي والهيدروجيولوجي في السنة التالية، ٢٠١٧. يتميز موقع المحطة بقربه من خطوط السكك الحديدية والطرق البرية. كذلك يتسم الموقع بأنه منخفض النشاط الزلزالي الإقليمي، مع توافر إمدادات مناسبة من مياه التبريد.

سيشتمل المرفق، تحديدًا، على أربعة مفاعلات نووية VVER-1200 من نوع AES-2206، يستطيع كل منها أن يولد ١,٢ جيجاوات من الكهرباء. ومن المقرر، حسب الخطط الحالية، أن يبدأ المفاعل الأول في التشغيل التجاري سنة ٢٠٢٦، بينما تبدأ الثلاثة الأخرى في ٢٠٢٨. ومفاعل VVER-1200 هذا مفاعل ماء مضغوط من الجيل الثالث المتوافق تمامًا مع جميع معايير الأمان الدولية، وكذلك مع القيود التي فرضتها الوكالة الدولية للطاقة الذرية في أعقاب كارثة محطة فوكوشيما النووية. وهو مصمم لتحمل اصطدام طائرة ركاب تزن ٤٠٠ طن وزلازل تتراوح قوتها بين ٦-٩ درجات بمقياس ريختر لشدة الزلازل. يتوقع أن يعمل المرفق لمدة ٦٠ سنة في ظل ظروف عادية. هذا المشروع من المنتظر أن يساهم في النمو الاقتصادي والصناعي بالبلاد، حيث إنه من المتوقع أن يوفر ما يصل إلى ٥٠ ألف فرصة عمل جديدة على امتداد فترة بنائه.

- الهيدروجين الأخضر:

ينتج عن احتراق الهيدروجين طاقة على شكل حرارة، بالإضافة إلى ناتج ثانوي هو الماء، وبالتالي، فهو مصدر نظيف للطاقة، بيد أن توليد الهيدروجين نفسه يتطلب وجود طاقة في المقام الأول. ومن الممكن أن يسهم الهيدروجين المولد من مصادر طاقة متجددة في تحقيق أهداف الحكومة المتعلقة بتقليص الانبعاثات الكربونية، حيث إنه يمكن استخدامه كبديل للوقود الأحفوري في السيارات وغيرها من الاستخدامات. وكل الهيدروجين المولد اليوم تقريبًا هو مشتق من وقود أحفوري، ومن شأن استخدام خلايا الوقود الضوئية - التي تعتمد على الطاقة الشمسية تفكيك خلايا الماء، وإنتاج غاز الهيدروجين - أن تزيد من توافر الهيدروجين النظيف.

تستهلك مصر، حاليًا، كل الهيدروجين المنتج محليًا على المستوى المحلي، حيث يدخل في صناعة الأسمدة وتصنيع الأمونيا التي يجري استخدامها لصناعة الأسمدة النيتروجينية. وقد بلغ إنتاج مصر من الأمونيا ٤,٢ ملايين طن سنة ٢٠١٩، وبتقدير أن الهيدروجين يمثل نحو ١٨٪ من وزن الأمونيا، فإن قطاع الأسمدة قد استخدم نحو ٧٥٦ ألف طن من الهيدروجين في عام ٢٠١٩.

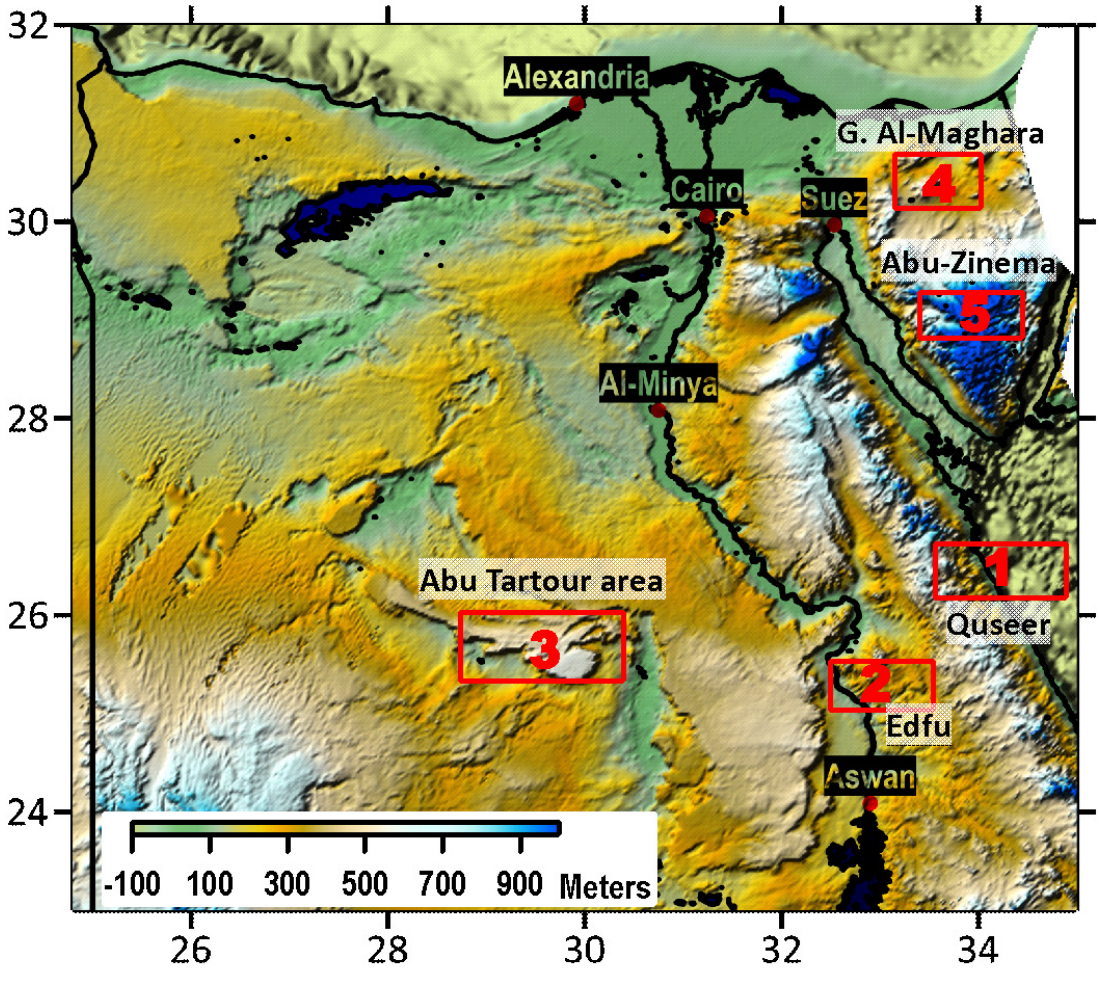
في هذا السياق تبذل مصر عددًا من الجهود، وتضطلع بعدد من المشروعات التي تهدف إلى تطوير الهيدروجين منخفض الكربون. ومن ذلك أنها وقعت خطاب نوايا مع شركة سيمنز الألمانية في يناير٢٠٢١، لتصنيع الهيدروجين الأخضر في مصر. وتلا ذلك تطوير خطاب النوايا إلى مذكرة تفاهم مع الشركة القابضة للكهرباء في مصر، في أغسطس ٢٠٢١ «للتعاون في تأسيس عمل تجاري خاص بالهيدروجين في مصر قادر على التصدير». ويشمل ذلك «إنشاء محطة تجريبية بسعة تحليل كهربائي من ١٠٠ إلى ٢٠٠ ميجاوات». كذلك أبرمت مصر اتفاقًا مع شركة ديمي البلجيكية، في أبريل ٢٠٢١، لتطوير توليد الهيدروجين الأخضر في مصر. كما وقعت شركة إيني - كبرى شركات النفط والغاز الإيطالية- اتفاقية مع الشركة القابضة للكهرباء وإيجاس، في يوليو ٢٠٢١ لدراسة الجدوى الفنية والاقتصادية لمشروعات توليد الهيدروجين في البلاد.

وفي أكتوبر ٢٠٢١، تم إبرام اتفاق بين شركتي فرتيجلوب المصرية وسكاتك النرويجية لإقامة مشروع لإنتاج الهيدروجين الأخضر والأمونيا الخضراء في موقع قريب من العين السخنة على ساحل البحر الأحمر. هذا فضلًا عن تلقي مصر ستة عروض من ست شركات مختلفة في مايو ٢٠٢١ لإقامة مشروعات الهيدروجين الأخضر في البلاد.

- النفط الصخري:

يشير تعبير «النفط الصخري» إلى الترسبات الغنية بالكيروجين التي يمكن أن توفر النفط وغيره من المنتجات القيمة عند معالجتها، ويقصد به، كذلك، كمية النفط التي يمكن استخراجها من الصخر. على أن تكلفة إنتاج النفط الصخري أعلى بكثير من تكلفة إنتاج النفط التقليدي. فالبرميل الواحد منه يتكلف إنتاجه ما بين ٣٠ و٦٠ دولارًا أمريكيًا. وقد أجريت سلسلة من الدراسات الجيولوجية، خلال السنوات القليلة الماضية، بغية التوصل إلى فهم أفضل لترسبات النفط الصخري في مصر، وتم بالفعل اكتشاف ترسبات نفط صخري في أنحاء عدة، في الصحراوين الغربية والشرقية، وكذلك في شبه جزيرة سيناء. (شكل ٩)

شكل (٩) مواقع النفط الصخري في مصر موقعة على خريطة طبوغرافية



Source: Moustafa, E., Noah, A., Salem, A., Nehad, A., Amir, M., Nosr, M., Awad, R., Gomaa, M., Moussa, M., 2014. Evaluation and Analysis of Oil Shale in Quseir-Safaga and Abu-Tartur Western Desert, Egypt. Journal of Surface Engineered Materials and Advanced Technology 4, 53-65.

عادةً ما يُطلق على الرمال الغنية بالمواد العضوية في تكوينات جبال دوي بالصحراء الشرقية والداخلة، والتي تعود إلى العصر الكامباني- الداني في مصر تعبير «النفط الصخري». تقع تلك المنطقة على خطوط العرض المركزية في مصر، ولكنها تمتد جنوبًا إلى واحة كركور. فحزام النفط الصخري يمتد حول الكرة الأرضية، ويعتبر حزامًا غنيًا بالنفط والغاز في العديد من المناطق، لا سيما في الشرق الأوسط. وتقدر الترسيبات الجيولوجية للنفط الصخري في الموقع بدرجة ٨٠٠ كيلو كالوري / كجم في منطقة القصير بأكثر من ٩ مليارات طن، يمكن من خلالها إنتاج ٥,٤٨ مليارات برميل. كذلك يتوقع أن توفر منطقة وادي النيل، التي لم يتم استكشافها بعد، موارد واعدة للغاية وتجدر الإشارة، أيضًا، إلى اكتشاف نفطي آخر مهم في سلسلة جبال دوي بالصحراء الشرقية، يتوقع أنه يحتوي على مخزون نفطي يبلغ أكثر من ٤,٨ مليارات برميل. ويقال أيضًا إن هناك ١,٢ مليار برميل من النفط بالقرب من أبو طرطور في الصحراء الغربية. هذا فضلا عن أماكن أخرى، تشمل زوغ البحار (٢,٥ مليار برميل)، وغرب يونس (٢ مليار برميل)، وأبو شيالة (مليار برميل).

يعتقد الخبراء أن مصر تمتلك نحو ١٦,٥ مليار برميل من النفط، استنادًا إلى التركيب الجيولوجي لمواقع النفط الصخري المعترف بها. وتقع أغنى ترسيبات نفط صخري في الصحراء الشرقية، بالقرب من القصير- سفاجا. ويُعتقد أن هذا الخزان يحتوي على نحو ٩ مليارات طن من النفط الصخري، ويمكن أن يُستخرج منها نحو ٤,٥ مليارات إلى ٥ مليارات برميل من النفط الخام. ويتم استخدام الكيروجين من الفئتين (١)، و(٢) في معظم الأحيان لإنتاج النفط، بينما يمكن استخدام الفئة الثالثة من الكيروجين في استخراج الغاز. فعندما يتم تسخين المادة كيميائيًا، تحدث عملية تسمى الانحلال الحراري، فتتحرر الهيدروكربونات، لنحصل على نسخة مصنعة من الخام. ويجب في هذه الحالة أن يتم تسخين الكيروجين إلى معدل يتراوح بين ٣٥٠- ٤٠٠ درجة.

وفي هذا السياق، تجدُر الإشارة إلى أن مستوى الكربون العضوي الكلي في هضبة أبو طرطور ٣,٦٪، في حين أنه يبلغ أكثر من ١٤٪ في منطقة القصير، وذلك باستخدام عينات اللب الصخري. وبلغ أعلى مستوى من الكربون العضوي الكلي المسجل في منطقة القصير، باستخدام العينات الأحادية نحو ٢٤٪. ولا يتعلق الأمر فقط بانخفاض مستويات الكربون العضوي الكلي في أبو طرطور، ولكن أيضًا بنوعية الكيروجين، والذي هو من أصل أرضي إلى حد كبير (ترتفع احتمالات احتوائه على الغاز)، وتركيبه الصخري صلصالي في معظمه. إن الثراء العضوي في منطقة القصير- سفاجا يتميز بارتفاع المعدلات، حيث يصل متوسط الكربون العضوي الكلي إلى نحو ٥٪ في تسلسل بسمك ١٦٠ مترًا، مع كيروجين من النوعية ١، أو نوعية مختلطة ١+٢، من أصل بحري في الغالب (ترتفع احتمالات احتوائه على النفط). ويتمتع تكوين الداخلة (ماسترختيان- دانيان) بأعلى ثراء عضوي وجودة كيروجين، بينما يتسم تكوين القصير (كامبانيان) بالمستوى الأدنى.

إجمالا، يمكن القول إن النفط الصخري يعد مصدرًا مجديًا للطاقة في مصر يتطلب أولاً إحراز التكنولوجيا العالمية تقدمًا كبيرًا، أو ارتفاع أسعار النفط ارتفاعًا هائلاً، أو توافر جهود استثمارية منسقة بين الحكومات. وفي الإطار نفسه، يجب أن تقوم مصر بحفر آبار استكشافية وإجراء دراسات جيولوجية قبل النظر في استخدام ترسيبات النفط الصخري فيها.

- طاقة الأمواج والمد والجزر:

يؤدي المد والجزر إلى ارتفاع في مياه المحيط تنتج عنه طاقة، يمكن استغلالها في توليد الكهرباء. طاقة المد والجزر إذن نوعٌ متجدد من الطاقة يمكن استخدامه في طائفة متنوعة من العمليات المفيدة مثل إنتاج الكهرباء، وتحلية المياه، وضخ المياه. وتعتبر طاقة الأمواج أيضًا نوعًا من الطاقة المتجددة، والتي غالبًا ما يُنظر إليها على أنها المصدر الأكثر وفرة من طاقة المحيطات على مستوى العالم، من حيث الحجم الإجمالي. وتتمتع مصر بسواحل يبلغ طولها أكثر من ٣٠٠٠ كيلومتر، وتتباين ظروفها الطبيعية. يتطلب بناء برنامج لطاقة الأمواج في مصر تقييم كمية طاقة الأمواج المتوافرة على امتداد سواحل البلاد. وفي ظل تسارع معدلات التحضر، لاسيما في المناطق الساحلية، وكذلك التنمية المتواصلة للمناطق النائية لتخفيف الضغط السكاني على الوادي والدلتا وخلق فرص جديدة لتنمية المجتمعات في مناطق جديدة، قد تثبت طاقة الأمواج أنها بديل مجدٍ للطاقة يمكن استخدامه في توليد الكهرباء وتحلية المياه.

ويمكن القول إنه من أهم خصائص طاقة أمواج البحر هو أنها الأعلى في كثافة الطاقة من بين كل مصادر الطاقة المتجددة. فقد يصل متوسط طاقة الأمواج السنوية في البحر الأبيض المتوسط إلى ٢٧٥ ميجاوات ساعة/م، بينما تتراوح طاقة الموجة لكل متر عرض في سيدي براني من ٢ إلى ٥ كيلووات/ م، طوال السنة، وذلك حسب الموسم. ويمكن استخدام كمية الكهرباء، الناتجة عن تحويل تلك الموجات إلى كم كبير من الطاقة، ومن ثمَّ تحلية المياه المالحة. وبالتالي، فسوف تساعد تلك العملية في توليد طاقة و/أو ماء عذب من الطاقة المتجددة.

وقد تم إجراء تقييم للطاقة المولدة من مصادر طاقة تيارات المد والجزر الثلاثة في مصر باستخدام توربين واحد ذي قطر دوار يبلغ ١٦ مترًا (جدول ٦)، فتوصلوا إلى أن الطاقة القصوى الناتجة عن نهر النيل أكبر من الطاقة الناتجة عن تياري البحرين الأحمر والمتوسط معًا، وذلك نظرًا لأن قوة تيار النيل أشد منهما. بيد أن مزارع طاقة المد والجزر التي يمكن بناؤها في البحرين الأحمر والمتوسط قد تتيح خيار تحسين الإنتاج الإجمالي للطاقة، إذ يمكن استخدام عدد أكبر من التوربينات في كل موقع في البحرين.

جدول (٦) استغلال مصادر طاقة المد والجزر الثلاثة الممكنة في مصر

المصدر	السرعة القصوى للتيار (م/ث)	أقصى إنتاج للطاقة (ميجاوات)
البحر الأحمر	١	٠,١
البحر الأبيض المتوسط	١,٥	٠,٣٥
نهر النيل	٢	٠,٨

Source: Dajani, S., Shehadeh, M., Hart, N., Cheshire, D., 2012. Aspects of Tidal Power Resources in Egypt. RAEPS Conference, Helnan Palestine Hotel, Alexandria, 3. 5. April 2012.

اتجاهات الطاقة المتجددة في مصر

لقد أحرزت مصر بالفعل تقدمًا كبيرًا فيما يتعلق بخلق بيئة تشريعية وتنظيمية ومؤسسية مواتية لاستخدام الطاقة المتجددة، فضلاً عن جمع الخبرات عند تنفيذ مجموعة متنوعة من مشروعات الطاقة المتجددة، خاصةً فيما يخص توليد الطاقة من الشمس والرياح. ورغم ذلك، فلا تزال مصادر الطاقة المتجددة تمثل أقل من ٥٪ من إجمالي استهلاك الطاقة، ولا يزال الوقود الأحفوري مهيمنًا على مزيج الطاقة.

وتعتمد سياسة الحكومة المصرية فيما يتعلق بالطاقة على تنويع مصادرها مع إعطاء الأولوية لتنفيذ مشروعات إنتاج الطاقة من المصادر المتجددة، والتي يتولى القطاع الخاص تنفيذ معظمها. وتطمح مصر إلى أن تصبح نقطة محورية على خريطة الطاقة لتربط بين إفريقيا وآسيا وأوروبا، وذلك من خلال تحسين الربط بشبكات الكهرباء في المنطقة العربية وما وراءها. ومن المتوقع، حسب استراتيجية الطاقة المتكاملة والمستدامة، أن توفر الطاقة المتجددة ٤٢٪ من إجمالي حجم الطاقة بحلول عام ٢٠٣٥.

وفي هذا السياق، يقدم قانون الاستثمار الجديد، الذي صدر في ٣١ مايو ٢٠١٧، حافزًا استثماريًا خاصًا للمشروعات التي تولد الطاقة المتجددة أو تعتمد عليها، حيث تتمتع تلك المشروعات بخصم ٣٠٪ من صافي الأرباح الخاضعة للضريبة طيلة السنوات السبع الأولى من عمر المشروع. كذلك يخفض القانون نسبة الرسوم الجمركية الموحدة المفروضة على جميع المعدات والآلات اللازمة للمشروع إلى ٢٪ فقط، بدلاً من ٥٪. وإذا كان نشاط شركة المشروع استراتيجيًا، فقد تُمنح الأرض مجانًا؛ وإلا، فيتم تأجير الأرض مقابل رسم سنوي يبلغ ٢٪ من الناتج (بحسب قانون الطاقة المتجددة).

كذلك أولت الحكومة المصرية اهتمامًا خاصًا بالعناصر البيئية في استراتيجيتها للطاقة،

فأصدرت عددًا من القوانين واللوائح لحماية البيئة. فقد صدر تشريع بيئي سنة ١٩٩٤ ينُص على إنشاء جهاز شؤون البيئة، وتمثلت مهامه الرئيسة في تخطيط ومتابعة المشروعات، وكذلك تنفيذ مشروعات تجريبية. فضلًا عن ذلك، تعين على أي محطة كهرباء، حتى تحصل على ترخيص، أن تتقدم بتقييم للأثر البيئي إلى جهاز شؤون البيئة لفحصه وإقراره. بالإضافة إلى ذلك، فقد تم تحديد معايير لنسب تلوث الماء والهواء الناتج عن نشاط مشروعات محطات الكهرباء.

إجمالا، لقد تزايدت الحاجة إلى الكهرباء بوصفها الشكل المقبول للطاقة القابلة للنقل خلال العقود الماضية، مما استلزم تزايدًا مستمرًا في إمدادات الطاقة. كذلك فإن من بين ما تشمله طموحات مصر التنموية استصلاح الأراضي، وإنتاج الغذاء، والصناعة، وتنمية المجتمع. وهوما دفع الدولة إلى محاولة تنويع مصادر الطاقة من خلال استغلال موارد جديدة للطاقة، قد يتسنى الحصول عليها بأسعار تنافسية، وذلك خدمةً لمبادراتها المتعلقة بالتنمية المستدامة. ومن جانب آخر، فإن مصر تشهد تزايدًا في الطلب على الطاقة البديلة النظيفة والمتجددة، نتيجةً لمحدودية مصادر المياه والوقود الأحفوري، وكذلك لتزايد الشواغل البيئية. وهنا، فقد توفر مصادر الطاقة التي لم تستغل في السابق أنواعًا أكثر من الطاقة المتجددة للوفاء بالاحتياجات الملحة من الطاقة، وكذلك إتاحة الفرصة لزيادة كمية الكهرباء التي تصدرها البلاد.

فـي هـذا السـياق تعتـزم مصـر زيـادة إمـدادات الكهربـاء المولـدة مـن المصـادر المتجـددة لتصـل إلـى٤٢٪ بحلـول عـام ٢٠٣٥، وذلـك فـي إطـار اسـتراتيجيتها المتكاملـة للطاقـة المسـتدامة ٢٠٣٥، والتـي تبنـى علـى اسـتراتيجيات سـابقة. فمصـر تتوقـع أنهـا سـوف تنتـج، بحلـول ٢٠٣٥، مـا نسـبته ١٤٪ مـن احتياجاتهـا مـن الكهربـاء مـن طاقـة الريـاح، و٢٪ مـن الطاقـة الكهرومائيـة، و٢٥٪ مـن الطاقـة الشمسـية. ويتوقـع أن يتولـى القطـاع الخـاص توفيـر معظـم تلـك القـدرة.

وربمـا يكـون مـن المهـم ذكـر أنـه علـى الرغـم مـن تمتـع مصـر بالعديـد مـن مصـادر الطاقـة المتجـددة، فقـد تركـزت اسـتراتيجيتها الحاليـة علـى الطاقـة الشمسـية وطاقـة الريـاح فقـط، ولـم تـول اهتمامًـا كافيًـا لبعـض مصـادر الطاقـة الأخـرى. كذلـك يجـب أن يتزايـد الاعتمـاد علـى المصـادر المتجـددة للطاقـة بشـكل أسـرع وأوسـع لتحقيـق انتقـال للطاقـة يفـي بالأهـداف المناخيـة، ويضمـن نفـاذًا شـاملاً للكهربـاء، ويقلـل تلـوث الهـواء، ويعـزز أمـن الطاقـة. ويتطلـب تعزيـز مسـاهمة الطاقـة المتجـددة فـي إنتـاج الطاقـة علـى المسـتوى المحلـي:

١. يتعيـن وضـع أهـداف محـددة للطاقـة المتجـددة لتحقيـق غـرض محـدد، مثـل الحـد مـن ثانـي أكسـيد الكربـون، أو مـن تلـوث الهـواء، أو تعزيـز أمـن الطاقـة، مـع مراعـاة الاتسـاق التـام بيـن سياسـات الطاقـة المتجـددة وسياسـات كفـاءة الطاقـة.

٢. تشـجيع الاسـتثمار فـي مجـال الطاقـة المتجـددة، وذلـك مـن خـلال إصـدار القوانيـن واللوائـح التـي تمنـح تسـهيلات وحوافـز للمسـتثمرين فـي مجـال الطاقـة المتجـددة.

٣. إلـى جانـب مـوارد الطاقـة الشمسـية وطاقـة الريـاح، يجـب أن نولـي اهتمامًـا مماثـلاً لمصـادر الطاقـة البديلـة الأخـرى، مثـل الكتلـة الحيويـة، والطاقـة الحراريـة الجوفيـة، والهيدروجيـن الأخضـر.

٤. الاتجـاه نحـو تعديـل الاسـتراتيجيات والخطـط بشـكل دوري، لمواكبـة التطـورات الاقتصاديـة والتقـدم الفنـي المهـم علـى المسـتويين الوطنـي والإقليمـي.

٥. دعـم الابتـكار فـي مجـال الطاقـة المتجـددة مـن خـلال البحـث والتطويـر والمشـروعات العلميـة الوطنيـة والمشـاركة فـي أنشـطة التعـاون الدولـي مـن أجـل تجميـع القـدرات الوطنيـة واسـتكمالها.

٦. مسـاعدة الـدول الإفريقيـة والتعـاون معهـا، لتعظيـم اسـتخدامها لمـوارد الطاقـة المتجـددة، وذلـك بالتوسـع فـي مبـادرات قطـاع الكهربـاء المصـري. فبلـدان شـرق إفريقيـا، مثـل: (تنزانيـا، وإثيوبيـا، وإريتريـا، وكينيـا، وأوغنـدا، ورواندا...) علـى سـبيل المثـال، تتمتـع بإمكانـات طاقـة حراريـة جوفيـة هائلـة تسـمح بتوليـد الكهربـاء واسـتخدامها بشـكل مباشـر، ولكـن معظمهـا لا يـزال غيـر مسـتغل. فالاسـتفادة مـن تلـك المـوارد يمكـن أن توفـر مصـدرًا متجـددًا، ورخيصًـا، ومسـتقرًا للطاقـة.

❖ الطاقة المتجددة في المغرب

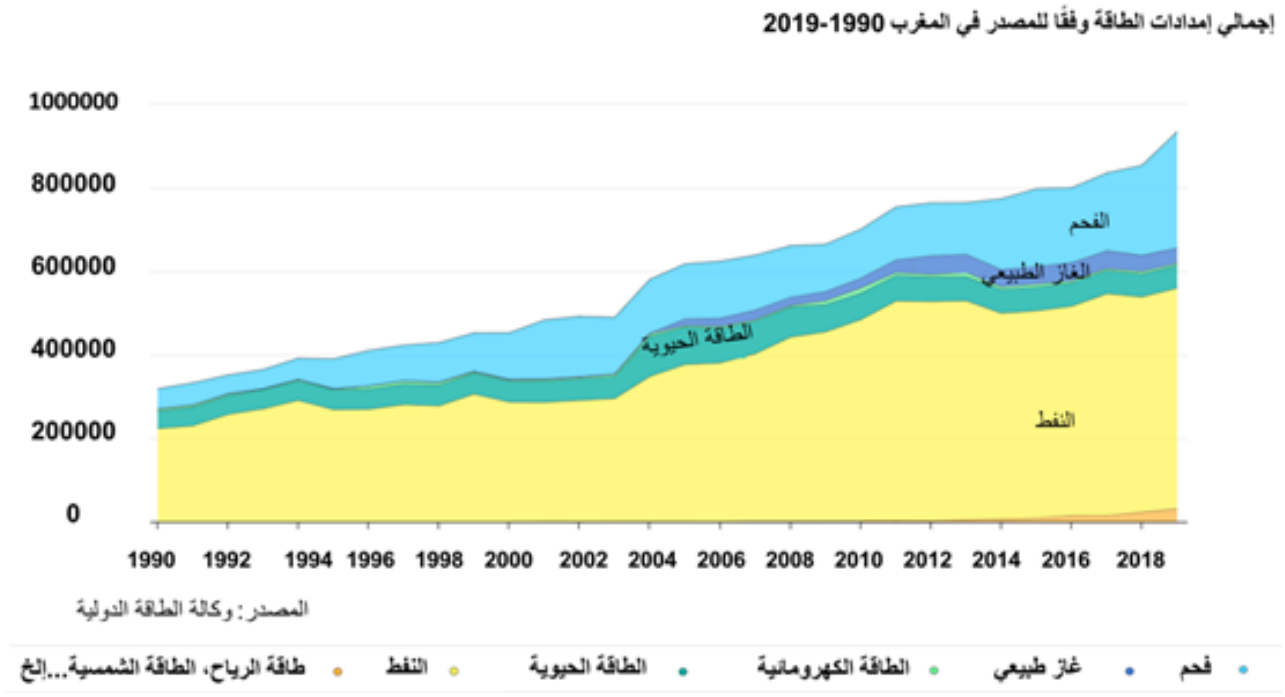
اجتذب قطاع الطاقة المتجددة في المغرب عددا معتبرا من الاستثمارات الأجنبية المباشرة، دعمتها التمويلات والتوجيه من قبل المؤسسات التمويلية الدولية، مثل: البنك الإفريقي للتنمية وبنك الاستثمار الأوروبي وصناديق الاتحاد الأوروبي والبنك الدولي (مثلًا، عن طريق منحة التكنولوجيا النظيفة)، ومؤسسة التمويل الدولية، بالإضافة إلى الوكالات القومية مثل بنك الائتمان لإعادة التنمية والمؤسسة الألمانية للتعاون الدولي والوكالة الفرنسية للتنمية. وقد وضعت خطة المغرب للنهوض بالصناعة في لائحة استثمار جديدة أصدرت في عام ٢٠١٧. يتضمن ذلك مبادرات لتحفيز قطاع الصناعة، خاصة (صناعة السيارات) من خلال الاستثمار الأجنبي المباشر، والمشروعات المشتركة والتكامل الاقتصادي المحلي، بالاستناد إلى خبرة قطاع الطاقة المتجددة. وفي الأعوام الأخيرة، نتج عن التحسن في ميزان الاستثمار-التوفير الحكومي، بالإضافة إلى الانخفاض في أسعار البترول عالميا، أن حدث انخفاض معتبر في الحسابات الجارية وعجز الموازنة.

كما ساعد الإلغاء التدريجي لدعم معظم منتجات الطاقة، الذي بدأ في عام ٢٠١٣ عندما كانت أسعار البترول منخفضة، الحكومة على تحقيق الاستقرار المالي وتخفيض الدين. وأيضا ساعد على استكمال إصلاحات الدعم، مع الإدارة الرشيدة للموازنة والسيطرة المالية المحكمة على خفض عجز الموازنة إلى ٣,٥ ٪ من الناتج المحلي الإجمالي في ٢٠١٧، مع الاحتفاظ بالدين العام ثابتا عند ما يقرب من ٦٥,١٪ من الناتج المحلي الإجمالي، بينما في عام ٢٠١٧، مثل قطاع الخدمات أكثر قليلا من نصف الناتج المحلي الإجمالي، حيث تستورد المغرب كل موارد الطاقة تقريبًا، وتأتي في شكل بترول وغاز طبيعي وفحم. ونتيجة لذلك الاعتماد الكبير على الوقود الأحفوري المستورد، بذلت الحكومة جهودا متضافرة لأجل خفض الاستيراد، والانتقال إلى مصادر الطاقة المتجددة، وإلى إنفاذ أنظمة لكفاءة استهلاك الطاقة في مقابل الطلب المتزايد عليها في اقتصاد يزدهر ويتطور سريعا.

- حالة الطاقة والكهرباء والتغير المناخي في المغرب:

بدأت حكومة المغرب في إصلاحات في مجال الطاقة من أجل مساعدة اقتصاد البلاد على الانتعاش في مناطق الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، بالإضافة إلى الوصول للأسواق الإقليمية والعالمية ودعم النهوض بالموارد الأصلية. فقد قامت الحكومة بزيادة انخراطها في النشاط العالمي من أجل المناخ عن طريق التصديق على اتفاقية باريس، وإقامة استراتيجية قومية جديدة للمناخ، واستضافة مؤتمر الأمم المتحدة للأطراف (COP22) في مراكش عام ٢٠١٦. حيث تساعد تنمية الطاقة المتجددة المغرب على الوفاء بالتزاماته في مجالي الطاقة النظيفة والتغير المناخي، بالإضافة إلى تحسين أمن الطاقة، وقد انتهت الحكومة تقريبًا من استكمال إمداد سكان الريف بالكهرباء وتعمل على تطوير المصادر الكبيرة للبلاد من الطاقة المتجددة. مع ذلك، فإن التقدم في خفض كثافة استهلاك اقتصاد المغرب للطاقة لايزال أكثر صعوبة. بينما تزداد القوة الهائلة لمصادر الطاقة المتجددة بسرعة، ينخفض إسهامها في إجمالي الاستهلاك النهائي بشكل ملحوظ خلال العقد الأخير، حيث يزداد الطلب على الطاقة. وتتزايد طموحات المغرب في الطاقة المتجددة، مما يشجع الحكومة على استهداف استخدام المصادر الحديثة للطاقة المتجددة في المساكن والمواصلات لتحقيق الهدف السابع من أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة، والذي يتطلب زيادة كبيرة في نصيب الطاقة المتجددة (٥٢٪) من مزيج الطاقة بحلول ٢٠٣٠.

شكل (١٠) إمدادات الطاقة في المغرب



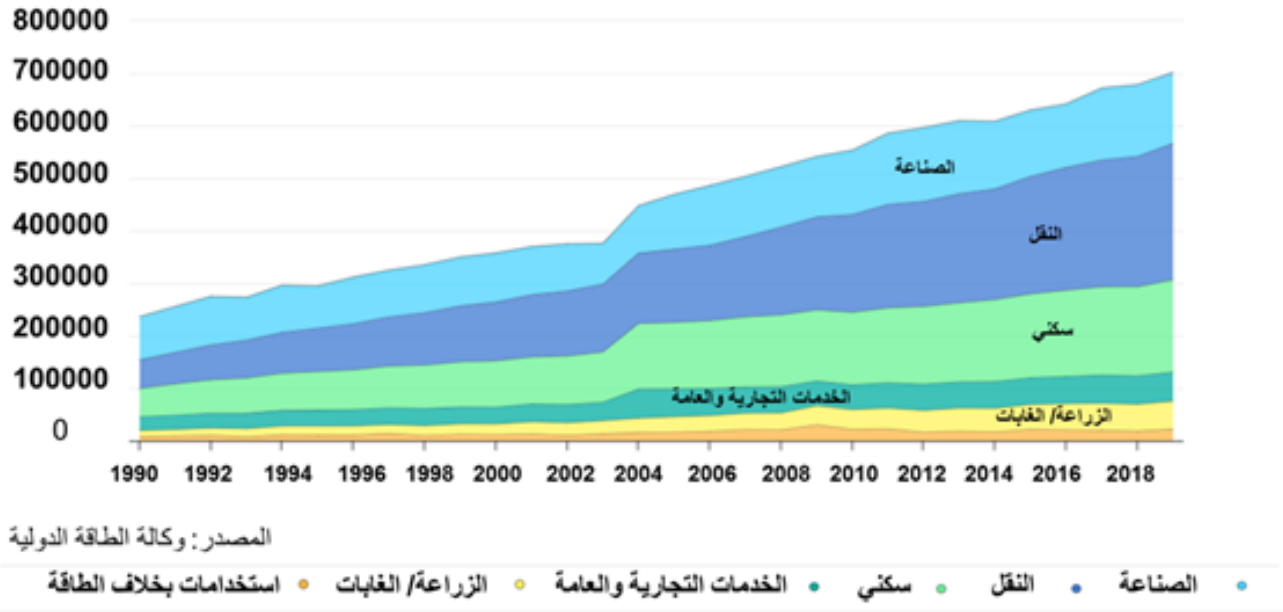
المصدر: معلومات وإحصائيات وكالة الطاقة الدولية ٢٠٢٢

كما يوضح الشكل رقم (١٠)، يعتمد المغرب في أغلب الطلب المحلي من الطاقة على الوقود الأحفوري، وهو يمثل ٦٨٪ من القدرة المركبة في المغرب، أما نسبة الـ ٣٢٪ الباقية فهي من مصادر الطاقة المتجددة؛ ومعظمها مائية أو شمسية أو من الرياح. ورغم أن المغرب ينتج بعض النفط والغاز الطبيعي للاستهلاك المحلي، فإنه يضطر إلى استيراد معظم احتياجاته من الوقود الأحفوري، فيأتي ٩٣٪ من استهلاك المغرب الأساسي الكلي من الطاقة من النفط والغاز الطبيعي والفحم. ويحاول البلد تلبية الطلب المتزايد على الطاقة مع تقليل الاستيراد عن طريق استغلال إمكاناته الكبيرة في مجال الطاقة المتجددة.

وصلت إمدادات الطاقة الأولية الكلية في المغرب إلى ٢٠,٥ مليون طن من مكافئ النفط في ٢٠١٧، بزيادة قدرها ٣١٪ عن عام ٢٠٠٧؛ حيث بلغت نحو ١٥,٦ مليون طن. كما ازدادت إمدادات الطاقة الأولية الكلية بمتوسط ٢,٤٪ سنويًا على مدى العقد السابق بموازاة النمو الاقتصادي الكلي للبلاد. فقد نمت الإمدادات الكلية من الوقود الأحفوري بنسبة ٣٧٪ بين عامي ٢٠٠٧ و٢٠١٧. كما حدثت زيادة كبيرة في إمدادات الغاز الطبيعي (٨٧٪) بدعم من الاستيراد على نطاق واسع من الجزائر بين عامي ٢٠٠٥- ٢٠١٢، مع ذلك، استقر معدل استهلاك الغاز خلال العقد المنصرم على ما يقرب من ١,٢٢ بليون متر مكعب سنويًا. باقي إمدادات الطاقة الأولية الكلية كانت تأتي من الوقود الحيوي والمخلفات (٧٪) والكهرباء المستوردة (٢٪) وإسهامات ضئيلة من الطاقة المائية والشمسية وطاقة الرياح (٢٪) مجتمعة. مع ذلك، تزداد مصادر الطاقة المتجددة بسرعة كبيرة. ففي العقد المنصرم ازدادت الطاقة المائية بنسبة ٢٩٪، بينما زادت الطاقة الشمسية وطاقة الرياح مجتمعتان ١٥ ضعفًا. أما إمدادات الطاقة من الوقود الحيوي والمخلفات فقد انخفضت بنسبة ٢٩٪، سوف يكون مزيج الطاقة المتوقع في الخطة القومية للطاقة من الاختيارات التكنولوجية، مع وجود عروض متنوعة

تسمح بالإتاحة لفئات اجتماعية ومهنية أكبر، حيث سيلعب الغاز (الغاز الطبيعي المسال) دورًا كبيرًا في إنتاج الطاقة في هذا العقد. والهدف هو أن يعوض الغاز عن التذبذب في الطاقة المتجددة، حيث سيزداد مدى اختراق الأخيرة. برنامج تنمية الغاز الطبيعي المسال هو خطة استراتيجية أخرى يجري تنفيذها حاليا داخل خطة الطاقة القومية. ومن خلال خطة الطاقة يهدف المغرب إلى تعزيز وضعه في المنطقة كعامل مرجعي في تنمية الطاقة المتجددة.

شكل (١١) إجمالي الاستهلاك النهائي بالقطاع، المغرب (١٩٩٠-٢٠١٨)



المصدر: معلومات وإحصائيات وكالة الطاقة الدولية ٢٠٢٢

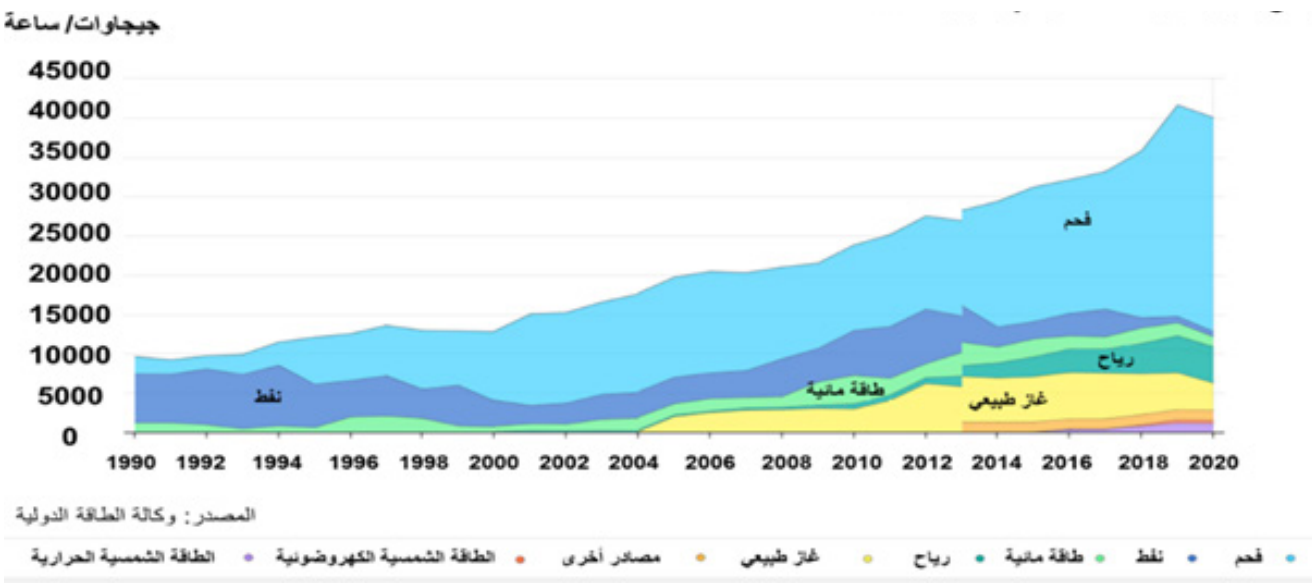
كما يتضح من (شكل ١١)، وصل الاستهلاك النهائي الإجمالي ١٦,١ مليون طن من مكافئ النفط من الطلب العالمي من الطاقة في ٢٠١٧، بزيادة قدرها ٣٤٪ من ١٢,٠٦ مليون طن في ٢٠٠٧. تحكم الاستهلاك النهائي الإجمالي بصفة عامة ثلاثة قطاعات: النقل (٣٦٪) والإسكان (٢٥٪) والصناعة (٢٤٪)، وهي تمثل مجتمعة ما يزيد على أربعة أخماس الاستهلاك النهائي الإجمالي. وهذه هي جميع القطاعات ذات معدل النمو المرتفع، فمنذ ٢٠٠٧، نما قطاع النقل بمعدل ٥٨٪ والقطاع السكني بمعدل ٢٦٪ والصناعي بمعدل ١٦٪. ويظل النفط هو الوقود السائد، حيث مثل ٧٤٪ من الاستهلاك الكلي في عام ٢٠١٧، تليه الكهرباء بمعدل ١٧٪. وبينما يمثل الوقود الحيوي والمخلفات أكبر ثالث مصدر للاستهلاك النهائي الكلي بمعدل ٨٪، فإن استهلاكها قد انخفض بمعدل ٣٠٪ ما بين عامي ٢٠٠٧ و٢٠١٧. كما ارتفع استهلاك الكهرباء في الفترة نفسها بمعدل ٥٨٪، والبترول بمعدل ٤٣٪، والغاز الطبيعي بمعدل ٢١٥٪. مثّل النقل على الطرق القدر الأكبر من استهلاك الطاقة في قطاع النقل، ٨٧٪ منها من الديزل والـ ١٣٪ الباقية من البنزين في عام ٢٠١٧.

- وضع قطاع الكهرباء

طور المغرب نظامًا للكهرباء في تسعينيات القرن الماضي يسمح بدخول الكهرباء للمساكن الريفية. بالإضافة إلى ذلك، مع توقيع أول اتفاقيات شراء الطاقة مع مزودي الطاقة المستقلين، بدأ تحرير مقنن لتوليد الكهرباء في البلاد. وقد ازداد الطلب على الكهرباء بما قارب ثلاثة أضعاف من ١٣,٢٦٥ تيرا- وات - ساعة في ١٩٩٩ إلى ٣٥,٤٠٥ تيرا- وات - ساعة في ٢٠١٦. يضاف إلى ذلك أن وصول الكهرباء للمناطق الريفية قد ازداد من ١٨ ٪ في ١٩٩٥ إلى ٩٩,٤٢٪ في ٢٠١٦. ويظهر (شكل ١٢) خليط الطاقة في المغرب منذ عام ٢٠٢٠. ينتظر المغرب الآن بناء محطات توليد الطاقة RES-E لمواجهة الطلب المتزايد على الكهرباء ولتحقيق نقلة الطاقة المتوخاة في استراتيجية الطاقة للبلاد في عام ٢٠٠٩.

وغطت تلك الاستراتيجية خمسة مجالات، هي: بناء خليط الوقود الأمثل في قطاع الطاقة، وزيادة نشر تكنولوجيا الطاقة المتجددة في مجال توليد الطاقة، وزيادة الاستثمارات الخاصة في قطاع الطاقة، والتشجيع على ترشيد الطاقة وكفاءة استخدامها في القطاعات الصناعية والتجارية والسكنية، وتشجيع تكامل شبكة الطاقة الإقليمية. وسوف يكون للمغرب خليط مركب مغاير للطاقة بناءً على هذه الخطة. فبحلول عام ٢٠٣٠، ستكون القدرة المركبة ١٣,٣٢٠ ميجاوات، يأتي ٤٨٪ منها من مصادر طاقة متجددة (٢٠٠٠ ميجاوات من الطاقة الشمسية، و٢٥٠٠ ميجاوات من الرياح، و١٨٢٠ ميجاوات من طاقة المياه).

شكل (١٢) مصادر إنتاج الكهرباء في المغرب (١٩٩٠ - ٢٠٢٠)



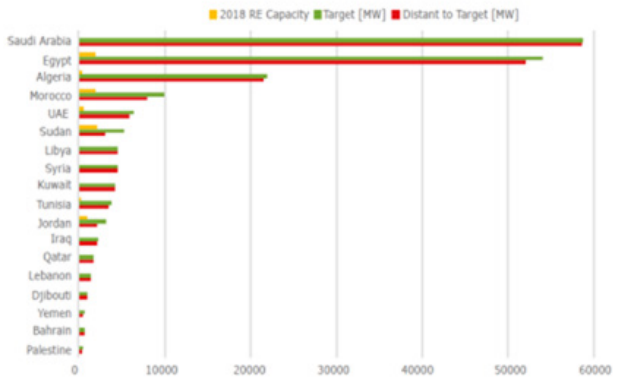
المصدر: معلومات وإحصائيات وكالة الطاقة الدولية ٢٠٢٢

أوضاع الطاقة المتجددة في المغرب:

أحرز المغرب تقدما معتبرا نحو تحقيق أهدافه الطموحة بزيادة كميات إضافية من الطاقة الكهروضوئية والطاقة الشمسية المركزة وقدرة طاقة الرياح وإطلاق المناقصات لعدد أكبر من المشروعات في (شكل ١٣) يتضح أن المغرب قد حقق تقدما كبيرا جدا في تحقيق أهدافه الخاصة بالطاقة المتجددة بالمقارنة ببلدان عربية أخرى حسب المؤشر العربي لطاقة المستقبل. فقد دعم المغرب قدراته التنظيمية والمؤسسية عن طريق إقامة منظم مستقل وتوسيع نطاق الوكالة المغربية للطاقة المستدامة ليتضمن تنمية مشروعات طاقة الرياح. ولكن سوق توليد الطاقة المتجددة التي توزع على نطاق ضيق لا تزال تنمو ببطء. فعلى المغرب أن يسرع من عملية فتح سوق الكهرباء لمشروعات الطاقة المتجددة ذات النطاق الضيق وأن يسمح للشركات الصغيرة والمتوسطة أن تدخل قطاع تطوير الأعمال. فهذا التغيير سيساعد المغرب على تحسين النتائج الاجتماعية - الاقتصادية.

وعلى هذا النحو، يستعد المغرب لأن يكون رقمًا مهمًا في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا وذلك في قطاع الطاقة المتجددة، خصوصًا في ظل نقص الموارد من الهيدروكربونات التقليدية، والطلب العالي على استيراد الطاقة من بلدان أخرى لتلبية الطلب عليها في المغرب، كما يشكل تاريخ حكومة المغرب في استيراد الوقود الأحفوري،

شكل (١٣) مستهدفات الطاقة المتجددة في المنطقة العربية



المصدر: معلومات وإحصائيات وكالة الطاقة الدولية ٢٠٢٠

فضلًا عن التسارع الكبير في الطلب على الكهرباء حافزًا لملاحقة تطور الطاقة المتجددة، وتعزيز الاستثمارات في قطاع الطاقة الممتجددة. فقد وضع المغرب أكبر أهداف الطاقة المتجددة طموحا في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا، واعدًا أن يوسع إنتاج الطاقة المتجددة لتصبح ٥٢٪ من مزيج الطاقة بحلول عام ٢٠٣٠، مقسمة بالتساوي بين طاقة الرياح والطاقة الشمسية والطاقة المائية. ويظهر التقدم في القدرات بين عامي ٢٠١١ و٢٠١٩ في الجدول رقم (٧).

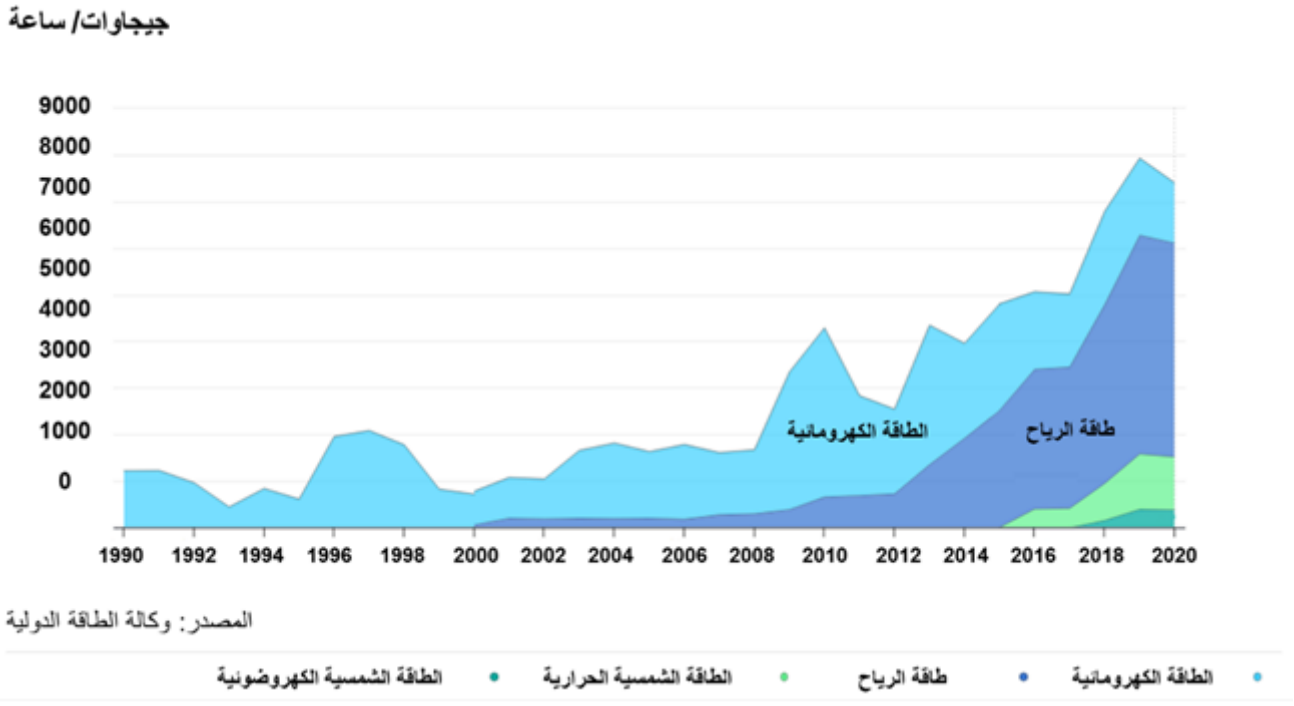
جدول (٧) القدرة المركبة الكلية (بالميجاوات) - (٢٠١١- ٢٠١٩)

	٢٠١١	٢٠١٢	٢٠١٣	٢٠١٤	٢٠١٥	٢٠١٦	٢٠١٧	٢٠١٧	٢٠١٩
القدرات المركبة الكلية للطاقة المتجددة (بالميجاوات)	١٥٩٦	١٥٩٧	١٨٣٧	٢١٤٣	٢٣٠٣	٢٤٠٧	٢٥٣٥	٣٢٦٧	٣٤٤٧

المصدر: المؤشر العربي لطاقة المستقبل-٢٠١٩

يركز (شكل ١٤) على توليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة (غير القابلة للاحتراق) في المغرب في الفترة ما بين ١٩٩٠- ٢٠٢٠. ويوضح أن الكهرباء المولدة عن طريق الطاقة المائية وطاقة الرياح تفوق تلك التي يتم توليدها من خلال الطاقة الشمسية، سواء الطاقة الشمسية المركزة أو الكهروضوئية، والتي شهدت زيادة هائلة أيضًا بدءًا من عام ٢٠١٥.

شكل (١٤) توليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة (غير القابلة للاحتراق) في المغرب ١٩٩٠-٢٠١٩



المصدر: بيانات وإحصائيات الوكالة الدولية للطاقة ٢٠٢٠

جدول (٨) القدرات المركبة الكلية للطاقة المتجددة في المغرب في عام ٢٠٢٠

القدرات التكنولوجية (بالميجاوات)	
طاقة الرياح	١٤٠٥
الطاقة الشمسية	٧٣٤
الطاقة المكثفة	٥٣٠
الطاقة الحيوية	٢
الغاز الطبيعي	٢
أخرى	٥
النصيب الكلي للطاقة المتجددة في القدرة الكهربائية (٢٠٢٠)	٣٠,٧٪

المصدر: بيانات المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة RCREEE

- طاقة الرياح

بالنسبة لوضع طاقة الرياح وآفاقها، يمتلك المغرب بعض أقوى مصادر الرياح في العالم، حيث يمتلك ٣٥٠٠ كيلومتر من الشواطئ وسرعات رياح تصل إلى ١١,٥ ميلا في الساعة على ارتفاع ٨٠ مترا. وتقدر القدرة الكلية للمغرب من طاقة الرياح بنحو ٢٥ جيجاوات. وكما يبين جدول (٨)، كانت طاقة الرياح المركبة الكلية في المغرب ١٤٠٥ ميجاوات بنهاية عام ٢٠٢٠. وقد دعت الأهمية المتزايدة لاستغلال طاقة الرياح المسؤولين في المغرب لبناء أعداد كبيرة من مزارع الرياح، كانت أولاها مزرعة «عبد الخالق توريس»، بقدرة ٥٠,٤ ميجاوات، وبإنتاج حالي ٢٠٠ جيجاوات ساعة / سنة. ومن مزارع الرياح الأخرى «الصويرة» (٦٠ ميجاوات) التي بدأ العمل فيها في أبريل عام ٢٠٠٧، و«طنجة» (١٤٠ ميجاوات). وتنوي المملكة بناء مزارع رياح لتشكل ٢٠٪ من إجمالي استخدامات الطاقة المتجددة بالبلاد بحلول عام ٢٠٣٠.

وفي السياق ذاته، انتهت شركة سيمنز، التي عملت في المغرب منذ عام ١٩٢٩، من مشروع طرفاية بقدرة ٣٠٠ ميجاوات، وآخر في طنجة الثانية بقدرة ١٥٠ ميجاوات، وميدلت بقدرة ١٠٠ ميجاوات، وجبل الحديد بقدرة ٢٠٠ ميجاوات، وتيسكراد ٣٠٠ ميجاوات، وبوجدور ١٠٠ ميجاوات، وتازة ١٥٠ ميجاوات. ولدى المكتب الوطني للكهرباء والماء الصالح للشرب ONEE ست مزارع رياح قيد الإنشاء بطاقة مجمعة ١٠٠٠ ميجاوات.

وتتسارع وتيرة الاستثمارات في طاقة الرياح، حيث أُعلِنَ حديثًا عن بناء مصنع في طنجة لتصنيع شفرات الرياح الدوارة لأسواق في إفريقيا وأوروبا والشرق الأوسط. ويصل الاستثمار في هذا المشروع نحو ١٢٠ مليون دولار. ومن بين المؤشرات الإيجابية الأخرى الشراكة التي تجمع بين ناريفا/ إينيل/ سيمنز، والتي فازت بمشروع لتوليد ٨٥٠ ميجاوات من طاقة الرياح بأقل سعر في العالم (٠,٠٣ دولار أمريكي/كيلووات ساعة).

- الطاقة الشمسية

تتأثر الطاقة الشمسية، مثل طاقة الرياح بالمناخ؛ فقد يكون لأحوال المناخ، مثل السحب والتلوث، أثر على توليد الطاقة الشمسية. وتتوافر الطاقة الشمسية فقط عندما تكون الشمس ساطعة، وبالتالي، يتباين توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية حسب فصول السنة، والموقع الجغرافي، والتوقيت على مدار اليوم. والطاقة الشمسية الحرارية، ووحدات الطاقة الشمسية المكثفة، والمداخن أو الأبراج الشمسية، والأنظمة الكهروضوئية كلها تكنولوجيا تُستخدم في زيادة إشعاعات الشمس.

والهدف المعلن للمغرب بالنسبة لإنتاج الطاقة الشمسية، فيما يتعلق بالطاقة الشمسية المكثفة (Concentrated Solar Power - CSP) والكهروضوئية (Photovoltaics - PV) هو زيادة قدرات البلاد الإنتاجية وصولًا إلى ٢٠٪ (٤٥٦٠ ميجاوات) من إنتاج البلاد من الطاقة بحلول عام ٢٠٣٠.

وأنتج المغرب ٥٣٠ ميجاوات من الطاقة الشمسية بنهاية عام ٢٠٢٠، وترغب المملكة في رفع القدرة المركبة لإنتاج الطاقة الشمسية المكثفة والكهروضوئية إلى ٢٥٦٠ ميجاوات على الأقل بحلول عام ٢٠٣٠. حيث تتولى الوكالة المغربية للطاقة المستدامة المسؤولية عن عدد كبير من عناصر الطاقة الشمسية بالمغرب (بما فيها الطاقة

الشمسية المكثفة والكهروضوئية)، بينما ينوي أوني (ONEE) بناء عدد من الوحدات الكهروضوئية متوسطة الحجم. وطبقا لذلك توجد أربع وحدات شمسية بقدرة تقارب ٥٧٠ ميجاوات في محطة «ورزازات» : ميدلت ٤٠٠ ميجاوات، وطاطا ٤٠٠ ميجاوات، وبوجدور ٨٠ ميجاوات، ونور أطلس ٢٠٠ ميجاوات، كما أنتجت محطة نورتافيلالت ١٠٠ ميجاوات. وبنهاية عام ٢٠٢٠ كانت قدرة الطاقة الشمسية المركبة الكلية للمغرب، المنتجة تماما من تكنولوجيا كهروضوئية، ٧٣٤ ميجاوات.

- الكهرباء المولدة من طاقة المياه

بدأ المغرب في تدشين قدرات توليد الكهرباء من خلال الطاقة المائية في ستينيات القرن الماضي، ولدى المغرب حاليًا ٢٦ وحدة تقليدية لإنتاج الطاقة الكهرومائية، بقدرة مجمعة ١٣٦٠ ميجاوات، ويعتبر أوني ONEE هو المسؤول الأول عن بناء مشروعات توليد الكهرباء من طاقة المياه. بالإضافة إلى ذلك، يتم التخطيط لبناء ٦٠ سدًا كبيرًا بحلول عام ٢٠٣٠، مما سيزيد من قدرة توليد الطاقة من المياه زيادة معتبرة.

- طاقة الكتلة الحيوية

تُعد الزراعة والصناعات الزراعية في المغرب مصدرًا لتوليد الطاقة من الكتلة الحيوية والغاز الطبيعي. وتعتبر طاقة الكتلة الحيوية بديلًا واعدًا للطاقة المتجددة. والكتلة الحيوية هي مادة طبيعية يمكن استخدامها كمصدر للطاقة، مثل: المحاصيل والخشب ومخلفات الحيوانات، ومن أهداف المغرب أن يقوي قطاع طاقة الكتلة الحيوية كوسيلة لاستبدال وقود البترول في الصناعة. مع ذلك، لا توجد حاليا استراتيجيات قومية قيد التنفيذ لاستغلال هذه الإمكانية، باستثناء بعض المبادرات على نطاق ضيق، بالرغم من شروع بعض الشركات الصغيرة في تحقيق تقدم في هذا المجال في وقت سابق.

- الطاقة الحرارية الأرضية

هناك عدة مناطق مهمة في المغرب يمكن فيها استغلال الطاقة الحرارية الأرضية في الصوبات الزراعية، وتربية الأحياء المائية، ومضخات الحرارة، وغيرها من التطبيقات. وسوف يساعد استخدام الطاقة الحرارية الأرضية المغرب في إنتاج طعام يكفي لكل من السوق المحلية والتصدير. ويقدر وضع الطاقة الحرارية الأرضية في المغرب بـ ٥,٠٢ ميجاوات و٢٢ جيجاوات في العام للاستخدام السنوي.

- الهيدروجين الأخضر

وُضِعَت استراتيجية لتنمية الهيدروجين الأخضر في المغرب موضع التنفيذ بعد توصيات من خطة طريق PtX العالمية للصناعة في المغرب ٢٠٥٠. وهي دراسة قامت بها «الشراكة الطاقية الألمانية المغربية»، والوكالة الألمانية للتعاون الدولي، ومعهد البحث في الطاقة الشمسية والطاقات الجديدة واقتصاديات الحدود Frontier Economics في نوفمبر ٢٠٢١، والتي تؤكد الإمكانات المعتبرة بالمغرب في تطوير هذا القطاع. فيمكن للمغرب أن يستحوذ على ٤٪ من الطلب العالمي على الجزيئات الخضراء.

ويرتبط تنفيذ هذه الاستراتيجية، والتي تهدف إلى تلبية الطلب المحلي وتعظيم الاستفادة من الإمكانات القومية، من خلال التصدير خاصة، بالآتي:

- توافر التكنولوجيا المتطورة، وخفض التكلفة.
- الاستثمار والمشتريات، بما في ذلك إنشاء سلسلة صناعية، ووضع خطة رئيسة للبنية التحتية التي تحتاجها.
- إنشاء أسواق وطلب، وهذا يعني ملاحظة فرص الطلب، وفتح أسواق جديدة.

وتُرجمت هذه الأهداف الاستراتيجية إلى خطة عمل لعام ٢٠٥٠، والتنفيذ التدريجي لها، يرتبط بما يلي:

- خفض التكلفة من خلال سلسلة القيمة لقطاع الهيدروجين الأخضر ومشتقاته.
- اتخاذ الإجراءات الضرورية لتبني الصناعة المحلية قطاع الهيدروجين من خلال تدريب الموارد البشرية ونقل الخبرات للمهارات المغربية.
- خلق سلسلة صناعية قومية تكرس لتطوير تكنولوجيا الهيدروجين ووضع خطة رئيسة للبنية التحتية التي تحتاجها.
- تطوير خطة تخزين قومية تهدف إلى دعم استخدام الهيدروجين ومشتقاته كمصدر للطاقة.
- توفير التمويل اللازم لتطوير الهيدروجين وأنشطة الإنتاج المرتبطة به عن طريق دعم التعاون الدولي مع شركاء عالميين، بالإضافة إلى خلق شراكات جديدة لاستهداف انتزاع الفرص التي يقدمها قطاع الهيدروجين.
- تنمية سوق الهيدروجين القومية عن طريق دعوة المشغلين والمستثمرين لاستخدام الطاقة النظيفة القائمة على الهيدروجين الأخضر.
- إنشاء مركز للدراسات والتنمية المغربية والإقليمية، يكون الهدف منه تعزيز الالتزام بأنشطة البحث والتنمية، واقتراح مجموعة من المشروعات التجريبية من أجل تعزيز وضع المغرب كمركز خبرة في التكنولوجيات الحديثة.
- خلق فرص مواتية لتصدير الهيدروجين ومشتقاته، مع إعطاء الأولوية لتصديره إلى أوروبا، حيث من المتوقع أن يزداد الطلب عليه في الأعوام القادمة.

وطورت المملكة المغربية دينامية إقليمية تهدف إلى خلق قطاع اقتصادي وصناعي حول الجزيئات الخضراء، وخاصة جزيئات الهيدروجين، والأمونيا والميثانول، من أجل تعزيز نقل الطاقة، ودعم خفض الانبعاثات الكربونية في الدول الشريكة. ويقوم هذا الزخم على تقدير للإمكانات الاستثنائية لمصادر الطاقة المتجددة، علاوة على الخبرة التي اكتسبتها المملكة على مدى عشرة أعوام. ووفقًا للحسابات المفصلة في استراتيجية الهيدروجين، فيمكن لصناعة الهيدروجين الأخضر ومشتقاته في المغرب أن تفي باحتياجات قد تصل ما بين ١٣,٩ تيراوات/ ساعة، و٣٠,١ تيراوات/ ساعة في عام ٢٠٣٠، ويمكن أن تصل إلى ما بين ٦٧,٩ و١٣٢,٨ تيراوات/ ساعة في ٢٠٤٠، وما بين ١٥٣,٩ تيراوات/ ساعة، و٣٠٧,١ تيراوات/ ساعة في عام ٢٠٥٠ حسب السيناريو الموضوع.

وسيكون أغلب الطلب على المواد الخام في عام ٢٠٣٠، من التصدير والصناعة. وربما ينخفض الطلب في قطاع النقل كنتيجة لاستخدام الهيدروجين الأخضر في نقل البضائع، والتعدين، والنقل العام.

وتشير التنبؤات إلى أنه عندما يصير الهيدروجين الأخضر أكثر تنافسية مع الوقود التقليدي في ٢٠٤٠ و٢٠٥٠، فسيرتفع الطلب في غالبيته في قطاع النقل. ونتيجة لذلك، يبدو أن الطلب في ٢٠٥٠ سيقسم بالتساوي بين الاستخدام كمادة خام في الصناعة والنقل، وكمكون مهم في المواد المصدرة. ويتوقع أن يبدأ أول مشروع على مستوى صناعي للهيدروجين الأخضر في ٢٠٢٥.

وقد شكل المغرب لجنة قومية للهيدروجين في عام ٢٠١٩ لرسم خريطة طريق من أجل تنفيذ سياسة للهيدروجين الأخضر. واتفق كل من المغرب وألمانيا في يونيو ٢٠٢٠ على بناء محطة طاقة متجددة

بقوة ١٠٠ ميجاوات في المغرب لإنتاج الهيدروجين الأخضر. والواقع، أن ألمانيا تدعم المغرب ليصبح أحد كبار الموردين العالميين للطاقة المستدامة. وتقدر الوزارة الألمانية الاتحادية للتعاون الاقتصادي والتنمية أن المغرب قد يستطيع تغطية ما بين ٢٪ و٤٪ من احتياجات العالم من الوقود والمحروقات المنتجة من الهيدروجين الأخضر بحلول عام ٢٠٣٠؛ مما يتطلب زيادة كبيرة في قدرة إنتاج الطاقة المستدامة. ومن المتوقع أن تنتج المحطة التجريبية في البداية ما يقرب من ١٠,٠٠٠ طن من الهيدروجين في العام، بدءًا من ٢٠٢٥. ووفقا للدلائل، فيمكن لهذه الكمية أن تسير ٢,٠٠٠ شاحنة مزودة بخلايا وقود.

كما دخل المغرب في شراكة أوسع مع البرتغال، فقدرات البلاد من الطاقة ستسمح لها بأن تكون شريكا أساسيا في تصنيع الأمونيا الخضراء. بل ومن الممكن أيضا التصدير إلى أوروبا، حيث إن شركات الأسمدة بالمغرب هي من أهم مستوردي الأمونيا. فيمكن للأمونيا الخضراء التي تم إنتاجها من الهيدروجين الأخضر أن تحل محلها. ومع ذلك، سيتطلب ذلك إنتاج كمية هائلة من الطاقة المتجددة، ويمكن إنتاجها بتكلفة بسيطة تسمح لها بالمنافسة في الأسواق.

ويبني المغرب حاليا مشروعات لتوليد نحو ٤ جيجاوات من طاقة الرياح والطاقة الشمسية. وتمثل الطاقة المتجددة حاليا ٣٧٪ من القدرة المركبة لتوليد الطاقة، مع مستهدف يشمل إنتاج ٥٢٪ بحلول عام ٢٠٣٠. وتمثل الطاقة المتجددة ما يفوق ٧٠٪ من تكلفة الهيدروجين الأخضر، حيث من المتوقع أن يسهم القطاع الخاص، في تصنيع الهيدروجين الأخضر. وتجري الحكومة محادثات مع قطاع الأعمال الخاص لتغطية سلسلة القيمة للهيدروجين الأخضر بكاملها.

وفي هذا السياق، يعتمد المغرب على تكامل نظم الطاقة المتجددة المتنوعة، الأمر الذي يدعم تكامل توليد الطاقة الكهروضوئية من الرياح ومن الطاقة الشمسية معًا داخل منظومة الطاقة في المغرب. وتسهم مرونة المنظومة لـ محطة «ورزازات» - وهي أول محطة طاقة شمسية مركزة بقدرة تخزين لمدة

ثلاث ساعات - في دعم تلبية الطلب في وقت الذروة. وتتمتع محطتا «نور ورزازات» الثانية والثالثة بقدرة تخزين تصل إلى ٧ ساعات.

وتمثل الطاقة المتجددة حاليًا نحو ١٠٪ من خليط الطاقة، ولا توجد صعوبات كبيرة تعوق تكامل المنظومة. وسيصبح تكامل المنظومة أكثر أهمية مع زيادة كميات الطاقة المتجددة المتنوعة، خاصة توليد الرياح. كما سيلعب كل من توسيع الشبكة ومرونة جانب الطلب دورًا أساسيًا في دعم قطاع توليد الطاقة من مصادر الطاقة المتجددة، وتخفيف الانبعاثات الضارة، كما يتضح من الجدول رقم (٩).

جدول (٩) مجمع نور للطاقة الشمسية في ورزازات

نوع المشروع	مجمع للطاقة الشمسية المركزة
القدرة	محطة طاقة تنتج ٥٨٠ ميجاوات
الموقع	١٠ كيلو متر شمال شرق مدينة ورزازات بالمغرب
المشغل	ACWA شركة تابعة للطاقة NOMAC و Masen
بدء العمليات التجارية	- نور١: فبراير ٢٠١٦ - نور ٢: ٢٠١٧ - نور ٣: ٢٠١٨
كميات خفض الكربون	تزيح محطة الطاقة الشمسية المركزة نور ١ ٢٤٠,٠٠٠ طنا من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في العام. أما محطتا نور ٢ ونور٣ فيمكنهما مجتمعتان إزاحة ٥٣٣,٠٠٠ طنا من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في العام الواحد
خطط التمويل	• كان الاستثمار في المرحلة الأولى ٥٠٠ مليون يورو (٥٣٥ مليون دولار)، وكان الممول الوحيد هو مجموعة البنك الإفريقي للتنمية. • كان الاستثمار الكلي في المرحلة الثانية من مجمع نور ٢ بليون دولار بتمويل ٨٠٪ من دين مباشر و٢٠٪ أسهم. • قامت «ميسن» Masen منفردة بتسهيلات الديون بتمويل من البنك الإفريقي للتنمية، والوكالة الفرنسية للتنمية ومؤسسة كلنتك للتكنولوجيا النظيفة والمفوضية الأوروبية والبنك الاستثماري الأوروبي وKreditanstalt für Wiederaufbau والبنك الدولي

المصدر: المركز الإقليمي للطاقة المتجددة

وربما يكون من المهم الإشارة إلى أن المكتب الوطني للكهرباء والماء الصالح للشرب بالمغرب ONEE يواجه تحديًا هو تكلفة المحطات الحرارية (الفحم والغاز الطبيعي)، والسيطرة على الطلب في ذروته، ولكن تتم مواجهة هذا التحدي بمجهود وزارة الانتقال الطاقي والتنمية المستدامة، مع «أوني» ONEE و«ميسن» Masen في ضوء خطة محكمة للوصول إلى مزيج الطاقة بحلول ٢٠٣٠، بما يعزز التوازن بين مصادر الطاقة المتجددة وغير المتجددة (خاصة الغاز الطبيعي) في الاعتبار، من أجل ضمان مرونة المنظومة.

- سياسات المغرب لدعم كفاءة استخدامات الطاقة المتجددة

نفذت الوكالة القومية لكفاءة الطاقة - وهي الوكالة الأساسية لكفاءة الطاقة بالمغرب - بالشراكة مع برنامج الأمم المتحدة الإنمائي نظامًا للأبنية كجزء من مبادرة كفاءة الطاقة. بهدف تحسين أداء الطاقة في الأبنية فيما يتعلق بتقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وتقليل السعر بالنسبة للمستهلك. كما تجعل الوكالة القومية لكفاءة الطاقة عطاءاتها معلنة للجميع، سواء للمستثمرين المحليين أو الأجانب.

وقد سمحت مبادرات الوكالة القومية لكفاءة الطاقة بالاهتمام بالمحليات، من حيث خلق فرص للقطاع الخاص للمساهمة في أنظمة دعم كفاءة استخدام الطاقة المتجددة في النطاق المحلي، عن طريق إتاحة الفرصة للقطاع الخاص لتقديم الخدمات للمحليات (إنارة الشوارع، على سبيل المثال)، والمشاركة في الأرباح لاحقا.

وتعد مشروعات كفاءة الطاقة من المجالات التي يسهل للقطاع الخاص الدخول فيها في السوق المغربية؛ وذلك لعدم تقيدها باللوائح، فمن الممكن أن تعمل الشركات مباشرة مع الوكالة القومية لكفاءة الطاقة أو أن تقيم مشروعاتها ثم تطلب من الوكالة القومية لكفاءة الطاقة المشاركة فيها. وبالإضافة لعطاءات كفاءة الطاقة الخاصة بالوكالة، يوصى بأن يتعاون قطاع الصناعة، والذي يتضمن صناعة المعادن والبلاستيك والنقل والبناء وغيرها من الصناعات، في وضع حلول لكفاءة الطاقة في قطاع الصناعة، حيث توجد إمكانية للحصول على قروض ميسرة من البنوك المغربية وحوافز بالنسبة لهذه المشروعات.

كما يبحث المغرب عن خيارات أخرى ممكنة، مثل: تعزيز استخدام سخانات الماء التي تعمل بالطاقة الشمسية، وتجديد المباني الحكومية، وتقديم المساعدات المالية من أجل استبدال التكييفات والثلاجات القديمة؛ فالثلاجات تستهلك ٤٥٪ من الاستهلاك الكلي للكهرباء في المنازل، بينما تستهلك الإضاءة ٢٠٪.

وقد تمت مكافأة المغرب على جهوده تلك بالحصول على تمويل بمبلغ ٢٠ مليون يورو من «ناما» NAMA، وهو برنامج تُشارك في تمويله ألمانيا والدنمارك والمملكة المتحدة واللجنة الأوروبية لدعم مشروعات تغير المناخ.

- استراتيجيات المغرب لدعم الطاقة المستدامة

حقق المغرب تقدما هائلا في تنفيذ الأهداف الطموحة عن طريق إضافة قدرات أخرى من الطاقة الكهروضوئية، والطاقة الشمسية المركزة، وطاقة الرياح، وتقديم عطاءات لمشروعات جديدة. كما عزز المغرب قدراته التنظيمية والمؤسسية بإقامة هيئة تنظيمية مستقلة، وبتوسيع نطاق الوكالة المغربية للطاقة المستدامة لتتضمن تنمية مشروعات طاقة الرياح (MASEN). ومع ذلك، فإن سوق توليد الطاقة المتجددة بالمغرب لا تزال تنمو ببطء. وبالتالي يتعين على البلاد أن تُسرِّع من عملية فتح سوق كهربائية لمشروعات الطاقة المتجددة على نطاق واسع، وأن تسمح للشركات الصغيرة والمتوسطة بالدخول.

يتبنى المغرب استراتيجية طموحة تهدف إلى زيادة نصيب الطاقة المتجددة من مزيج الطاقة. وقد كان الهدف أن تمثل الطاقة المتجددة نسبة ٤٢٪ من قدرة توليد الطاقة في عام ٢٠٢٠. ولتحقيق ذلك الهدف، وضعت ثلاث استراتيجيات، على رأسها: المناقصات العامة، حيث تمت إقامة عدة مشروعات عن طريق المناقصات العامة كجزء من السياسة الوطنية للطاقة. على سبيل المثال، يتكون مشروع نور للطاقة الشمسية في ورزازات، والذي افتتح في عام ٢٠٠٩ كجزء من خطة المغرب للطاقة الشمسية، من عدد كبير من محطات الطاقة الشمسية التي تجمع بين الأنظمة الكهروضوئية وأنظمة الطاقة الشمسية المركزة ولديه إنتاج كلي من القدرة المركبة يصل إلى ٢,٠٠٠ ميجاوات. كما تم بناء مزارع واسعة النطاق للرياح كنتيجة لمناقصات عامة، مثل: مزرعة طرفاية للرياح بقدرة ٣٠٠ ميجاوات، ومزرعة تازة للرياح بقدرة ١٥٠ ميجاوات، والمزارع الأربع للرياح التي تكون مشروع الرياح المتكامل بقدرة ٨٥٠ ميجاوات.

من ناحية أخرى، تمد وحدة نور للطاقة الشمسية المركزة وحدة أغادير لتحلية المياه من خلال أسلاك الضغط العالي، الأمر الذي يعكس نهج الترابط الذي تتبناه حكومة المغرب في توليد الطاقة من المياه. ومجمع الطاقة الشمسية نور في ورزازات هو محطة طاقة لتوليد ٥٨٠ ميجاوات، يقع على بعد ١٠ كيلومترات شمال شرق مدينة ورزازات بالمغرب. بالإضافة إلى ذلك، هناك وحدة الطاقة الشمسية المركزة نور (١) والتي تُسهم في تخفيض نحو ٢٤٠,٠٠٠ طنا من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في العام الواحد، كما خلقت ما يقرب من ١٠٠٠ وظيفة أثناء أعمال البناء، و٦٠ وظيفة دائمة في مرحلة التشغيل والصيانة. كما يتوقع أن تُخفض كل من وحدتي نور٢ ونور ٣ مجتمعتين قرابة ٥٣٣,٠٠٠ طنا من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في العام.

ويمثل قانون المغرب رقم ١٣-٠٩ الخاص بالطاقة المتجددة المرحلة الثانية، حيث يسمح للشركات الخاصة أن تبيع الطاقة المولدة من مصادر الطاقة المتجددة لغيرها من الشركات الخاصة أو العامة. وبهذا يمكن للشركات الخاصة أن تدخل في تعاقدات لبيع وشراء الطاقة المتجددة، وإبرام اتفاقيات شراء الطاقة من الشركات دون الحاجة إلى تدخل الحكومة في بنود وشروط العقود، وكذلك أسعار بيع الكهرباء المولدة. وقد تم تنفيذ عدة مشروعات، بما فيها مزرعة الرياح EEM بقدرة ٥٠٠ ميجاوات، ومزرعة خلادي للرياح بطاقة ١٢٠ ميجاوات، نتيجة لهذا القانون الجديد.

علاوة على ذلك، يسمح قانون المغرب رقم ٣٨-١٦ بنقل جميع تسهيلات الإنتاج التي تستخدم مصادر الطاقة المتجددة، سواء في التشغيل أو تحت الإنشاء/التطوير، من «أوني» ONEE، المشغل العام المسؤول عن المياه والكهرباء، إلى «ميسن» MASEN. الأمر الذي عزز من مسؤوليات «ميسن»، كونها باتت تشرف الآن، ليس فقط على إنتاج الطاقة الشمسية، ولكن أيضا على إنتاج الكهرباء من طاقة الرياح وطاقة المياه، بالإضافة إلى أى طاقة متجددة أخرى يمكن توليدها في المغرب. وبالتالي، تغير اسم «ميسن» التي كانت تعرف سابقا بـ «الوكالة المغربية للطاقة الشمسية» ليصبح «الوكالة المغربية للطاقة المستدامة» ليعكس هذا التغيير.

في هذا السياق، قدمت وزارة الانتقال الطاقي والتنمية المستدامة في المغرب خطة طويلة الأمد للأمم المتحدة بشأن تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة بحلول عام ٢٠٥٠، مؤكدة بذلك التزام الدولة في هذا المجال. كما يمكن ارتفاع أهداف الطاقة المستدامة الحالية للمغرب بنسبة ٣٠٪ وفقًا للاستراتيجية التي تبنتها الحكومة في أكتوبر ٢٠٢١؛ فبينما يتمثل الهدف الحالي في إسهام

الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة المستخدم بنسبة ٥٢٪ عام ٢٠٣٠، تنص الخطة الجديدة على زيادة إسهام الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة إلى ٧٠٪ بحلول عام ٢٠٤٠، و٨٠٪ بحلول عام ٢٠٥٠. وتجدر الإشارة إلى أن هذه الأهداف قابلة للتحقيق مع التقدم التقني المتواصل، وانخفاض تكلفة مصادر الطاقة المتجددة. وتتضمن استراتيجية المغرب ٢٠٥٠ للطاقة تعزيز حوكمة التنمية المستدامة، وتحسين إدارة وتنمية الموارد الطبيعية، وتعزيز حماية التنوع البيولوجي والتنمية البشرية، وتقليل الفروق الاجتماعية.

يأمل المغرب في خفض الانبعاثات الكربونية عبر الاعتماد على عدة أنواع من الطاقة، تتضمن: الطاقة المتجددة (طاقة الرياح والطاقة الشمسية)، والطاقة المتجددة المتعارف عليها (الطاقة المائية والكتلة الحيوية)، والطاقة النووية. ولكل نوع مكاسبه وأسعاره علاوة على العيوب التي تخصه دون غيره.

وتنص استراتيجية المغرب للطاقة الصادرة في عام ٢٠٠٩ على أنه بحلول عام ٢٠٣٠ سيكون نصيب المصادر المتجددة نحو ٥٢٪ من مزيج الطاقة المستخدم (٢٠٪ من الرياح، و٢٠٪ من الشمس، و١٢٪ من المياه) مما سوف يزيد القدرة المركبة بمقدار ١٠,٠٠٠ ميجاوات (المعدل الزمني لتدفق الطاقة الكهربائية في دائرة كهربائية). هذا، وتجدر الإشارة إلى إصدار عدد من التشريعات والقواعد التي تهدف إلى تنمية مصادر الطاقة المتجددة وتنظيم استخدامها، يتمثل أبرزها فيما يلي:

- تعديل قانون (١٣-٠٩)؛ بهدف دعم تنمية الطاقة الشمسية من خلال شركات القطاعين العام والخاص (PPAs)، حيث تقتصر تنمية مشروعات الطاقة الشمسية حاليًا على المناقصات العامة، وهي مخصصة فقط لشبكات الجهد العالي. ولكن التعديل سيسمح للأفراد بالاتصال بالشبكة متوسطة الجهد؛ حيث سيعمل على تمكين الأشخاص الطبيعيين والاعتباريين من إنتاج الطاقة الكهربية لاستخداماتهم الخاصة. فوفقًا للنظام القانوني الحالي، يجب أن يذهب فائض إنتاج الاستهلاك الذاتي إلى «أوني» ONEE.

- قانون جديد لتنظيم قطاع الغاز المسال؛ حيث يعد الغاز موردًا أساسيًا في تحول البلاد نحو استخدام مزيج طاقة أكثر تنوعًا؛ حيث ينظم عملية استيراد ونقل وتخزين وتوزيع وتسويق الغاز، كما يتضمن إدارة محطات الغاز الطبيعي المسال بواسطة هيئة واحدة.

- كما تم سن قواعد جديدة خاصة بالهيدروجين الأخضر؛ بحيث يصبح بديلًا محتملًا للهيدروكربونات، نظرًا لسماته الخاصة بإنتاج الطاقة وسماته البيئية أيضًا.

تحديات الطاقة المستدامة في المغرب

طبّقت المغرب تقنيات تكنولوجية واعدة لتعظيم مصادر الطاقة المتجددة بما يدعم التنمية الاقتصادية للدولة والتطوير الهيكلي للصناعة، وقد بدأت الحكومة بالفعل في جني الثمار؛ إذ إن ٣٠٪ من الأنشطة الصناعية في المغرب أصبحت متضمنة بالفعل في مبادرات الطاقة المتجددة، مقارنة بـ ٧٪ عند بدايات استخدام طاقة الرياح. وبالرغم من ذلك، توجد عوائق مالية لا يستهان بها يجب تخطيها حتى تستفيد الدولة كلها من جهود الحكومة في مجال الطاقة المتجددة. ويمكن توضيح أبرز التحديات فيما يلي:

- **التحديات الاقتصادية**

تعترف الحكومة المغربية بأهمية الطاقة المتجددة في دفع عملية التنمية الاقتصادية والاجتماعية بالبلاد، بالإضافة إلى ضرورة تعبئة الاستثمارات الحيوية في قطاع الطاقة المتجددة، وقد بذلت الحكومة الكثير من الجهود في هذا الصدد، من أبرزها تطوير الإطار التشريعي والمؤسسي، لا سيما تحرير شبكة الضغط المتوسط بمرسوم رقم (٢٧٧-١٥-٢)، وإتاحة شبكة الضغط المنخفض لإنشاءات الطاقة المتجددة، ودعم الدور المتعاظم حديثًا لـ «ميسن» MASEN.

مع ذلك، هناك حاجة لاستراتيجية تشمل دمج نمو مصادر الطاقة المتجددة في خطة واضحة لتنمية الاقتصاد الوطني تقوم على منهج تكاملي وتخدم التنمية الاقتصادية، إذ يتضح عدم وجود دعم مالي لمشروعات الطاقة المتجددة الصغيرة والمتوسطة، كما تحتاج مبادرات الطاقة المتجددة إلى تمويل؛ حيث اعتمدت مشروعات وكالة «ميسن» -التي هدفت إلى خلق نظام طاقة شمسية صديق للبيئة بالمغرب- على المساعدة والمشاركة الفعالة للحكومة المغربية في ضمان القروض الميسرة من

المؤسسات المالية العالمية. فلا يزال الحصول على تكنولوجيا الطاقة المتجددة والقدرة على دفع ثمنها يمثل عائقًا أساسيًا بالنسبة لمعظم العائلات والشركات المغربية.

حاليًا، تبحث الحكومة في صيغ مثل منح قروض تسمح للأفراد باستخدام الطاقة الكهروضوئية، ثم تسديد القروض من الأموال التي سوف تعود عليهم من استخدام الطاقة الشمسية. بالإضافة إلى ذلك، وضعت جمعيات الائتمانات الصغيرة بالمغرب هدفًا لزيادة محفظة القروض الخاصة بها بمقدار ١,٦ مليار دولار خلال الأعوام العشرة القادمة. مع ذلك، سيتطلب هذا مراجعة شاملة للنظام الأساسي المنظِّم للائتمانات الصغيرة من أجل رفع السقف القانوني للقروض الحالية، والسماح لهيئات الائتمانات الصغيرة أن توسع نطاق أنشطتها خارج الأنشطة التي تدر دخلًا.

ومن ناحية أخرى، فإن الاعتمادات الخاصة بالمبادرات المجتمعية للطاقة المتجددة غير مفضلة، فحتى الآن، حصل عدد صغير فقط من المبادرات المجتمعية للطاقة المتجددة على تمويل. كما لم تكن الاعتمادات المقدمة قابلة لزيادة عدد مشروعات الطاقة المتجددة التي افتُتحت. وأخيرا، من المهم ذكر الدور الصغير نسبيًا الذي يلعبه القطاع الخاص في توزيع الطاقة المتجددة؛ حيث تمول الحكومة بالأساس

مشروعات الطاقة المتجددة في المغرب، إضافة إلى الاستثمار الأجنبي وليس المحلي أو من البنوك الإقليمية، لذا، يجب أن يلعب القطاع الخاص المغربي دورًا محوريًّا في التنفيذ الجيد لتحول الطاقة، وفي عملية إنتاج الطاقة المتجددة على نطاق واسع.

- **تحديات السوق**

كلما تمكنت سلعة ما من الانتشار في السوق، تزداد المنافسة، وتقل تكلفة إنتاجها. وفي هذا الصدد، فإن مصادر الطاقة المتجددة لا تشهد انتشارًا واسعًا بقدر مصادر الطاقة التقليدية؛ حيث يبدو أن العمليات التي تقوم على الطاقة المنتَجة من الوقود الأحفوري وعلى عائد استثماري كبير تحتكر مساحات واسعة من قطاع الأعمال في مجال الطاقة. كما يسهم أيضًا غياب المروجين والموظفين المؤهلين والشركات الخاصة التي يمكنها شرح تداعيات الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة في ضعف اختراق السوق.

لكن الآن عقب إصدار المرسوم رقم (٢-١٥-٧٧٢)، يمكن لمنتجي الطاقة القائمة على المصادر المتجددة أن يلتحقوا بمنظومة كهرباء الضغط المتوسط؛ للبيع للمستهلكين من الأفراد، وهي في الأساس شركات متوسطة، فمشغلو القطاع الخاص يتنافسون مباشرة مع أصحاب الامتياز في المدن التي يقوم توزيع الطاقة بها على عقود امتياز. وكما ورد في المرسوم لا يجب أن تقلل أحكامه بأي طريقة التوازن بين عقود إدارة التوزيع التفويضية.

علاوة على ذلك، يضع القرار حصصًا سنوية للتكامل الكهربي لكل شبكة توزيع، حيث لا يمكنها أن تتخطى ١٠٪ من الطاقة التي تصل للمستهلكين المتصلين بشبكة الضغط المتوسط.

الإطار المنظم لقطاع الطاقة المتجددة يمثل أحد الحواجز التي لا يستهان بها في سبيل دعم الشركات الصغيرة والمتوسطة العاملة في هذا القطاع (سواء محلية أو عالمية). فكما تمت الإشارة من قبل، يختلف الإطار التنظيمي بحسب نوع مصدر الطاقة. ويعد تمركز منظومة الطاقة أحد العوائق التنظيمية التي تؤثر على القطاع بأكمله، حيث يقوم برنامج كهرباء الريف، وهو مبادرة قومية يقودها «أوني» ONEE إلى توصيل الكهرباء إلى المناطق الريفية في جميع أنحاء البلاد، وقد أسندت تلك المهمة لـ «تيماسول» TEMASOL، وهو مشروع مشترك بين شركة البترول الفرنسية وشركات توتال «Total» و(Electicite de France) «EDF».

ولمواجهة ذلك، سعى المغرب لتعديل الإطار القانوني بحيث يُسمح لأي شخص أو شركة في المناطق الريفية ببيع الطاقة لشبكات الطاقة نفسها من خلال قانون رقم (١٣-٠٩)؛ بهدف إزاحة العقبات في طريق بيع الطاقة للشبكة الوطنية. وتجدر الإشارة إلى أن مبادرة توصيل الكهرباء إلى الريف لم تكن تخطط في بدايتها لضخ المياه، لكنها أصبحت مولدًا للمياه لأنه ضرورة بالنسبة للفلاحين في المناطق الريفية، حيث زادت الحاجة للكهرباء من أجل ضخ المياه. يتمتع «أوني» بكبرى وحدات كهروضوئية، بسعة ٦٠٠ وات، بينما يحتاج الضخ إلى ١٥ كيلووات/ساعة على الأقل، ويسمح مشروع توصيل الكهرباء إلى الريف بشراء الكهرباء من «أوني» فقط بدلًا من توليد ما يحتاجونه، نتج عن ذلك أن المشروع أصبح يعمل بالأساس على نقل الثروة من الريف إلى المناطق الحضرية، بما يتعارض مع هدف تحقيق الاستقلال فيما يخص إتاحة موارد الطاقة. وتؤدي تلك الاستراتيجية في المغرب إلى زيادة التحميل على الشبكة، وتنامي إشكالية تبعية المجتمعات الريفية للحضرية. أما فتح عملية بيع الطاقة في السوق، فمن شأنه أن يبدل تمامًا وضع قطاع الطاقة المتجددة بالمغرب.

أثر الطاقة المتجددة على الاقتصاد

يتكون قطاع الطاقة المتجددة الحالي في المغرب من طاقة الرياح والطاقة الشمسية وتوليد الكهرباء من المياه، وقد استهدف إصدار قانون رقم (١٣-٠٩) الذي تم إقراره، فتح السوق للاستثمار العالمي، أخذًا في الاعتبار أن استهلاك الطاقة للفرد يبلغ ما يوازي ٠,٥ طن من البترول، مع زيادة سنوية تقدر بـ ٤,٣٪. أما استهلاك الفرد من الكهرباء فهو ٧٨١ كيلووات ساعة، بزيادة سنوية تقدر بـ ٧,٨٪. ومع وجود ٦٣٤ مليون إفريقي بدون مصدر للكهرباء، يصبح قطاع الطاقة المتجددة حيويًا ليس فقط للمغرب ولكن للقارة الإفريقية بأكملها. كذلك فإن الطاقة المتجددة، خاصة الطاقة الكهروضوئية المنخفضة والمتوسطة، تمثل بدائل مناسبة ذات إمكانات عظيمة لخلق فرص عمل. ونتيجة لذلك فإن أهمية الطاقة المتجددة للمغرب تتساوى مع أهميتها عبر القارة الإفريقية.

كما تجدر الإشارة إلى أنه مع ثبات متوسط نمو الناتج المحلي الإجمالي عند ٥٪ والزيادة السنوية للكهرباء بـ ٦,٥٪، ومع الاعتماد الكبير على استيراد الطاقة (٩٥٪)، قامت الحكومة بتطوير خطة قومية للطاقة المتجددة تحتوي على هدفين ذوي أهمية قصوى؛ أولًا: يحتاج المغرب إلى إمداد يمكن الاعتماد عليه للطاقة من أجل تلبية الطلبات المستقبلية لكل من الأسواق المحلية والعالمية. ثانيًا: يقوى وضع المغرب كرائد في مجال الطاقة المتجددة على المدى الطويل. ونتج عن هذين الهدفين تنويع المغرب لمصادره، وخفض اعتماده على الهيدروكربون. فأصبح الاستخدام المباشر للطاقة المتجددة هو القناة الرئيسة لزيادة استهلاك الطاقة المتجددة من ٣٤٪ في عام ٢٠١٥- ٢٠١٧ إلى ٥٢٪ في عام ٢٠٣٠. ونتيجة للطلب الكبير على الإمداد المستمر بالكهرباء، أصبحت شركات الطاقة المتجددة التي تعمل في القارة الإفريقية هي من أنجح المشروعات في القارة. كما أن التحضر المتزايد والنمو الصناعي هما أيضًا عاملان مؤثران في زيادة الطلب.

إجمالا، يمتلك المغرب أكبر محطة للطاقة الشمسية المركزة في العالم، ولديه أهداف طموحة لتقليص الاعتماد على الفحم وزيادة الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة، علاوة على وضع تنظيمات لتسريع عملية انتقال الطاقة بشكل منصف وشامل للجميع، كما يتمتع المغرب بقدر كبير من مصادر الشمس والرياح المتاحة اقتصاديًا، وذات قدرة على إضافة ٦٨٠٠ جيجاوات من الطاقة الشمسية الكهروضوئية و١٩٠ جيجاوات من طاقة الرياح. نتيجة لكل ذلك، فإن المغرب لن يكون قادرًا فقط على توليد ما يقرب من ١٠٠٪ من كهربائه من مصادر متجددة بحلول عام ٢٠٤٠، ولكن سوف يتمكن أيضًا من أن يصبح منتجًا للهيدروجين الأخضر وغيره من المنتجات الخضراء التي سوف تكون متاحة للتصدير وللاستخدام الداخلي.

❖ الطاقة المتجددة في كينيا

إن الوصول إلى مصادر الطاقة النظيفة في جميع القطاعات شيء أساسي للتحول الاجتماعي-الاقتصادي في كينيا ولتحقيق أهداف التنمية بها. وهو مهم لتحقيق خطة الحكومة، والتي تركز على التصنيع، والإسكان الاجتماعي، والصحة للجميع، والأمن الغذائي. وتستمد معظم الطاقة المستهلكة (٦٧,٦٥٪) من أنواع الوقود الصلب، كالفحم، والحطب، ومخلفات الحيوانات، والمحاصيل الزراعية. ويقدر أن ٧٠٪ من المنازل في كينيا تستخدم أنواع الوقود الصلب للطهو أساسا، خاصة في المناطق الريفية، أما المنازل الحضرية فهي من جهة أخرى تعتمد أساسا على الفحم (٤١٪)، والكيروسين (٢٧٪) والغاز المسال (٢٢٪).

ويشكل استخدام مصادر الوقود والخام منها على نطاق واسع -خاصة الحطب الجاف الخام- للطهو والتسخين تحديا كبيرًا، خصوصا وأنه يعني قطع الكثير من الأشجار، والتعدي على الكثير من الغابات يوميا لتزويد المنازل، والمستشفيات والمؤسسات بالحطب الجاف، الأمر الذي يفرض تحديات بيئية، واجتماعية، واقتصادية، وصحية بعيدة المدى. وربما تكون أهم المثالب البيئية هي الإسهام في التغير المناخي، واجتثاث الغابات، والتصحر، وتآكل التربة.

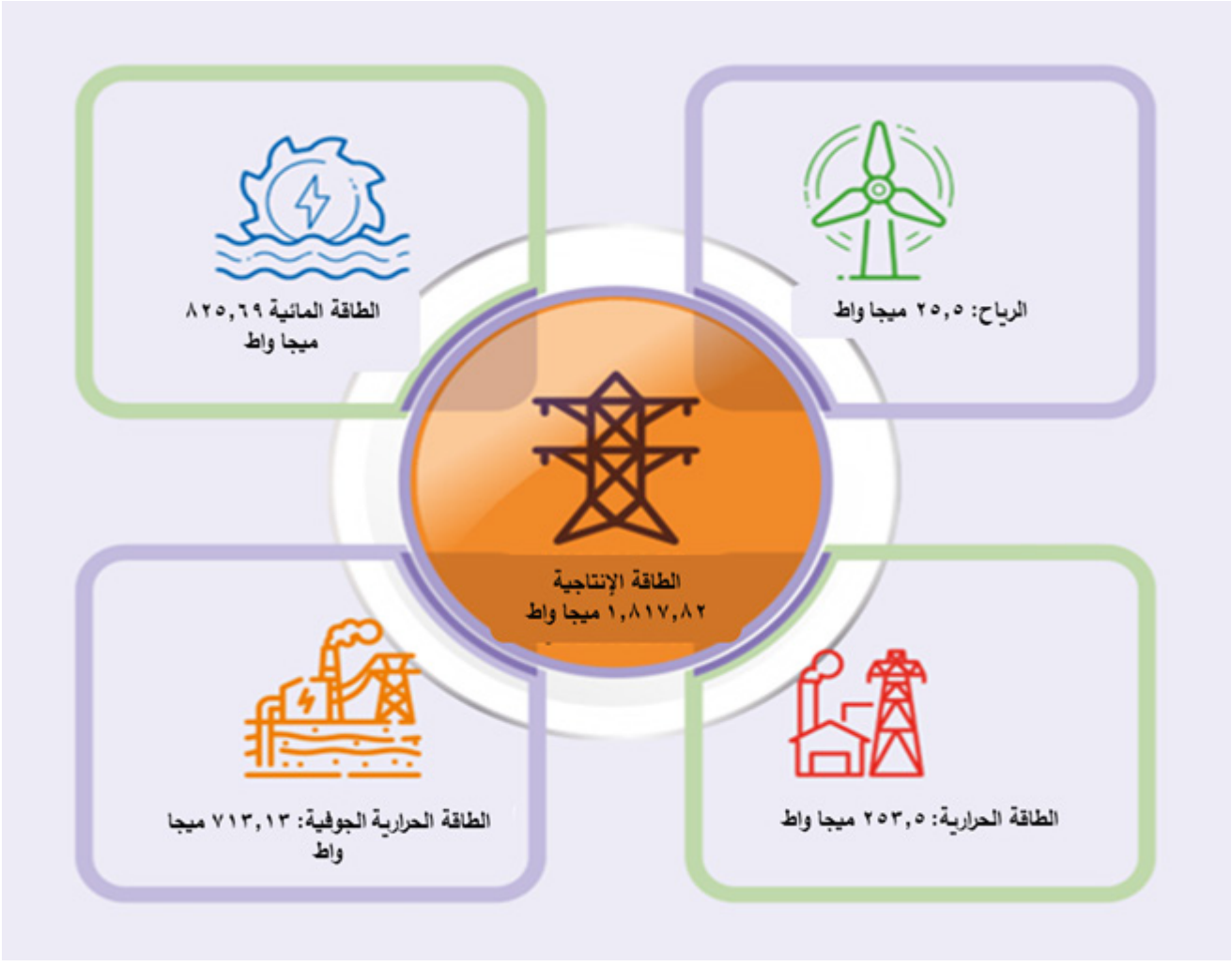
وفي هذا السياق، يذكر أن عدد سكان كينيا يبلغ ٤٨ مليون نسمة تقريبا (٤٧,٦ مليونًا في التعداد القومي لعام ٢٠١٩). وتولد البلاد الكم الأكبر من احتياجاتها من مصادر الطاقة المتجددة من المياه بنسبة ٤٦٪، تليها طاقة الحرارة الجوفية بنسبة ٣٩٪، ثم الطاقة الحرارية بنسبة ١٤٪، ثم طاقة الرياح بنسبة ١٪. (انظر جدول رقم ١٠). أما الباقي فيستمد من الطاقة الشمسية والكتلة الحيوية، خاصة الحطب والغاز الحيوي (بيوجاز). وذلك مع ملاحظة أن النسب المئوية موسمية وتظل في تغير مستمر، خاصة المعتمد منها على ظروف المناخ مثل السدود المائية، كما تتغير مع ضخ مصادر جديدة في الشبكة القومية.

جدول (١٠) النسب المئوية لإنتاج الطاقة الإنتاجية في كينيا

نوع الطاقة	(٪) من الإجمالي
الطاقة المائية	٤٦٪
الحرارة الجوفية	٣٩٪
الطاقة الحرارية	١٤٪
الرياح	١٪
الإجمالي	١٠٠٪

Source: KenGen 2021

شكل (١٥) القدرة الإنتاجية للطاقة المتجددة في كينيا



Source: KenGen 2021

وقد خطت كينيا خطوات واسعة في سد الفجوة في الكهرباء. حيث تحسنت إمكانات الوصول إلى الطاقة في البلاد لتصل إلى نحو ٦٩٪ (تقرير البنك الدولي ٢٠٢٠) ارتفاعًا عمَّا نسبته ٥٥٪ منذ عشر سنوات مضت. ويرجع هذا أساسا إلى البرامج الخاصة بتوصيل الكهرباء إلى الريف، وتعزيز واستغلال البخار الناتج عن الحرارة الجوفية في الوادي المتصدع، والاستثمار في أنواع الطاقة المتجددة، خاصة في الطاقة الشمسية وطاقة الرياح. نتيجة لذلك، انخفضت واردات الطاقة لتصل إلى ما دون الـ ٦٠٪، والتي كانت تأتي أغلبها بالأساس من أوغندا، وقد بُذِلَت هذه الجهود دعمًا للنهوض بقطاع توليد الكهرباء في كينيا، والذي عانى لوقتٍ طويل من ضعف الإمكانات التي جعلته عائقًا في وجه تحقيق النمو الاقتصادي، حيث تواجه الشركات الكينية أعطالًا تتعلق بانقطاع الكهرباء، وتذبذب التيار، بما يؤثر على ٩,٥٪ من إنتاجها. ويزيد من حدة الأوضاع التكلفة المرتفعة لمصادر الطاقة، حيث يدفع كل من المستهلكين في المنازل وفي الصناعة في كينيا أربعة أضعاف مقارنة بدول الجوار، أو حتى بالجنوب الإفريقي.

هيكل قطاع الطاقة في كينيا

يتكون قطاع الطاقة الكيني من كل من:

١. **وزارة الطاقة والبترول MoE**: وهذه هي الوزارة الأم المسؤولة عن وضع سياسات الطاقة، وتطويرها، والإعلان عنها. وتوفر مناخًا ملائمًا لتمكين جميع أصحاب المصالح في صناعة الطاقة. وتشمل مهامها: التخطيط للطاقة على المستوى القومي، وتدريب العمالة، وحشد الموارد المالية من المصادر الداخلية والخارجية.

٢. **هيئة تنظيم الطاقة والبترول EPRA**: التي تعرف أساسًا باسم لجنة تنظيم الطاقة (ERC). وأنشئت هذه اللجنة كمنظم لقطاع الطاقة بموجب قانون الطاقة الصادر في عام ٢٠٠٦، وهي مسؤولة عن التنظيم الاقتصادي والتقني للطاقة الكهربائية، والطاقة المتجددة، وعمليات التكرير في قطاعات البترول الفرعية. وتشمل وظائفها أيضًا: تحديد الرسوم الجمركية، ومراجعة التصاريح، والتسوية في المنازعات، والموافقة على مشتريات الطاقة، وعقود خدمات الشبكة.

٣. **مجلس تحكيم الطاقة**: أنشئت هذه الهيئة شبه القضائية بموجب الفصل ١٠٨ من قانون الطاقة الصادر في عام ٢٠٠٦. ويفصل المجلس في الالتماسات الصادرة عن قرارات لجنة تنظيم الطاقة. وله أيضًا الصلاحية القضائية للاستماع إلى جميع ما يُحال إليه من الشؤون، والمنازعات الخاصة بالطاقة، والبت فيها.

٤. **الشركة الكينية المحدودة للطاقة والإنارة (KPLC)**: وهي شركة تابعة للدولة، تملك الحكومة الكينية نحو ٥٠,١٪ من أسهمها، ويملك أصحاب المصالح في القطاع الخاص ٤٩,٩٪ وفقًا لتقديرات يونيو ٢٠١٤. وتشتري هذه الشركة الطاقة الكهربائية بالجملة من شركة «كين جين» KenGen، وغيرها من منتجي الطاقة، وتأخذ على عاتقها نقل الطاقة، وتوزيعها، وتزويد المستهلكين بها، وبيعها. وهي تُعرف الآن باسم «كينيا باور» (الشركة الكينية للطاقة)، وهي خاضعة الآن للفحص بمعرفة مجموعة عمل خاصة، تدقق في فحص اتفاقيات مشتريات الطاقة بين الحكومة ومنتجي الطاقة المستقلين.

٥. **الشركة الكينية المحدودة لتوليد الكهرباء، واسمها الشائع «كين جين» KenGen**، وهي شركة تابعة للدولة، تملك الحكومة الكينية ٧٠٪، من أسهمها، ويملك القطاع الخاص ٣٠٪ منها. هذه الشركة مكلفة بتوليد الطاقة الكهربائية، وتستخدم حاليًا مصادر مختلفة لتوليد الكهرباء، وهي أكبر شركة منتجة للكهرباء في كينيا، إذ تنتج نحو ٧٠٪ من الكهرباء المستهلكة في البلاد، وتنتجها من الطاقة المائية، والطاقة الحرارية الجوفية، والطاقة الحرارية، وطاقة الرياح.

٦. **هيئة كهرباء الريف والطاقة المتجددة REREC**: أنشئت بموجب الفصل ٦٦ من قانون الطاقة الصادر في عام ٢٠٠٦، كشركة مكلفة أساسًا بتوصيل الكهرباء إلى المناطق الريفية، وإدارة صندوق تمويل كهرباء الريف، وحشد الموارد من أجل زيادة معدلات الكهرباء في الريف والارتقاء بتنمية الطاقة المتجددة واستخداماتها. وقد تحولت هيئة كهرباء الريف في عام ٢٠١٩ إلى شركة كهرباء الريف واستخدام الطاقة المتجددة REREC، بموجب قانون برلماني، مع توسيع تكليفها ليشمل قيادة تسيير أمور الطاقة الخضراء في كينيا، علاوة على مشروعات كهرباء الريف.

٧. **الشركة المحدودة لتنمية الطاقة الحرارية الجوفية GDC:** وهي شركة مملوكة للدولة، أنشأتها حكومة كينيا بغرض تنمية موارد الحرارة الجوفية في كينيا.

٨. **الشركة الكينية المحدودة لنقل الكهرباء KETRACO:** وهذه الشركة مملوكة بالكامل للحكومة الكينية، أنشئت لتكون مسؤولة عن تنمية وصيانة وتشغيل شبكة نقل الكهرباء القومية. وهي مسؤولة أيضا عن تيسير التجارة الإقليمية في الطاقة من خلال شبكة النقل المملوكة لها.

٩. **هيئة الطاقة النووية والكهرباء NuPEA**، والمعروفة سابقًا بالمجلس الكيني للكهرباء النووية KNEB. وتحمل هذه الهيئة مسؤولية قيادة توليد الكهرباء من الطاقة النووية، والتعجيل بمتابعة تنمية توليد الكهرباء من الطاقة النووية، ما يدعم إمكانية الاعتماد عليها، ويجعلها في متناول أيدي الأفراد.

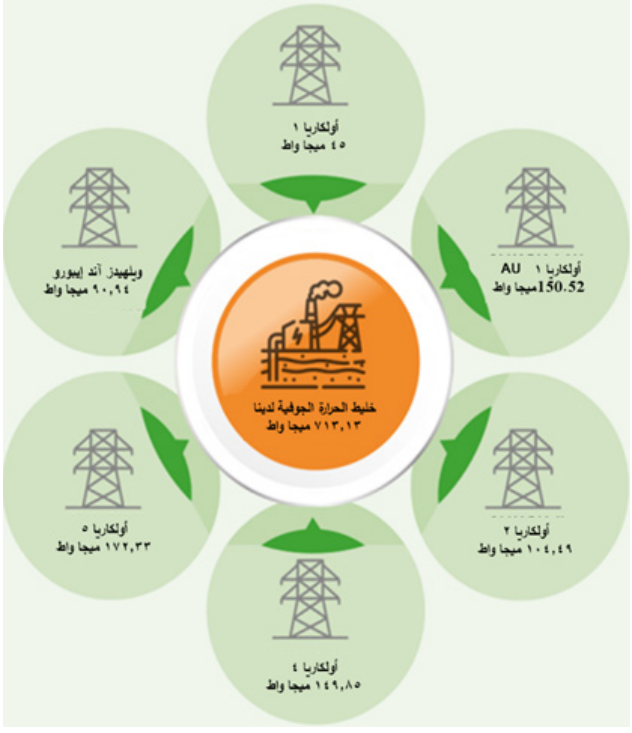
١٠. **منتجو الطاقة المستقلون IPPs:** وهم في الأغلب شركات خاصة تعمل على توليد الكهرباء من مصادر مختلفة، وتبيع الطاقة لشركة «كينيا باور» بموجب اتفاقية شراء الطاقة. ووفقًا لوزارة الطاقة، يوجد حاليا (١٤) هيئة خاصة تشكل نحو ٢٤٪ من الطاقة الإنتاجية للبلاد.

مصادر الطاقة المتجددة وتقنياتها:

أ - الطاقة الحرارية الجوفية Geothermal

تنتج كينيا نحو ٣٠٪ من طاقتها الإنتاجية من الطاقة الحرارية الجوفية، وهي ثاني مصدر لتوليد الكهرباء بعد الطاقة المائية. وقد تم حفر أول بئرين وتركيبهما في عام ١٩٥٦ بأولكاريا في قاع الوادي المتصدع، لكنهما لم ينشطا حتى عام ١٩٨١، حين تم التوجيه ببدء العمل في المحطة الأولى، والمعروفة باسم محطة «أولكاريا ١»، لتنتج ١٥ ميجا وات؛ وهي تولد حاليًا ٤٥ ميجا وات من الطاقة. تليها محطة «أولكاريا ٢» التي تولد ١٠٥ ميجا وات من الطاقة الكهربية. ويشغل المحطتيْن أولكاريا «١» و «٢» الشركة الحكومية المعروفة باسم «كين جين».

شكل (١٦) محطات الحرارة الجوفية المركبة في كينيا



Source: KenGen 2020

يوجد حتى اليوم ثلاث محطات إضافية، هي: أولكاريا ٤، وأولكاريا ٥، وذا ويل هيدز في إيبورو كما يوضح شكل (١٦)، لتصعد كينيا إلى مرتبة أول ثمانية من منتجي الحرارة الجوفية على المستوى العالمي. وقد اندمج منتجو الطاقة المستقلون فيما بعد في كيان واحد يدير الآن محطة «أولكاريا ٣» التي تنتج إجمالي ١٢ ميجا وات.

وتتمتع كينيا باحتياطات ضخمة من الطاقة

الحرارية الجوفية، خاصة في منطقة الوادي المتصدع البركانية، وهي جزء من الوادي المتصدع الكبير. ويُقدَّر بمعدل يتراوح بين ٧,٠٠٠ ميجا وات و١٠,٠٠٠ ميجا وات. ولهذا السبب وحده، أنشأت الحكومة شركة تنمية الحرارة الجوفية، مع التركيز على استغلال للمصادر المتجددة.

ويأتي تركيز الحكومة الكبير على طاقة الحرارة الجوفية من كونها طاقة مستدامة، وذلك باعتبارها لا تعتمد على ظروف المناخ كالطاقة المائية. وعلى هذا النحو، فإن استراتيجية الاستثمار في الحرارة الجوفية بكينيا لن تقتصر على المساعدة في تحقيق هدف رؤية ٢٠٣٠ بشأن توفير الطاقة الكهربائية النظيفة، وجعلها متاحة في متناول أيدي الأفراد، لا سيَّما الهدف رقم (٧)، والمعني بتوفير الطاقة النظيفة بأسعار مناسبة. وإنما ستمتد للمساعدة على تقليص انبعاثات غازات ثاني أكسيد الكربون بنسبة ٣٠٪. ولذلك فإن الحكومة مستمرة في تشجيع القطاع الخاص على الاستثمار في الحرارة الجوفية، واستكشافها، وتوليد الكهرباء منها. وتقضي الخطة بتشجيع الإنتاج ليصل إلى إجمالي ٢,٠٥٦ ميجا وات بحلول عام ٢٠٢٤.

ملامح الاحتياطات والقدرات الكينية في الطاقة الجوفية

تعد كينيا أحد أكبر منتجي الطاقة الحرارية الجوفية في العالم، مما يضعها في المرتبة الثامنة على المستوى الدولي، خصوصًا وأنها قامت بما يلي:

- طورت أكبر مشروع للطاقة الحرارية الجوفية، والوحيد من نوعه في العالم (أولكاريا ٢٨٠ ميجا وات).
- تنمية تقنية «ويل هيد» للحرارة الجوفية.
- شغلت محطات «ويل هيد» للحرارة الجوفية بقدرة ٨٣ ميجا وات، وهي الأكبر في العالم.
- حفرت أكبر بئر حرارة جوفية في إفريقيا بقدرة ٣٠ ميجا وات.
- طورت حمامًا ساخنًا طبيعيًا اعتمادًا على طاقة الحرارة الجوفية، وتولت التكليف بإدارته (انظر شكل ١٧).
- فازت شركة كينية بعقدين لتطوير الحرارة الجوفية في بلد آخر: وهما لمشروعي حفر بئري حرارة جوفية في تولو- مويي بإثيوبيا، وآلوتو- لانجانو في إثيوبيا أيضًا.

شكل (١٧) حمام أولكاريا المسخن بالطاقة الحرارية الجوفية في كينيا

Source: KenGen

الاستراتيجيات المستقبلية على المديين القصير والطويل لتنمية الطاقة الحرارية الجوفية:

تستند السياسات العامة الكينية في مجال الاعتماد على الطاقة المتجددة وزيادتها حتى عام ٢٠٣٠ إلى عدد من الآليات منها: تطوير إمكانات الطاقة الحرارية الجوفية، وبحث التوسع فيها، مع توفير الدعم المالي لهذا القطاع. كما تهتم الحكومة بمسألة بناء القدرات والمهارات البشرية، فضلًا عن الاهتمام باستيراد وتوطين التكنولوجيا الخاصة بهذا القطاع، وأيضًا تشجيع الاستثمار فيه من جانب المستثمرين المحليين، وكذلك الجهات الدولية الاستثمارية والمانحة.

تحديات استغلال الطاقة الحرارية الجوفية في كينيا:

يشكل نقص الخبرة التقنية المطلوبة لاستكشاف الحرارة الجوفية أهم التحديات التي يواجهها هذا القطاع، حيث تعتمد الشركات على الموارد الخارجية من المعدات والعمالة الأجنبية، خاصة في مجال استكشاف الآبار. وذلك بالتوازي مع تطوير الخبرات المحلية. كما يعد ارتفاع كلفة رأس المال الأولي للاستثمار، خصوصًا فيما يتعلق بالاختبارات الأولية وعمليات الحفر، تحديًا مهمًا، حيث إنها عمليات تعتمد في معظمها على قدرات الحكومة.

ويعد طول الفترة الانتقالية بين بدء المشروع وحتى الوصول إلى مرحلة إنتاج الكهرباء من التحديات الأساسية أيضًا، حيث تشمل مراحل الزيارات الاستطلاعية، ودراسات الجدوى، وتدريبات استكشاف سطح التربة، وعمليات الحفر الاستكشافية، وعمليات الحفر التقويمية، وعمليات الحفر الإنتاجية، وتطوير حقول البخار، وبناء محطات الطاقة، وكلها عمليات قد تستغرق فترة تتراوح بين خمس سنوات إلى عشر سنوات على الأكثر.

ويتوازى مع هذه الصعوبات تحديات إضافية، منها: ندرة المواقع المتاحة، حيث لا يمكن العثور على بخار من القشرة الأرضية إلا في مناطق معينة، خاصة في قيعان الوادي المتصدع العظيم. كما يقع في نطاق التحديات أيضًا ارتفاع مخاطر المشروع، حيث تؤدي تنمية الحرارة الجوفية، والطاقة المستمدة منها إلى عدة آثار بيئية في استخدام الأرض، ترتبط بالاستكشاف، وبناء المحطات، كالضوضاء، وتسرب المياه، والغازات السامة.

أما التحديات المرتبطة بالسياق الاجتماعي، فهي تكمن في الصراعات المجتمعية على استخدام الأراضي، إذ يترتب على اتساع بقعة الأرض المطلوبة لمحطات الحرارة الجوفية تهجير مجتمعات الرعاة في كينيا. ونتيجة لذلك، نفذت شركة تنمية الحرارة الجوفية خطة عمل لإعادة تسكين أهالي هذه المجتمعات؛ بالنظر إلى تضرر نحو ١,١٨١ شخص من المشروع في أولكاريا.

ب - طاقة الرياح:

مقارنة بتوليد الكهرباء من الطاقة المائية، تسهم الرياح بنصيب ضئيل يبلغ ١٪ من توليد الطاقة في البلاد، فحتى وقت قريب، كان بالبلاد حقل رياح واحد في تلال نجونج هيلز بالقرب من العاصمة نيروبي، وفيما بعد صارت شركة «كين جين» تدير ثلاث محطات للطاقة عن الرياح بقدرة إنتاجية إجمالية ٢٥,٥ ميجا وات.

جدول (١١) قدرة طاقة الرياح في كينيا

محطة طاقة الرياح	القدرة الإنتاجية (ميجا وات)	القدرة الفعالة (ميجا وات)
نجونج ١ المرحلة الأولى	٥,١	٤,٥
نجونج ١ المرحلة الثانية	٦,٨	٥,٠
نجونج ٢	١٣,٦	١٠,٠
الإجمالي	٢٥,٥ ميجا وات	١٩,٥ ميجا وات

Source: KenGen

ويعد مشروع توركانا للرياح أحد أكبر حقول الرياح في إفريقيا، وقد أنشأ باستثمارات خاصة في بلدية مرسابيط في الجزء الشمالي من كينيا، بتكلفة ٨٠٠ مليون دولار أمريكي. ويهدف إلى إنتاج ٣١٠ ميجا وات من الكهرباء، وضخها في الشبكة. ويتكون الحقل من ٣٦٥ توربين رياح قدرة كل منها ٨٥٠ كيلو وات. وهو ما يجعله أكبر استثمار خاص منفرد في قطاع الطاقة، ليس في كينيا وحدها، بل في إفريقيا ككل. ولعل نقطة الجذب الرئيسة في المشروع هي الحيز الشاسع المتاح في شمال غرب كينيا.

وإضافة إلى المساعدة في تقليل انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، فإن مشروع توركانا سيساعد على إنعاش الاستثمار المحلي والقومي عن طريق:

- إتمام مشروع بحيرة توركانا للرياح، والذي من المتوقع أن يعمل على توفير المزيد من الكهرباء على المستوى القومي، بضخ ما بين ١٥-٣٠٪ من إجمالي احتياجات كينيا من الكهرباء.
- إضافة المنتج الجديد من الكهرباء إلى الشبكة الوطنية، بما يُعزز القدرة على توفير إمدادات الكهرباء.
- دعم المنظمات المجتمعية، وتطوير مستشفى «لايساميس»، بما يُحسن من سبل الوصول للطعام، والمرافق الصحية، والآبار.
- مشروع بحيرة توركانا للرياح له أثر اجتماعي- اقتصادي كبير في المنطقة المحلية، فهو يؤدي إلى زيادة ملحوظة في فرص العمل المولدة للدخل، وتحسين المعيشة. فخلال مرحلة الإنشاء يمكن للمشروع توظيف المشروع لما يزيد على ٢,٠٠٠ شخص، والذين قد يكونون محليين من أهل توركانا، وبورانا، وريندييللي، أو حتى من البلد المجاور أوغندا.
- تحسين التعليم المحلي، حيث أنشأ مشروع بحيرة توركانا للرياح فصولًا تعليمية في مدرستين، هما: (مدرسة نييرو للبنات، ومدرسة كورولي للأولاد)، فضلًا عن المعامل، ودعم إنشاء مدرسة «فنية» للشباب، بما عزز من مستوى التعليم الأساسي والثانوي في منطقة عمليات المشروع خلال عام ٢٠٢٠.

تحديات استخدام طاقة الرياح في كينيا:

على الرغم من أن كينيا تتمتع بأراض مواتية لتيارات قوية يمكن أن تدير توربينات الرياح، فإن هذا المصدر للطاقة المتجددة لم يُستغَل بكامل طاقته للأسباب التالية:

بيانات الرصد الجوي ومعلوماته عن قوة الرياح محدودة في ضوء ضعف القدرات التكنولوجية، فعلى الرغم من وجود ٣٢ مرصدًا جويًّا، موزعة على جميع أنحاء البلاد، فإنها تعاني من تقادم المعدات، وضعف القدرة على التنسيق فيما بينها، وهما أمران حاسمان فيما يتعلق باستطلاع مؤشرات هطول الأمطار، والتنبؤ بدرجات الحرارة.

وعلى الرغم مما حققته كينيا من استثمار كبير في توليد الكهرباء من الرياح في تلال نجونج مع طاقة إنتاج مدعومة من الحكومة بقدرة ٢٥,٥ ميجا وات، وتوربينات رياح أصغر حجمًا، فإن هذا الحجم من الطاقة يظل خارج الشبكة القومية لكينيا. فضلًا عن التحدي المرتبط بالتغير في سرعات الرياح المتوقعة طبقًا لتقارير المناخ الإقليمية حتى ٢٠٥٠، والذي يُمثل عائقًا كبيرًا أمام الخطط الاستثمارية المستقبلية من جانب القطاع الخاص. وعلى هذا النحو، أقدمت الحكومة الكينية على الخطوات التالية لزيادة كمية الكهرباء المولدة عن طريق الرياح:

١. تطوير القدرات المؤسسية لتستخدم الهيئات الحكومية الطاقة المولدة بالرياح على نطاق واسع.

٢. المراجعة المستمرة، وتنفيذ اللوائح والمعايير الخاصة بتكنولوجيا توليد الكهرباء من الرياح.

٣. توفير الحوافز لتطوير توليد الكهرباء من الرياح، خاصة في الحقول المملوكة للأفراد.

٤. دعم توليد الكهرباء من خليط من نظم التوليد الهجينة، بحيث تتضمن الرياح، وغيرها من مصادر الطاقة.

٥. تقديم أطر لربط الكهرباء المولدة من طاقة الرياح بالشبكات الوطنية والمعزولة، من خلال البيع المباشر أو قياس صافي الطاقة.

٦. الاستثمار في خطوط النقل، لتيسير عملية تفريغ الطاقة من المناطق ذات الإمكان العالي لطاقة الرياح، إلى مراكز التحميل الكبيرة.

٧. تشجيع الجامعات المحلية على أن تأخذ على عاتقها الإسهام في تطوير الأبحاث ونشرها.

٨. الدفع نحو تعدد أنواع الاستثمارات بين القطاعين الخاص والحكومي فيما يتعلق بطاقة الرياح، وذلك بالاستثمار في أجهزة الرصد الجوي الحديثة، مثل: الحاسوبات، والتقنيات الجديدة.

وكذلك ضخ الاستثمارات المناسبة والتي تسمح بتركيب توربينات رياح جديدة في مختلف المواقع، بالمناطق التي تتمتع بنظام رياح ممتاز وقوي، مثل: مارسابيط، وإيسيولو في شمال ميرو، ونياندروا، وكيليفي، ولامو، وساحل نياندا روا، وسامبورو، وأواسين جيشو ونا روك في الوادي المتصدع، وكيامبو في القسم الأوسط من البلد، وغيرها من المناطق.

وفيما يتعلق بالفرص المستقبلية في مجال استغلال طاقة الرياح، فإنه توجد فرصة عظيمة لتركيب محطات لتوليد طاقة الرياح في عرض البحر، بما يدعم استغلال الرياح الموسمية القوية بالمحيط الهندي، ويساعد الشركات والمصانع الواقعة على الساحل الكيني، مثل: مصانع الأسمنت والحديد والصلب، على تركيب وحدات جديدة لتوليد الكهرباء من طاقة الرياح، كجزء من استراتيجيتها للتحول إلى مستقبل تقل فيه الانبعاثات الكربونية.

وقد أقدم على هذه الفرص فقط حتى الوقت الحالي، مصنع بامبوري للأسمنت، وهو رائد في هذا المجال، ويبعد بمقدار ١٠٠ متر فقط عن شواطئ المحيط الهندي في مومباسا. ويستكشف حاليا إمكانية الاستثمار في طاقة الرياح من عرض البحر؛ للتعجيل بالتحول إلى مستقبل تقل فيه الانبعاثات الكربونية.

جـ - الطاقة المائية

تتمتع كينيا مثل معظم بلدان الإقليم بأنهار دائمة الجريان، مما يعطيها إمكانيات قوية للطاقة المائية. وما زالت الطاقة المائية أحد أنجح مصادر الطاقة في كينيا حتى اليوم، مقارنة بغيرها من مصادرالطاقة المتجددة؛ حيث تولد شركة «كين جين» المملوكة للحكومة نحو ٥٠٪ من الكهرباء من الطاقة المائية؛ مما يجعلها أول مصادر الطاقة في كينيا. وتقدر القدرة الإنتاجية للطاقة المائية بـ ٨٢٥ ميجا وات، منتجة من محطات الطاقة المائية الكبيرة، وهي نحو تسع محطات، موزعة على أحواض للصرف في جميع أنحاء البلد. وللمحطات المائية الكبيرة قدرة تبلغ ١٠ ميجا وات لكل محطة منها، لكن يوجد مع ذلك خمس محطات للطاقة المائية الصغيرة بقدرة ٣٠٠٠ ميجا وات.

ويُعد سد ومحطة كامبورو للطاقة المائية على طول مجرى نهر تانا، انظر شكل ١٨، هو أحد النماذج المهمة على مشروعات الطاقة الكهرومائية في كينيا منذ عام ١٩٧٤، بقدرة ٩٤,٢ ميجاوات.

شكل (١٨) سد كامبورو ومحطة كامبورو للطاقة المائية على طول مجرى نهر تانا

Source: Kengen 2021

تحديات لتوليد الكهرباء من الطاقة المائية في كينيا

على الرغم من أن الطاقة المائية مصدر مهم للطاقة المتجددة، فإن تأثير التغيرات المناخية المتوقعة في كينيا والقرن الإفريقي يشير إلى أنماط هطول أمطار غير منتظمة، وفترات طويلة من الجفاف، كما يحدث حاليا بالفعل. ومن المتوقع أن يؤثر هذا بشكل مباشر على إنتاج الطاقة الكهربائية في البلاد، حيث إن ٥٠٪ من الطاقة الكهربائية هناك يتولد من المصادر المائية. وبالتالي فإن توليد الكهرباء من الطاقة المائية، خاصة من السدود الكبيرة، سيتأثر بالتغيرات في مناسيب المياه، بسبب التغير في معدلات هطول الأمطار، وموجات الحرارة والجفاف.

ويعد الجفاف لفترات طويلة من أهم التحديات المناخية التي تؤثر على توليد الكهرباء من الطاقة المائية في كينيا. فمثلاً: أدى الجفاف الشديد ما بين سنوات ١٩٩٩ - ٢٠٠٢ إلى تراجع بنسبة ٢٥٪ في قدرة السدود والمحطات الرئيسة على توليد الكهرباء من الطاقة المائية، مما أدى إلى خسائر تتراوح بين ١٪ و١,٥٪ من الناتج المحلي الإجمالي بسبب نقص الإنتاج الصناعي.

بينما أدى الجفاف طويل المدى بين عامي ٢٠١٦ - ٢٠١٧ إلى زيادة درجات الحرارة، مما أثر على توليد الكهرباء، بسبب زيادة البخر من المخازن. وقد تراجع توليد الكهرباء من الطاقة المائية في السنة المالية ٢٠١٧/٢٠١٦ إلى ٣٢,٧٪ من إجمالي التوليد، مقارنة بـ ٣٨,٥٪ في السنة السابقة، مما أدى إلى زيادة تكلفة الكهرباء.

وبالإضافة إلى تحدي الجفاف الناتج عن التغيرات المناخية، فهناك تحديات موازية، وإن كانت أقل تأثيرًا، ومن ذلك ما ذكره تقرير أجرته وزارة الطاقة، والذي أوضح أن سبب النقص في إسهام الطاقة المائية في مزيج الطاقات التي تتولد منها الكهرباء يمكن أن يكون:

١. نقص قدرة التخزين بالمخازن الحالية لتوليد الطاقة، ما ينتج عنه اضطراب في توليد الكهرباء أثناء مواسم الأمطار الطويلة التي تؤدي إلى حدوث فيضانات، علاوة على العواصف الشديدة.

٢. المخاطر المرتبطة بمشروعات الطاقة المائية لا تقتصر على الإخلال بالبيئة الطبيعية فقط، حيث من الممكن أن تخلق الحاجة إلى حيازة أرض جديدة لإعادة توطين وتسكين الأسر المتضررة من الاستيلاء على أراضيها لإيجاد حيز لإنشاء المخازن المائية.

٣. عدم كفاية البيانات التي لدى المراصد الجوية المحلية بشأن هطول الأمطار، والبيانات المائية، بما يحجم من قدرات قطاع الطاقة المائية كما هو الحال بالنسبة لطاقة الرياح.

٤. أزمة استخدام الأرض والمياه على نحو تصارعي وتنافسي بين مختلف القطاعات الاقتصادية الفرعية.

وفي مواجهة هذا النوع من التحديات، عنيت الحكومة الكينية بتحديد معيار للمشروعات المائية الصغيرة، والتأكيد عليه. وقد شملت السياسة المعروفة باسم سياسة تعريفة الإمداد بالطاقة ٢٠٠٨ هذا المعيار، والذي هدف إلى الارتقاء بالطاقة المتجددة وتطويرها لإمداد القرى والمزارع بالكهرباء.

وقد تولت الحكومة ومستثمرو القطاع الخاص مهام الإسراع بعمل المشروعات الصغيرة ومتناهية الصغر، وتطويرها. وفي نهاية عام ٢٠١٧،

أنتجت النظم التي تديرها الحكومة قدرة إجمالية تبلغ ١١,٧ ميجا وات، بينما قُدِرَت الطاقة الإنتاجية للنظم التي يديرها المطورون في القطاع الخاص بنحو ٥,٨١ ميجا وات. وكانت هذه محاولة وخطوة عملية اتخذتها حكومة كينيا نحو إضفاء اللامركزية على إنتاج الطاقة، وهو الأمر الذي أسفر عن تطوير العديد من الشبكات الصغيرة لخدمة المجتمعات المحلية. وتهدف سياسة الحكومة إلى جعل المناطق الريفية آمنة كهربائيًا، من خلال منح السلطات المحلية المزيد من الصلاحيات في قرارات نظم الطاقة، خاصة المتعلق منها بالطاقة المتجددة.

في هذا السياق استفادت مصانع الشاي الكبيرة من دراسات الجدوى التي أجرتها وزارة الطاقة في مناطق زراعة الشاي، والتي شملت ١٢ موقعًا بقدرة توليد مشترك تقدر بـ ٣٣ ميجا وات. وما زالت دراسات الجدوى مستمرة حتى الآن، ومن المقرر أن تكتمل في ١٤ موقعًا آخر، وأن تشمل مواقع أخرى فيما بعد. وسيتم استخدام البيانات والنتائج لجذب رأس المال من مصادر محلية وخارجية، لتطوير هذه المواقع.

د. الطاقة الشمسية

ظل استخدام الطاقة الشمسية في كينيا وتطويرها يسيران ببطء شديد حتى عام ٢٠٠٠، وذلك على الرغم من الموقع الجغرافي للبلاد، حيث تقع كينيا على خط الاستواء، مع سطوع جيد وشديد للشمس طوال العام، بمتوسط ٥ - ٧ ساعات يوميًا كذروة سطوع للشمس. ومقارنة بمصادر الطاقة المتجددة الأخرى، فما زالت النسبة المئوية للطاقة الشمسية المستغلة للمنازل والمصانع ضئيلة بالنسبة لإمكانيات البلاد.

وقد بدأت الحكومة في عام ٢٠١٢ برنامجًا لبحث سبل تشجيع الأفراد والمؤسسات على توليد الطاقة الشمسية خارج الشبكة الكهربائية. ومع ذلك، لم يحفز هذا الاهتمام الكثير من الاستثمارات؛ نظرًا لأن الحكومة نفسها فرضت في الربع الأخير من عام ٢٠١٣ ضريبة قيمة مضافة بنسبة ١٦٪ على منتجات الطاقة الشمسية. ولكن تم إلغاء هذه الضريبة في عام ٢٠١٤ بهدف زيادة سبل الوصول إلى منتجات الطاقة الشمسية، خاصة بالنسبة للسكان الذين لا يستطيعون الحصول على الكهرباء من الشبكة. وعلى الرغم من وجود أنواع مختلفة من التقنيات المستخدمة لاستغلال إمكانات الطاقة الشمسية، فإن التقنيتين المستخدمتين في كينيا هما الخلايا الشمسية الفوتو فولتية PV، والطاقة الشمسية المركزة CSP.

وعكفت الحكومة الكينية على تمويل كهرباء الريف بالطاقة الشمسية، بحيث تصل إلى المدارس والمستوصفات. وتكشف البيانات الواردة من الحكومة في ديسمبر ٢٠١٧ أن ما يزيد على ٥٠٠٠ وحدة في الريف، تشمل: مراكز صحية، ومدارس ابتدائية وثانوية، ومستوصفات، ومراكز إدارية، قد ركبت نظم طاقة شمسية فوتو فولتية. ومنذ ذلك الحين، يوجد عشرات من المستثمرين الجدد في سوق الطاقة الشمسية، يقودون مبادرات مهمة للنظم الصغيرة الفوتوفولتية ذات القدرة التي تتراوح بين ١٢ - ٥٠ وات watt Peak (Wp) وهي ملائمة للاستخدام المنزلي، والإنارة، وشحن الأجهزة. حيث يتكون من وحدات مصنوعة من السيليكون غير المتبلر قليلة الكلفة، ومن كل من الوحدات السيليكونية أحادية التبلر وعديدة التبلر. وتمتلك كينيا الآن أحد أنشط أسواق النظم الفوتوفولتية التجارية، وأسرعها نموًا في العالم النامي، بقدرة فوتوفولتية مركبة في حدود ١٠ ميجا وات. ويقدر عدد البيوت الريفية التي تستخدم الطاقة الشمسية للإضاءة في كينيا بما يزيد على مليون منزل. وتتراوح مبيعات النظم الفوتوفولتية في كينيا ما بين (٢٥,٠٠٠-٣٠,٠٠٠ وحدة فوتوفولتية).

وتعد شركة مكوبا MKOPA من الشركات الرائدة في هذا المجال، وتعمل منذ عام ٢٠١٢، حيث تتيح للعملاء الذين ليس لهم علاقة قوية بالبنوك في كينيا سبل الحصول على المنتجات الأساسية، والتي تشمل على وجه الخصوص استخدام الطاقة الشمسية في الإضاءة وغيرها من الأغراض المنزلية. ففي عام ٢٠١٥، ربطت ما يزيد على ٣٠٠ ألف منزل في كينيا بالطاقة الشمسية. وفي عام ٢٠١٨، ازداد العدد ليصير ٥٠ مليون منزل.

ولعل أحد أبرز التحديات التي تواجه إنتاج الطاقة الشمسية في كينيا هو أن معظم المعدات الخاصة بها تستورد من الصين وأوروبا. فضلاً عن عدم وجود حوافز على الإنتاج المحلي من معدات الطاقة الشمسية، مثل: الخلايا الشمسية الضوئية، والألواح. علاوةً على الضرائب المفروضة على معدات الطاقة الشمسية المستوردة.

وربما يكون المطلوب من الحكومة الكينية لزيادة الاعتماد على الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء هو:

١. عمل برامج لرفع الوعي والترويج لاستخدام الطاقة الشمسية.

٢. تنفيذ اللوائح الخاصة بالمعايير، لاسيما على استيراد المعدات.

٣. المراجعة المنتظمة للمعايير الخاصة بتقنيات الطاقة الشمسية ومعداتها.

٤. تقديم حوافز للترويج للإنتاج المحلي، والاستخدام الكفء لنظم الطاقة الشمسية.

٥. تنفيذ اللوائح الخاصة بقوانين البناء، خصوصًا ما يتعلق بالإنارة.

٦. تقديم إطار لربط توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية بالشبكة الوطنية والشبكات المعزولة، من خلال البيع المباشر أو قياس صافي الطاقة.

٧. تشديد العقوبات على سرقة نظم الطاقة الشمسية، أو إتلافها.

٨. دعم النظم الهجينة لتوليد الكهرباء التي تشمل الطاقة الشمسية وغيرها من مصادر الطاقة المتجددة، للتعامل مع الآثار الناجمة عن الطبيعة المتقطعة لإمدادت الطاقة الشمسية.

٩. دعم تركيب نظم الطاقة الشمسية الفوتوفولتية في جميع المرافق العامة بالمناطق غير المرتبطة بالشبكة.

١٠. توفير المصابيح الشمسية والترويج لاستخدامها لإضاءة الريف، والمناطق المتاخمة للحضر، والمناطق الحضرية.

ويستخدم ٣٠٪ فقط من المنازل الحضرية والمنازل الفارهة في كينيا غاز البترول المسال في الطهو، إلى جانب الطاقة الكهربائية، في حين أن بقية الـ ٧٠٪ الآخرين من السكان يستخدمون مصادر طاقة تقليدية غير تجارية، مثل: الحطب والفحم، نحو ٥٥٪ منها مأخوذ من أراضي المزارع في شكل كتل حيوية خشبية، فضلًا عن نفايات المحاصيل وروث الحيوانات، وبقية الـ ٤٥٪ الأخرى مأخوذة من الغابات.

وبذلك فإن الاعتماد على الخشب في توليد الطاقة مرتبط بعدة إشكاليات من بينها الأضرار البيئية، علاوة على قضايا ملكية الأرض، والأشجار، وغير ذلك من قضايا إشكالية.

وقد روجت الحكومة الكينية لزيادة مساحة الغابات، وفي الوقت نفسه زيادة مخزون الكتل الحيوية الخشبية في جميع أنحاء البلاد. وهو مجهود متعدد الاختصاص، يشمل الوزارات المسؤولة عن الطاقة، والتربية والتعليم، والزراعة، والبيئة، والموارد الطبيعية.

وفي هذا السياق، فإنه من المطلوب أن تتجه السياسيات الحكومية في كينيا لدعم قطاع توليد الكهرباء من الطاقة الحيوية، وذلك طبقًا لعدد من الخطوات التي ينصح بها الخبراء المحليون، ومنها:

١. إجراء دراسة مرجعية شاملة عن موارد طاقة الكتل الحيوية وإمكاناتها.

٢. تنمية وتحديث ونشر المعلومات عن موارد طاقة الكتل الحيوية.

٣. صياغة وتنفيذ استراتيجية وطنية لتنسيق جهود إنتاج الكتل الحيوية على مستوى الحياة اليومية، والمستوى التجاري.

٤. الترويج للتحول الكفء إلى الطاقة الحيوية، والاستخدام النظيف لها.

٥. الترويج لاستخدام قوالب الكتل الحيوية كبديل للوقود الخشبي.

٦. الاضطلاع ببرامج لرفع وعي المواطنين وتشجيعهم على حماية البيئة والحفاظ عليها، كما ورد في المادة ٦٩ (د) من الدستور.

٧. التعاون مع الوزارات الأخرى المعنية وأصحاب المصالح للترويج لبرامج تشجير مستدامة.

٨. التعاون مع أصحاب المصالح الآخرين لضمان الاستخدام الكفء لموارد الأرض للحصول على الكتل الحيوية، وإنتاج الغذاء، وغير ذلك من الاحتياجات البشرية.

٩. الاضطلاع بالبحوث الخاصة بتقنيات طاقة الكتل الحيوية، والارتقاء بها، وتطويرها.

الدعم الخارجي لتنمية مصادر الطاقة المتجددة في كينيا:

تعمل الوكالة الفرنسية للتنمية (AFD)، وهي وكالة دولية رائدة، بالتركيز على دعم وتنمية قطاع الطاقة في كينيا، وتوصيل إمدادات الطاقة لغير المتصلين بالشبكة في المناطق الريفية، وتحويل مولدات الديزل إلى مولدات هجينة، وكذلك استخدام (طاقة الرياح، والطاقة الشمسية، وطاقة الكتل الحيوية)، وإنشاء مولدات جديدة وشبكات صغيرة مرتبطة بها في المناطق الريفية.

وهناك برنامج «طاقة إفريقيا»، وهو برنامج تابع للإدارة الأمريكية، يهدف إلى توصيل الكهرباء للمزيد من المنازل. وقد تشكل هذا البرنامج في عام ٢٠١٣، ويجمع بين خبراء تقنيين، وقانونيين، فضلًا عن القطاع الخاص. ويعمل على توفير التمويل والدعاية والاستشارات الفنية اللازمة لدفع الشراكة بين القطاعين العام والخاص. وقد وفر تمويلًا قدره ٦,٥ ملايين دولار أمريكي، لدعم تطوير ١٠ مشروعات جديدة لإنتاج الطاقة في كينيا بقدرة إجمالية تبلغ٢٨١ ميجا وات.

كما ساهم برنامج «الطاقة النظيفة لإفريقيا» في توفير تمويل متجدد لتعزيز الربط الكهربائي في كينيا، حيث دعم بين عامي ٢٠١٤ و٢٠٢٠ مشروع الشبكات الصغيرة الخضراء في كينيا، والذي ساهم بنحو ٢٠٠٠ عملية ربط كهربائي فيما يوجد باسم (خلية الطاقة)، و٤ مواقع جديدة تسمى المواقع الترويجية لكفاءة استخدام الطاقة PUE، و٨٥٠ توصيلة جديدة غيرها في ١٠ مواقع، وأخيرا أقامت شركة «باور جين» بـ ٢٣٠٠ توصيلة وشبكة صغيرة في ١٣ موقعًا في جميع أنحاء البلاد.

إجمالًا فإنه حسب الخطة الحكومية للتنمية في كينيا ٢٠٣٠، فمن المطلوب الانتقال إلى اقتصاد طبقة وسطى تنافسي، يدفعه «توفير خدمات طاقة مستدامة»، و «في متناول اليد»، و «تنافسية وآمنة»، وفي الوقت نفسه «حماية البيئة». ولتحقيق النمو الاقتصادي المرغوب، تحتاج كينيا إلى:

١. الارتقاء بالبنية التحتية الحالية للطاقة وتوسيعها مع رفع مستوى كفاءتها.

٢. توفير التمويل وغيره من الموارد المالية لتنمية مصادر الطاقة.

٣. التركيز على تعزيز سبل الوصول لخدمات الطاقة لتشمل جميع السكان.

٤. تعزيز البيئة التنظيمية القانونية والأطر المؤسسية التي يمكنها جذب المستثمرين.

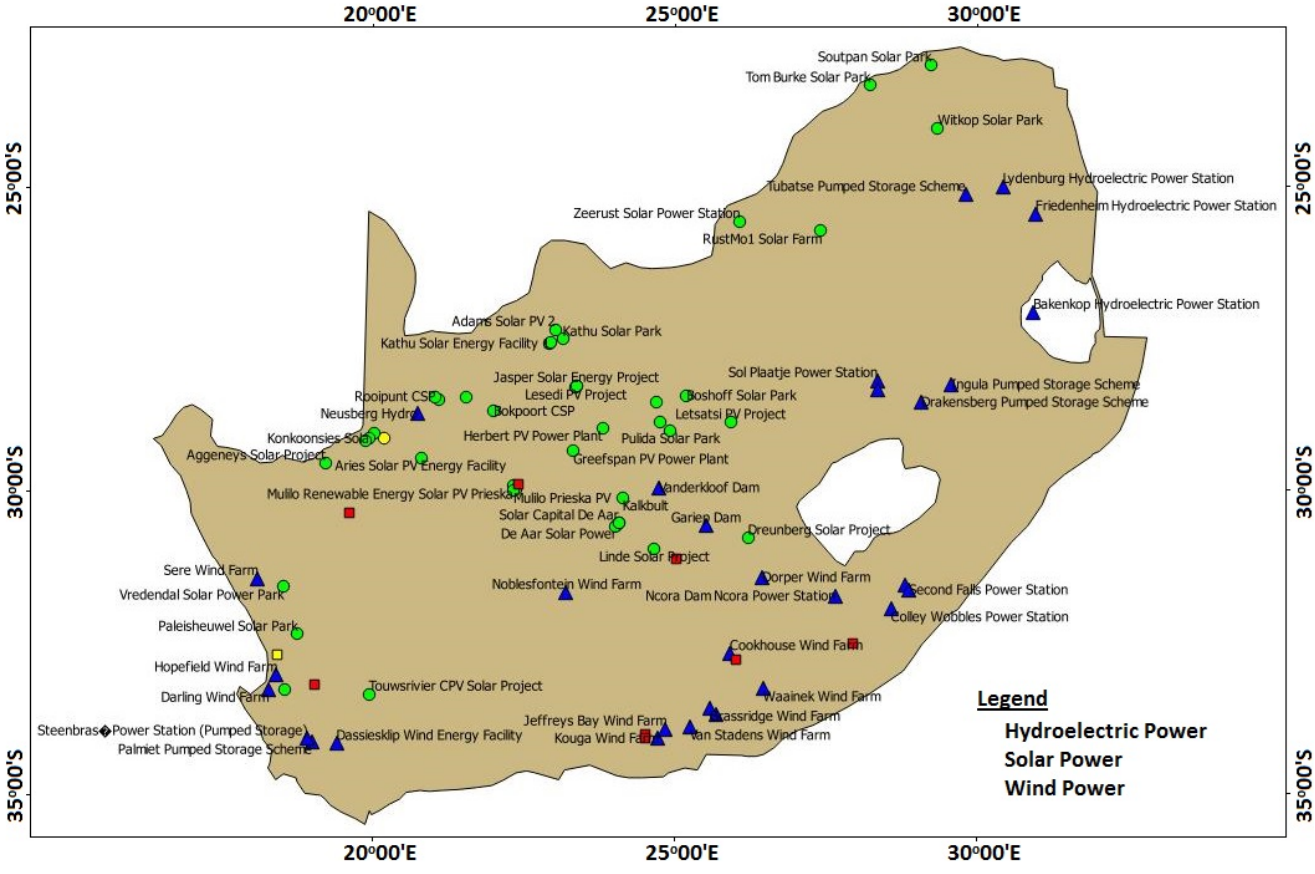
٥. وأخيرًا، تحتاج الحكومة الكينية إلى تعميق استثمارها في توليد الكهرباء من الطاقة المائية ذات الإمكانات العالية، والتخطيط لإنشاء محطات جديدة للرياح في عرض البحر وعلى الساحل ضمن ميزانيتها الوطنية الجديدة، كطريق لحل المعضلة الثلاثية للطاقة، والتي تشمل «كونها في متناول اليد»، و«سهولة الحصول عليها»، و«تحقيق أمن الطاقة والاستدامة البيئية».

❖ الطاقة المتجددة في جنوب إفريقيا

يبلغ معدل استخدام مصادر الطاقة الأولية في جنوب إفريقيا ٢١٪. بينما مثل الفحم ٦٩٪ من مصادر الطاقة الرئيسة في البلاد، بينما احتل النفط الخام المرتبة الثانية بنسبة ١٤٪، في حين جاءت مصادر الطاقة المتجددة في المرتبة الثالثة بنسبة ١١٪. أما الطاقة النووية، فقد ساهمت بنسبة ٣٪ من إجمالي الإمدادات الأولية، والتي كان نصيب الغاز الطبيعي فيها ٣٪ فقط.

وتتركز محطات الطاقة الشمسية في شمال البلاد وغربها، كما تتركز محطات الطاقة المائية في شرق البلاد وجنوبها، في حين تتركز المواقع الخاصة بطاقة الرياح في مناطق قليلة موزعة في وسط البلاد وجنوبها (شكل ١٩).

شكل (١٩) مواقع الطاقة المتجددة في دولة جنوب إفريقيا
(محطات الطاقة المائية، والطاقة الشمسية، وطاقة الرياح)



Source: Locations of Renewable energy sources in South Africa state (hydropower Solar and Wind stations)

القدرة الكهربائية وتوليد الكهرباء في جنوب إفريقيا

بلغ حجم توليد الطاقة المتجددة في عام ٢٠٢٠ في جنوب إفريقيا ٩٦٣٨ ميجاوات (١٧٪)، مقارنةً بـ ٤٧٧٩٨ ميجاوات (٨٣٪) من المصادر غير المتجددة، وذلك وفقًا للأرقام التي نشرتها الوكالة الدولية للطاقة المتجددة في عام ٢٠٢١.

جدول (١٢) انتاج الكهرباء في جنوب إفريقيا (٢٠٢٠)

القدرة الكهربائية ٢٠٢٠ - الطاقة المتجددة	ميجاوات	(٪)
طاقة غير متجددة	٢٠٣٢٨٨	٩٥,٥
طاقة متجددة	٩٥٣١	٤,٥
• مائية/بحرية	١٢١٢	٠,٥٧
• شمسية	٧٥٨٧	٣,٥٧
• رياح	٣٠٠	٠,١٤
• طاقة حيوية	٤٣١	٠,٢
• حرارة جوفية	٠	٠
إجمالي قدرة الطاقة	٢١٢٨١٩	١٠٠

المصدر: الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، ٢٠٢١.

بحسب التحليل الشامل، فإن مساهمة الطاقة المتجددة في الطاقة الأولية حاليًا يُعد ضئيلًا نسبيًا، بسبب افتقارها الكبير إلى التطوير، ناهيك عن الاستخدام التجاري للطاقة. ومن بين العوائق الرئيسة أمام استخدام الطاقة المتجددة في جنوب إفريقيا: ضعف منظومة الابتكار في مجال الطاقة، وارتفاع تكلفة مختلف تقنيات الطاقة المتجددة. حيث تجدر الإشارة إلى أن إمدادات الطاقة المتجددة في جنوب إفريقيا، مثل: الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، والطاقة المائية، وكذلك الوقود الحيوي، شكلت نحو ٤,٥٪ فقط من إنتاج الكهرباء بالبلاد.

وقد بدأت حكومة جنوب إفريقيا في وضع أهداف قصيرة الأجل ومتوسطة الأجل فيما يتعلق بالطاقة المتجددة. ومن ذلك اتخاذ سياسات من شأنها تحديد التزامات ومعايير متعلقة بهذا القطاع، وهو الأمر الذي تطلب وضع تعريفة معقولة للخدمة، والأخذ في الاعتبار القيود المؤسسية، وندرة الأسواق الخضراء، والحاجة إلى توسيع النفاذ إلى المستهلكين.

ومن المتوقع أن يستمر ارتفاع الطلب على الطاقة في جنوب إفريقيا، حتى يتضاعف بحلول ٢٠٢٥؛ حيث يبلغ إجمالي قدرة توليد الكهرباء المحلية من جميع المصادر في جنوب إفريقيا ٥٨٠٩٥ ميجاوات، وفقًا لوزارة الموارد المعدنية والطاقة. ويعتبر الفحم، حاليًا، أهم مصادر الطاقة في البلاد، حيث يمثل أكثر من ٨٠٪ من مزيج الطاقة هناك. ولكن، طبقًا لخطة الموارد المتكاملة لعام ٢٠١٩؛ فسيتم إيقاف توليد ٢٤,١٠٠ ميجاوات من مصادر الطاقة الحرارية التقليدية، خاصةً الفحم، وذلك خلال مدة تتراوح بين ١٠ - ٣٠ سنة.

وعلى الرغم من أن الفحم قد يكون في الوقت الحالي مصدر الطاقة الأكثر انتشارًا في جنوب إفريقيا، فمن المتوقع أن تنخفض حصته من إجمالي الطاقة في البلاد خلال السنوات القادمة مع دخول المزيد من المصادر المتجددة على خط توليد الطاقة. أما بالنسبة للتشغيل على مستوى المرافق، فقد قام برنامج تمويل منتجي الكهرباء

المستقلين للطاقة المتجددة (REIPPPP) في جنوب إفريقيا، بتوقيع ٢٧ اتفاقية لشراء الطاقة في يونيو ٢٠١٨. كما تم وضع خطة لعدد من المبادرات التي ستنفذها حكومة جنوب إفريقيا لإصلاح قطاع الطاقة، مع التركيز على زيادة استخدام الغاز الطبيعي، والحفاظ على القطاع النووي، ووضع «خطة انتقالية سليمة» نحو الطاقة المتجددة، مثل: طاقة الرياح، والطاقة الشمسية، والطاقة المائية، وغيرها.

مصادر الطاقة المتجددة المتوافرة في جنوب إفريقيا

تشمل المصادر المتجددة لتوليد الطاقة في جنوب إفريقيا: الرياح، وأشعة الشمس، والأمواج، والمد والجزر، والكتلة الحيوية، والأمطار، والحرارة الجوفية. بالإضافة إلى ذلك، فإن للطاقة المتجددة خمسة تطبيقات رئيسة، وهي: تبريد وتدفئة الهواء، وتوليد الكهرباء، وتسخين المياه وتبريدها، وخدمات الطاقة الريفية، والنقل. ويعد قطاع الطاقة في جنوب إفريقيا مكونًا رئيسًا في أنظمة الطاقة العالمية، نظرًا لما أحرزته البلاد من تقدم وابتكار في موارد الطاقة المتجددة.

- طاقة الرياح

لعب كل من الكتاب الأبيض بشأن الطاقة المتجددة، وقانون الطاقة الوطني، وخطة الطاقة المتكاملة، وخطة الموارد المتكاملة دورًا في تطوير طاقة الرياح في جنوب إفريقيا (والتي تبلغ إمكاناتها في البلاد ٦,٧٠٠ جيجاوات)، مما يجعلها في مستوى الطاقة الشمسية. كذلك أثمر برنامج مشتريات المنتجين المستقلين للطاقة من المصادر المتجددة في جنوب إفريقيا عن تدشين أكثر من ٣٠ مشروعًا في مجال طاقة الرياح، ليشكل بذلك لحظة فاصلة في إنتاج الطاقة النظيفة، حيث اجتاز عقبات منها: معارضة العمالة المنتظمة، اعتقادًا منها بأن مشروعات الطاقة المتجددة تشكل خطرًا على وظائفها، وسلسلة القيمة المرتبطة بمصادر الطاقة التقليدية، مثل: الفحم.

وتنتهج البلدان التي تشجع مشروعات طاقة الرياح سياسات تفضيلية، تنقسم إلى ثلاث فئات: سياسات بيئية، وسياسات العرض، وسياسات الطلب. وقد تمثلت الأهداف الأساسية لسياسات جنوب إفريقيا، في معظمها، في تسريع التقدم، وتعظيم الفرص، والترويج لأسواق جديدة، وتحفيز الطلب، وتعزيز الاستدامة، والحفاظ على البيئة بدرجة أكبر، حيث تمت إضافة ٥١٥ ميجاوات جديدة مولدة من طاقة الرياح عام ٢٠٢٠، لتحتل بذلك المرتبة الأولى بين الأسواق، سواءً من حيث التركيب السنوي الجديد، أو التركيب التراكمي، وبقدرة تراكمية بلغت ٢,٤٩٥ ميجاوات. ولتصبح، بذلك على رأس أفضل ٥ أسواق لطاقة الرياح في إفريقيا، والسوق الرئيسة بمنطقة الجنوب الإفريقي. خاصة وأن جنوب إفريقيا تتمتع بإمكانات تؤهلها لإنتاج طاقة الرياح، لا سيَّما على امتداد سواحل كيب تاون الشرقية والغربية. وتكثر في جنوب إفريقيا مزارع الرياح، حيث بلغ عددها ٣٣ مزرعة في مراحل تطوير مختلفة. وتمتلك البلاد نحو ١,٣٦٥ محطة لتوربينات الرياح بقدرة مركبة إجمالية تبلغ ٣,٦٧٢ ميجاوات، من بينها ٢,٠٢٠ ميجاوات قيد التشغيل بالفعل. وتولد هذه المرافق كهرباء لنحو ٩٠,٠٠٠ منزل في جنوب إفريقيا، حيث بدأ التشغيل التجاري لمزرعة رياح هوبفيلد في إطار برنامج الطاقة المتجددة في جنوب إفريقيا.

- الطاقة الشمسية:

تعتبر جنوب إفريقيا بيئة مثالية للطاقة الشمسية، حيث تتلقى معظم مناطق البلاد أكثر من ٢٥٠٠ ساعة من أشعة الشمس سنويًا، وهي من بين الأضخم على مستوى العالم، وتعتبر تلك ميزة كبرى، حيث إن الألواح الشمسية كلما تلقت ضوءًا أكثر من الشمس، أنتجت المزيد من الطاقة، بما يجعلها تستطيع أن تعمل حتى في الأيام الممطرة والملبدة بالغيوم.

وتُعد الطاقة الشمسية المركزة، والطاقة الكهروضوئية، هما الشكلان الأكثر شيوعًا للطاقة الشمسية في جنوب إفريقيا. ويتناسب السعر الموحد للكهرباء المولدة من الطاقة الشمسية في البلاد مع نوعية وكمية أشعة الشمس التي تتلقاها. وبالمقارنة مع أوروبا، تستطيع محطة الطاقة في جنوب إفريقيا توليد ما تتخطى نسبته الـ ٢٠٪، مقارنةً بما تولده مثيلتها في أوروبا. وتسقط أكبر كمية من أشعة الشمس في أقصى غرب البلاد، حيث تتراوح هناك ما بين ٢١٠٠ كيلووات ساعة/م٢ إلى أكثر من ٢٣٠٠ كيلووات ساعة/م٢. ومن المتوقع أن يصل توليد الطاقة الشمسية في جنوب إفريقيا إلى ٨٤٠٠ ميجاوات بحلول عام ٢٠٣٠. وقد أنشأت جنوب إفريقيا مزرعة للطاقة الشمسية في منطقة كيب الشمالية، ستزود البلاد بـ ١٨٠,٠٠٠ ميجاوات من الطاقة الشمسية سنويًا.

ويعد إنتاج الطاقة من الطاقة الشمسية في جنوب أفريقيا أقل تكلفة من إنتاجها من المصادر التقليدية غير المتجددة. وقد ساعدت مرافق الطاقة الشمسية على تعزيز وضع الاقتصاد، وخلق المزيد من فرص العمل في البلاد. ورغم أن تكلفة أنظمة الطاقة الشمسية تكون ضخمة في بدايتها، فإنها تغطي تلك التكلفة ما بين ٥ إلى ٨ سنوات. وتعزز الطاقة الشمسية من استخدام مصادر الطاقة المتجددة الأخرى في البلاد، مثل: الرياح، والكتلة الحيوية،

والطاقة الكهرومائية، وغيرها من مصادر الطاقة المتجددة، وذلك بسبب ارتفاع مستويات الإشعاع الشمسي. فعلى سبيل المثال: وصلت مزرعة رياح خليج جيفري في الكيب الشرقية إلى نحو ١٠٠ ميجاوات. وتعد هذه المزرعة ثاني أكبر مزرعة رياح في جنوب إفريقيا.

وقد وصلت القدرة المركبة للطاقة الشمسية الكهروضوئية في جنوب إفريقيا عام ٢٠٢٠ إلى ٥٤٩٠ ميجاوات، بزيادة بلغت ٢٤٪ عن القدرة المركبة في العام السابق (٢٠١٩). وعلى ذلك فمن المتوقع أن يؤدي النمو في قدرة الطاقة الشمسية المركبة في البلاد إلى تعزيز السوق المستهدفة. حيث تستقبل جنوب إفريقيا نحو ٢٢٠ وات/ م٢ من الإشعاع الشمسي العالمي سنويًا، وذلك مقارنة بنحو ١٥٠ وات/م٢ تستقبلها الولايات المتحدة، ونحو ١٠٠ وات/م٢ تستقبلها أوروبا والمملكة المتحدة، وجدير بالذكر أن الطاقة الشمسية الكهروضوئية تُمثل نحو ٣,١٪ من إنتاج الكهرباء على مستوى العالم، لتظل بذلك ثالث أكثر تقنيات الطاقة المتجددة استخدامًا بعد الطاقة الكهرومائية وطاقة الرياح الشاطئية.

- الطاقة الكهرومائية

وصل إجمالي القدرة المركبة للطاقة الكهرومائية عام ٢٠٢٠ إلى ١,٣٣٠ جيجاوات، بنسبة زيادة سنوية قدرها ١,٦٪، وإن كانت تظل أقل بنحو ٢٪ أو أكثر من المعدلات المطلوبة لاستخدام الطاقة الكهرومائية بشكل محوري ضمن جهود مكافحة التغيرات المناخية.

نظريًا، تتمتع جنوب إفريقيا بإمكانات طاقة كهرومائية مجدية، تبلغ نحو ١٤,٠٠٠ جيجاوات ساعة/سنة، تم استغلال نحو٩٠٪ منها بالفعل. حيث تنتج البلاد ٤,٧٥٠ جيجاوات ساعة سنويًا من الطاقة الكهربائية، منها ٣,٥٨٦ ميجاوات من الطاقة الكهرومائية، تشمل ٢,٨٣٢ ميجاوات من سعة التخزين التي يتم ضخها، بما يمثل نحو ٢٪ من الإمدادات على مستوى البلاد.

ولا يعمل حاليًا سوى خمس محطات طاقة كهرومائية فقط: محطتان صغيرتان، وثلاث محطات رئيسة. حيث تتولى شركة «سوازيلاند للكهرباء» تشغيل محطات الكهرباء التالية المتصلة بالشبكة: إدواليني (١٥ ميجاوات)، وإزولويني (٢٠ ميجاوات)، وماجودوزا (٥,٦ ميجاوات)، وماجوجا (١٩,٢ ميجاوات).

وتبلغ القدرة المركبة الحالية للبلاد ٦٦٨ ميجاوات. وتستطيع أنظمة توليد الطاقة الكهرومائية الضخمة (>١٠ ميجاوات) أن تولد ما يصل إلى ٥٠٩١ ميجاوات من الكهرباء، غير أنها قد تُسفر عن عواقب وخيمة على البيئة؛ نظرًا لأن الكمية الضخمة من المياه الجارية قد تضر بإيكولوجيا النهر، فصلاً عن كثرة ما تحتله المرافق من مساحات. أما أنظمة إنتاج الطاقة الكهرومائية الصغيرة (١٠ ميجاوات) فتستطيع توليد ما يصل إلى ٦٩ ميجاوات من الطاقة دون أن تتسبب في مخاطر بيئية تذكر.

- الطاقة الحرارية الجوفية

يتم استغلال طاقة الحرارة الجوفية من خلال استخراج الحرارة من القشرة الأرضية، وتحويلها إلى كهرباء. تلك الحرارة الجوفية مستمدة من الحرارة التي تختزنها القشرة الأرضية، والتي نجمت عن نشأة الكوكب والاضمحلال الإشعاعي. وتعتبر الطاقة الحرارية الجوفية مصدرًا متجددًا للطاقة، صديقًا للبيئة. وفي حين أنه لا يوجد أي استغلال فعلي للطاقة الحرارية الجوفية في جنوب إفريقيا حاليًا، فإن ثمة خططًا يُجرى إعدادها في الوقت الراهن لاستغلال إمكانات البلاد في هذا الصدد. وقد تم إجراء قياسات للطاقة الحرارية الجوفية في جميع أنحاء جنوب إفريقيا، وتبين وجود إمكانات كبيرة لهذا النوع من الطاقة، وبدرجات حرارة تتراوح بين المتوسطة والمرتفعة، وفقًا للمقاييس العالمية.

وتفتقر جنوب إفريقيا إلى المصادر الضخمة من الحرارة الجوفية التي يمكن استخدامها لتوليد الكهرباء، أو الاستفادة من حرارتها مباشرةً. وبالتالي، فلا يمكن الاستفادة من إمكانات الحرارة الجوفية لديها سوى في تقنية المضخة الحرارية، وكذلك الطلب على التدفئة أو التبريد. وتندر مضخات الحرارة الجوفية أو المياه الجوفية حاليًا في جنوب إفريقيا، كذلك فإن الطلب على تدفئة المساحات في معظم أنحاء البلاد أقل بكثير من الطلب على التبريد، لأن فصل الشتاء يكون قصيرًا ومعتدلًا. أما الطلب على الماء الساخن، فيتوقف على استخدام المبنى، فيرتفع، على سبيل المثال، في الفنادق والمستشفيات، بينما ينخفض في المنشآت التجارية.

- الكتلة الحيوية

تعتبر الكتلة الحيوية أهم مصدر للطاقة المتجددة في جنوب إفريقيا، حيث تشكل ما يتراوح بين ٩-١٤٪ من إجمالي استهلاك الطاقة. وربما يكون لدى جنوب إفريقيا كميات هائلة

من طاقة الكتلة الحيوية، فمساحة الغابات في البلاد تبلغ ٤٢ مليون هكتار، فضلاً عن ١,٣٥ مليون هكتار من المزارع، بالإضافة إلى موارد شجرية هائلة خارج الغابة، توفر ١,٢ مليون طن من الوقود الحطبي. غير أن شركة «إكسوم» لا تستغل أيًّا من تلك الإمكانات لتوليد الكهرباء. ومن الممكن استخدام الكتلة الحيوية لتوليد الطاقة، والتدفئة، وإنتاج الوقود السائل. كذلك يمكن استخدام الكتلة الحيوية كمصدر مباشر للطاقة، واستخدامها في أغراض الطهو والتدفئة. ويمكن، أيضًا، استخدام الكتلة الحيوية بشكل غير مباشر لإنتاج الميثانول، والإيثانول، والبنزين من خلال العمليات البيولوجية، لتُستغل في الطهي والنقل.

سياسات الطاقة في جنوب إفريقيا

يُعد الكتاب الأبيض حول الطاقة المتجددة لعام ٢٠١٣ هو إحدى الوثائق التأسيسية التي وضعت أسس تعزيز تقنيات الطاقة المتجددة في جنوب إفريقيا، مثل: الطاقة الشمسية، والطاقة المائية، وطاقة الكتلة الحيوية، وطاقة الرياح. وتماشيًا مع التزام الدولة بالتحول إلى الاقتصاد منخفض الكربون، فقد تم إنشاء خطة الموارد المتكاملة (IRP 2010)، والتي أُعلِن عنها في مايو ٢٠١١. كذلك تم إنشاء برنامج «المنتجين المستقلين للطاقة من المصادر المتجددة».

وفي إطار هذه الخطة، نجح استخدام الطاقة الشمسية في جنوب إفريقيا، لا سيَّما وأن البلاد تستقبل نحو ٢٢٠ وات / م٢ من الإشعاع الشمسي في المتوسط، مقارنةً بنحو ١٥٠ وات/ م٢ تستقبلها مناطق أخرى في العالم، مثل: الولايات المتحدة، ونحو ١٠٠ وات/م٢ تتلقاها المملكة المتحدة وأوروبا. وهو ما يجعل الموارد الطبيعية في جنوب إفريقيا ضمن الأفضل على مستوى العالم. وبفضل موقعها الجغرافي، ووفرة مواردها الطبيعية، وسهولة حصولها على الخبرات الخارجية والمحلية على حد سواء، تمتلك جنوب إفريقيا إمكانية أن تصبح قوة عالمية في مجال مصادر الطاقة المتجددة. هذا فضلاً عن أن البلاد تتمتع بعدد هائل من المساحات المفتوحة الصالحة لبناء محطات توليد للطاقة.

وبحسب الدراسة التي أجراها بعض الباحثين عام ٢٠١٨ على حالة تطوير الطاقة المتجددة في ثلاثة من أكبر الاقتصادات في إفريقيا، فإن جنوب إفريقيا تتمتع بأفضل خطة للطاقة المتجددة. ففي عام ٢٠١٨، كانت مصادر الطاقة المتجددة (طاقة الرياح، والطاقة الكهرومائية، والطاقة الشمسية، والوقود الحيوي) توفر نحو ٦,٦٪ من الكهرباء في البلاد. على أن تلك النسبة تراجعت في عام ٢٠٢١، لتصبح مساهمة مصادر الطاقة المتجددة نحو ٥,٥٪ من إنتاج الكهرباء في جنوب إفريقيا.

وفي هذا السياق تهيمن شركة «إكسوم» على قطاع الطاقة في جنوب إفريقيا؛ حيث تولد حاليًا ٩٥٪ من إجمالي الكهرباء في البلاد. وهناك أيضًا مقدمو خدمات طاقة فرادى، يستطيعون توفير مصادر الطاقة المتجددة، على غرار حضورهم الكبير في صناعة الطاقة غير المتجددة. وقد دخلت الحكومة في شراكة مع وكالات أخرى، ووضعت استراتيجية لتعزيز منتجي الطاقة المتجددة المستقلين؛ من أجل تحقيق هدف الطاقة المتجددة المتمثل في إنتاج ١٠,٠٠٠ جيجاوات في الساعة. وتعتبر شركة «بيوثيرم» أكبر مزود مستقل للطاقة نظرًا لمشروعاتها الثلاثة في البلاد، والمعتمدة على طاقة الرياح والطاقة الشمسية في إطار برنامج «المنتجين المستقلين للطاقة من المصادر المتجددة».

تمد شركة «موليلو» في جنوب إفريقيا شبكة الطاقة الوطنية بالطاقة النظيفة، مثل: طاقة الرياح والطاقة الشمسية؛ وهي عضو في برنامج «المنتجين المستقلين للطاقة من المصادر المتجددة»، وتستحوذ على مشروعات بطاقة إنتاجية تبلغ ٤٢٠ ميجاوات، ولدى الشركة حاليًا ٣٠ ميجاوات مركبة من الطاقة الشمسية الكهروضوئية، وقد تم التخطيط لإنتاج ١٨٥ ميجاوات أخرى. وكان من المفترض أن توفر «موليلو» ٢٤٠ ميجاوات من طاقة الرياح بحلول نهاية ٢٠١٧. وتعتبر شركة «جوي» في جنوب إفريقيا أكبر مزود للطاقة المتجددة في القارة. وتركز الشركة، بشكل أساسي، على إنتاج الطاقة الشمسية بالإضافة إلى طاقة الرياح في المناطق الساحلية. وتعتبر «جوي» أيضًا عضوًا في برنامج «المنتجين المستقلين للطاقة من المصادر المتجددة»، وقد طورت خمسة مرافق إمداد للطاقة الشمسية. وقد وفرت مصادر الطاقة المتجددة (الطاقة الكهرومائية، وطاقة الرياح، والطاقة الشمسية) ٦,٦٪ من الكهرباء في جنوب إفريقيا في عام ٢٠١٨؛ بيد أن الوقود الحيوي لم يساهم كثيرا في إنتاج الكهرباء.

التحديات التي تواجه الطاقة المتجددة في جنوب إفريقيا

رغم أن أنظمة الطاقة المتجددة مرتفعة التكلفة في بداية نشرها، فإنها تؤتي ثمارها بسخاء على المدى الطويل. على أن هناك عقبتين رئيستين أمام الطاقة المتجددة في جنوب إفريقيا، وهما: إمدادات الطاقة وتكلفة الطاقة المتجددة. كذلك فإن نظام الابتكار في مجال الطاقة، وارتفاع تكلفة تقنيات الطاقة المتجددة، يشكلان عائقين رئيسيّن أمام الطاقة المتجددة في جنوب إفريقيا.

أ. تحديات تطوير الطاقة الشمسية

بعد انتشار سخانات المياه التي تعمل بالطاقة الشمسية على نطاق واسع، لوحظ وجود بعض الاختلالات التقنية، ومنها تسرب المياه من السخانات. هذا بالإضافة إلى التحدي الهائل الذي يمثله انخفاض تكلفة توليد الطاقة عن طريق الفحم، فضلًا عن القيود المالية التي تعوق التطوير.

ب. الكتلة الحيوية

من بين التحديات التي تواجه تطوير صناعة الوقود الحيوي في جنوب إفريقيا، التأخر في تنفيذ السياسات، حيث لم يتم تحقيق هدف الوصول إلى دمج الوقود الحيوي في مزيج الطاقة بنسبة ٢٪.

وربما يكون من المهم الإشارة هنا إلى أن توليد الوقود الحيوي، خاصةً الجيل الأول منه، يؤثر سلبًا على الأمن الغذائي، حيث يؤدي الاستخدام الكثيف للوقود الحيوي إلى حدوث تنافس بين توفير الغذاء وإنتاج الوقود. إذ تشير التقديرات إلى أن المحاصيل المستخدمة في إنتاج الوقود الحيوي في عام ٢٠١٣ كان يمكن أن تكفي لإطعام نحو ٢٨٠ مليون شخص.

جـ. طاقة الرياح

ربمـا يكـون الإضـرار بالنظـام الإيكولوجـي فـي بعـض المواقـع مـن أهـم سـلبيات توليـد طاقـة الريـاح، حيـث تـم الربـط بيـن تطويـر طاقـة الريـاح ونفـوق الطيـور، بالنظـر إلـى أن حركـة الريـاح الناتجـة عـن توربينـات الهـواء تخلـق مناطـق ذات ضغـط منخفـض قـد تهلـك بسـببها الطيـور والخفافيـش عنـد الطيـران بالقـرب مـن شـفرات التوربينـات الـدوارة.

ومـن المشـكلات الأخـرى المرتبطـة بالاسـتخدام واسـع النطـاق لطاقـة الريـاح، مواقـع مـزارع الريـاح؛ فنظـرًا لأن معظـم مـزارع الريـاح يتعيـن أن تكـون فـي مواقـع معينـة، فعـادةً مـا تكـون نائيـة، ويتسـبب ذلـك فـي خلـق مزيـد مـن التحديـات أمـام إمكانيـة ربطهـا بالشـبكة. كذلـك، فـإن التقلبـات فـي سـرعة الريـاح قـد تُسـهم فـي تغييـر مسـتوى إنتـاج الطاقـة، وهـذا التغييـر قـد يكـون مكلفًـا؛ لأنـه يـؤدي إلـى زيـادة أو خفـض إمـدادات الكهربـاء، ممـا يربـك شـبكة الكهربـاء فـي نهايـة المطـاف.

وفـي هـذا السـياق، ربمـا تكـون المسـؤولية الأساسـية للحكومـة هـي وضـع المخططـات ومعاييـر التنفيـذ، وتـرك مهمـة التنفيـذ لقطـاع الأعمـال الخـاص. الأمـر الـذي يسـمح بتوفيـر فـرص عمـل، ومحطـات لإنتـاج الطاقـة مـن المصـادر المتجـددة، فضـلًا عـن تحجيـم الآثـار السـلبية لتغيـر أسـعار النفـط. وربمـا يكـون كل ذلـك هـو مـا حـث حكومـة جنـوب إفريقيـا علـى توقيـع ٢٥عقـدًا لمشـروعات الطاقـة المتجـددة، بقيمـة إجماليـة تبلـغ ٥٠ مليـار رانـد (٢,٨ مليـار دولار)؛ للحـد مـن اعتمـاد البـلاد غيـر المسـتدام علـى الفحـم. وطبقًـا لذلـك، يبـدو أن اتجـاه دولـة جنـوب إفريقيـا نحـو الاعتمـاد علـى الطاقـة المتجـددة يتزايـد، وهـو مـا يسـاهم بالتأكيـد فـي الحـد مـن ظاهـرة تغيـر المنـاخ.

٦. الطاقة المتجددة في الأقاليم الإفريقية

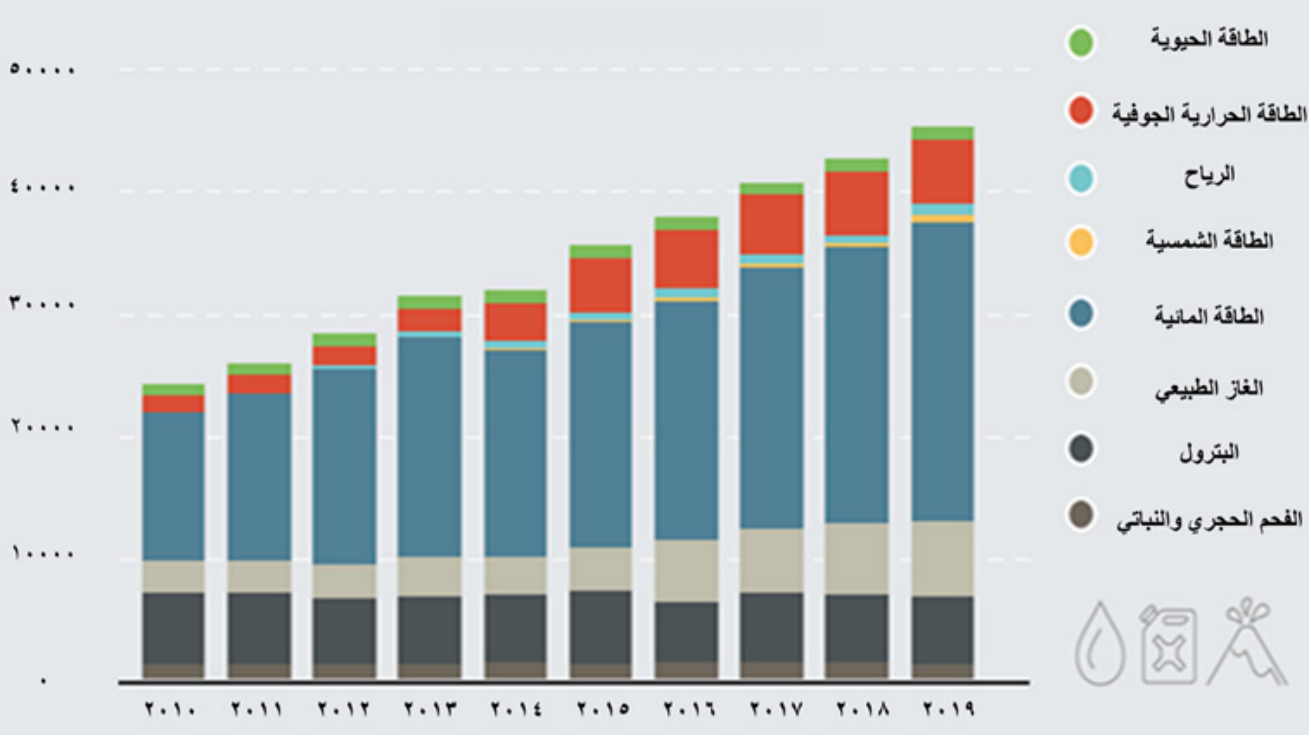
أ. الطاقة المتجددة في دول شرق إفريقيا

يعاني معظم سكان دول شرق إفريقيا من عدم القدرة على الوصول إلى الكهرباء، وذلك على الرغم من وفرة مصادر الطاقة المتجددة بالإقليم بفضل موقعه الجغرافي المتميز، ومنها على سبيل المثال تمتع الإقليم بمتوسط سنوي مرتفع من إشعاع الشمس، يبلغ ٢١٠٠ كيلو وات /ساعة لكل متر مربع. إذ يقع العدد الأكبر من المنازل غير المتصلة بالمرافق في القارة في شرق إفريقيا، ومن المتوقع أن يوجد أكبر نمو مطلق في الطلب على توصيل المرافق في كل من: إثيوبيا، وكينيا، وتنزانيا، والسودان. وستلعب الشبكات الصغيرة دورًا مهمًا في جهود التوسع في إتاحة توصيل هذه المرافق، على الأقل على المدى القريب أو المتوسط.

وأضافت شرق إفريقيا نحو ٦ جيجا وات من قدرة توليد الكهرباء الجديدة في الفترة بين عامي ٢٠١١ و٢٠٢٠، مما ضاعف من إجمالي قدرة توليد الكهرباء في الإقليم إلى نحو ١٤ جيجا وات بحلول عام ٢٠٢٠. وقد أسهمت الطاقة المتجددة بنحو ٨٠٪ من هذه الزيادة في قدرة توليد الكهرباء بالإقليم، وعلى رأسها: الطاقة المائية، وطاقة الحرارة الجوفية (جميعها في كينيا)، وطاقة الرياح، والطاقة الشمسية.

شكل (٢٠) توليد الكهرباء في شرق إفريقيا حسب مصدر الطاقة، ٢٠١٩

مزيج وسائل توليد الكهرباء (جيجا وات/ ساعة)



Source: IRENA, 2021a.

وقُدِرَت نسبة وصول الكهرباء إلى المنازل في شرق إفريقيا نهاية عام ٢٠١٩ بـ ٤٦٪، ولم تتخطَ قدرة الأفراد للوصول إلى طاقة طهو نظيفة ما نسبته ٧٪ خلال الفترة نفسها. وقد شهدت كينيا واحدًا من أسرع معدلات التقدم في توصيل الكهرباء، والذي تم في إطار سياسات حاسمة، أعطت دفعة قوية لعمليات توصيل الكهرباء بالبلاد، كما أتاح في الوقت نفسه فرصة لخفض رسوم التوصيل، والإعفاء من الضرائب، لتقليل تكلفة منتجات الطاقة، وإنشاء بنية تحتية متطورة ومرنة. ونتيجة لذلك، تم توصيل إمدادات الكهرباء لما يزيد على ٥ ملايين نسمة بين عامي ٢٠١٨ - ٢٠١٩، منهم نحو ٢,٨ مليون نسمة يعتمدون على النظم اللامركزية.

تعتبر منطقة شرق إفريقيا من أصغر أسواق الطاقة في القارة الإفريقية، رغم وجود عدد من البلدان التي يتوافر بها مصادر متجددة للطاقة، مثل: إثيوبيا، وكينيا، وأوغندا، وتنزانيا، والتي من الممكن أن تجعل المشهد الاقتصادي ومشهد الطاقة أكثر تنوعًا.

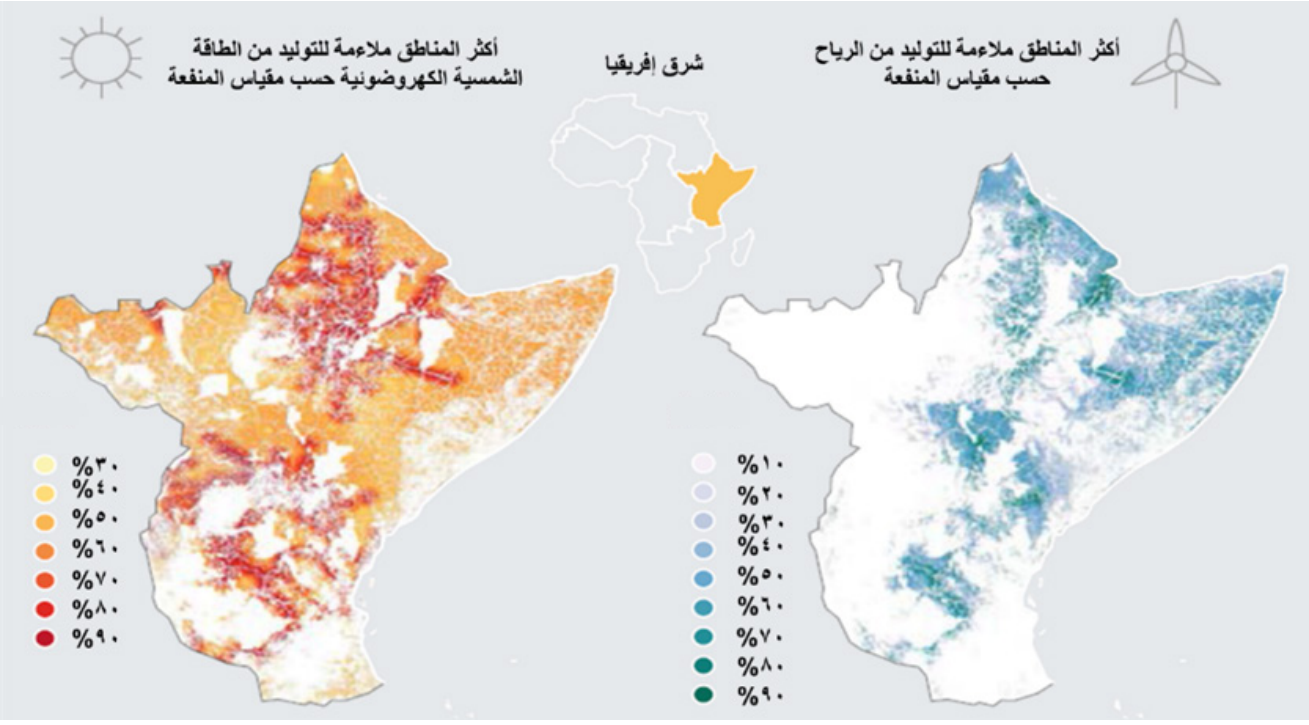
بنهاية ٢٠١٩، كان ٣٨,٥ مليون نسمة في شرق إفريقيا يستخدمون النظم اللامركزية بمعدل يتخطى ما تستخدمه غرب إفريقيا بنحو أربع مرات، وبأكثر من ثمان مرات من معدلات جنوبي إفريقيا. حيث تشكل كينيا (٤٢,٤٪) من الإجمالي، تليها إثيوبيا (٢٠,٥٪)، ثم أوغندا (١٦٪)، ثم تنزانيا (٩,٥٪). وقد شكلت الإضاءة المولدة من الطاقة الشمسية ٧٥,٦٪ من النظم اللامركزية، تليها الأنظمة الشمسية المنزلية (٢٢,٥٪).

إمكانات الطاقة الشمسية الكهروضوئية وقوة الرياح الساحلية

يعد إقليم شرق إفريقيا من الأقاليم الغنية بمصادر الطاقة المتجددة. وربما نشير في هذا السياق إلى طاقة الرياح والطاقة الشمسية، حيث توجد الأولى بالقرب من المواقع الساحلية، والسلاسل الجبلية، وغيرها، خصوصا في: مصر، والصومال، والسودان.

وفيما يتعلق بالطاقة الشمسية فيوجد بالإقليم إشعاع شمسي سنوي مرتفع يقدر بـ ٢١٠٠ كيلو وات/ ساعة لكل متر مربع، وسرعة رياح متواضعة يبلغ متوسطها ٥,٥ أمتار في الثانية، وقد تصل إلى ٨ أمتار في الثانية في بلدان مثل: إثيوبيا، وكينيا والصومال.

شكل (٢١) أكثر مناطق شرق إفريقيا ملاءمة لتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح



Source: Suitability scoring and areas: IRENA; Base map: UN boundaries

جدول (١٣) مجموع المصادر الممكنة لتوليد الكهرباء (ميجا وات) في دول شرق إفريقيا

البلد	استخدام الطاقة الشمسية الكهروضوئية	الرياح
إثيوبيا	١٦,٤٩١	٥,٩٢٩
تنزانيا	٨,٧٤٤	٦,٠٠٥
أوغندا	١,٧١١	١,٢٢٨

Source: IRENA 2021

الطاقة المائية:

يعد شرق إفريقيا موطنًا لأكبر مشروعات الطاقة المائية في العالم، وقد لعبت الطاقة المائية أحد أهم الأدوار في الكثير من نظم الطاقة الإفريقية، حيث كانت أكثر مصادر الطاقة المتجددة استخدامًا. وتكمن جاذبية الطاقة المائية فيما تتيحه من إمكانات واسعة النطاق لتحقيق التنمية، فضلًا عن طبيعتها الصديقة للبيئة، وانخفاض متوسط كلفة الكهرباء المتولدة عنها مقارنة بأي تقنية أخرى. وتقدر الإمكانات التقنية للطاقة المائية في قارة إفريقيا بنحو ٢٨٣ جيجا وات، بما يسمح بتوليد ما يقرب من ١٢٠٠ تيرا وات/ ساعة سنويًا. وهذا الكم من الكهرباء يتخطى بنحو ثلاث مرات الاستهلاك الكهربائي الحالي في البلدان الإفريقية الواقعة جنوب الصحراء الكبرى، مع ذلك، فإنه حتى الآن لم يتم استغلال سوى أقل من ١٠٪ فقط من الإمكانات التقنية للطاقة.

جدول (١٤) القدرة الممكنة لإنتاج الكهرباء عن طريق تقنيات الطاقة المائية

البلد	الطاقة المائية الكبيرة	الطاقة المائية الصغيرة / ميجاوات
إثيوبيا	٤٦,٨٣١	١١
تنزانيا	٥,٢٤٢	٢٤
جنوب السودان	٢,١٧٢	–
أوغندا	٤,٠٦٧	–

Source: IRENA, 2021.

الكتل الحيوية: الخشب وقصب السكر

يمثل الاستغلال المستدام للغابات، والإنتاج المزدوج للطاقة عنصرين مهمين في تحديد التقديرات المستقبلية لاستخدام الخشب وقصب السكر كمصادر للطاقة الحيوية.

جدول (١٥) إمكانات الكتل الحيوية في بعض دول شرق إفريقيا لكل دولة

الدولة	الكتل الحيوية / ميجاوات
إثيوبيا	٣,٩٨١
تنزانيا	٢,١٣٨
أوغندا	٤,٣٢١

Source: IRENA, 2021.

الحرارة الجوفية:

تتوافر موارد الحرارة الجوفية في شرق إفريقيا على طول الأخدود الإفريقي العظيم الممتد من موزمبيق حتى جيبوتي، بقدرة تبلغ ١٦ جيجاوات، منها ١٠ جيجاوات في كينيا فقط. ويمكن أيضًا استخدام الحرارة الجوفية بشكل مباشر في التسخين، كما هو الحال في الصناعات التحويلية، بما يجعلها بديلا مناسبا للوقود الأحفوري.

مشروعات النقل الكهربي:

مع تزايد قدرات النقل عبر الزمان، وتزايد القدرة على الاتجار في الكهرباء، بات من الممكن استخدام الطاقة الكهربائية التي تتولد في المناطق المتمتعة بالموارد ذات الجودة العالية والتكلفة المناسبة اقتصاديًا، لتلبية احتياجات الطلب في المناطق الأخرى.

كما أن زيادة نصيب مصادر الطاقة المتجددة مما يتم توليده من طاقة سيعطي التجارة الإقليمية أيضًا دورًا أهم في توفير الطاقة الاحتياطية المساعدة back-up power، بما يحقق التآزر الإقليمي، ويدعم توزيع فائض الطاقة الكهربائية المولدة من مصادر الطاقة المتجددة بكفاءة. وهكذا يمكن أن يخفض الربط المشترك بين بلدان الإقليم من إجمالي تكاليف النظام.

١. إثيوبيا- السودان:

هذا البرنامج هو جزء من برنامج الممر الناقل للكهرباء بين الشمال والجنوب، ويشمل إنشاء خط ربط بجهد ٥٠٠ كيلو فولت، بقدرة ٤٠٠٠ ميجا وات.

ويُعد هذا المشروع ثمرة للتوسع في استخدام طاقة الرياح في إثيوبيا، والتي بات من الممكن تصدير جزء منها بشكل اقتصادي إلى البلدان المجاورة، وتعزيز الرابط المشترك بين هذه البلدان.

٢. تنزانيا - موزمبيق:

يتم توليد الكهرباء في تنزانيا اعتمادًا على ما يتوافر لديها من إمكانات طاقة الرياح. ومن المُقرَّر أن يُسهم ذلك في تعزيز قدرة البلاد على تصدير الفائض من الكهرباء المنتجة من الرياح. وعلى الجانب الآخر، سيسمح تعزيز قدرات النقل بشكل خاص بتصدير الكهرباء المنتجة من الطاقة المائية من جمهورية الكونغو الديمقراطية بما يلبي احتياجات الطلب في جنوب إفريقيا.

٣. مالاوي - تنزانيا:

تُعد تنزانيا بلد مرور عابر للكهرباء المولدة من الطاقة المائية في جمهورية الكونغو الديمقراطية. ويعتبر هذا المشروع جزءًا من برنامج الممر الناقل للكهرباء بين الشمال والجنوب، والذي يشمل إنشاء خط ربط بجهد ٤٠٠ كيلو فولت.

٤. كينيا - أوغندا:

تعد أوغندا من الدول المرشحة لتصدير الطاقة الشمسية؛ وذلك بفضل ارتفاع معدلات إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية والمائية، وهي تصدر فائض الإنتاج من الكهرباء إلى كينيا، التي تنقلها بدورها إلى إثيوبيا. وخلال ساعات الليل ومع اختفاء الشمس وتوقف إنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية وزيادة الطلب على الكهرباء في أوغندا، يمكن لكينيا أن تصدر فائض إنتاجها من الكهرباء المولّدة من طاقة الرياح إلى أوغندا.

يوفر قطاع الطاقة المتجددة في شرق إفريقيا بيئة استثمار حيوية، تتيح الفرص لتدشين مشروعات كبيرة لشبكات الكهرباء الناتجة عن الحرارة الجوفية والرياح، علاوة على الاستثمارات في مجال الطاقة الشمسية، لكن انتشار المخاطر السياسية والأمنية، فضلًا عن العوائق التنظيمية يمكن أن يسهم في تعطيل تمويل المشروعات، ففي بعض الحالات، انسحب المستثمرون من المشروعات أو أنهوا استثماراتهم نتيجة التحديات الأمنية والتنظيمية التي تواجه مشروعاتهم.

وفي المقابل، استمر عدد من منتجي الكهرباء في القطاع الخاص في العمل، لا سيما مع تراجع التكلفة وتزايد الدعم السياسي، في ضوء تزايد الاعتماد على تقنيات توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح الساحلية في السنوات القليلة الماضية، وبدأت استثماراتهم في الانطلاق على نطاق واسع في أسواقٍ إفريقية مختارة.

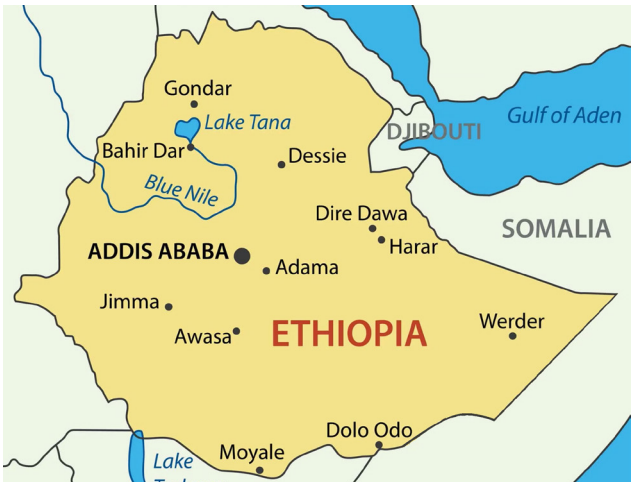
هذا، وقد ساعدت مؤسسة التمويل الدولية International Finance Corporation (IFC) على توسيع نطاق استخدام تقنيات توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية في بلدان إفريقية أصغر حجمًا، لكن المستثمرين صاروا أكثر حذرًا مع تواتر المخاطر البيئية، والسياسية، والمالية. وعلى الرغم من توافر الموارد المحلية للطاقة الأحفورية - مثل الغاز الطبيعي في موزمبيق وتنزانيا- تبحث عدة دول عن سبل للتوسع في استخدام مصادر الطاقة المتجددة زهيدة الكلفة، لضمها في خططها الأساسية لتنمية الطاقة الوطنية والإقليمية.

إن فهم البيئة السياسية والأمنية والتنظيمية يعد أمرًا مهمًا في عملية تقدير المخاطر، إذ إنها تعد عوامل مؤثرة -ضمن أشياء أخرى- تمكِّن المستثمرين من تقرير ما إذا كانت البيئة داعمة للاستثمار.

إثيوبيا

تقع إثيوبيا في شرق إفريقيا، وتبلغ مساحتها نحو ١,١٠٤ مليون كم مربع. ووفقًا لتقرير حالة سكان العالم ٢٠٢٢، يبلغ عدد سكان إثيوبيا حاليًا نحو ١٠٥ ملايين نسمة (٢٠١٩)، يعيش ٨٣٪ منهم في المناطق الريفية.

وتعد إثيوبيا من البلدان الإفريقية التي لم تُستغل فيها موارد الطاقة بقدر كبير، فكما يتضح لا تزال تلبية الطلبات المتزايدة على الطاقة تتم من خلال الاعتماد على الموارد التقليدية، وقد بلغ إجمالي استهلاك الطاقة نحو ٤٠٠٠٠ جيجاوات/ ساعة، يشكل الاستهلاك المنزلي النسبة الأكبر منها يليها قطاع النقل والمواصلات، ثم الصناعة. هذا ويتم الاعتماد على مصادر الكتل الحيوية التقليدية للحصول على الطاقة، حيث تشكل ٩٠٪



من الاستهلاك، ويعتمد قطاع النقل والمواصلات على النفط المستورد، ولا تسهم مصادر الطاقة المتجددة في إجمالي استهلاك الطاقة إلا بنحو ٦٪ فقط. وقد بلغ إجمالي الطاقة المنتجة لتوليد الكهرباء عام ٢٠١٩ في إثيوبيا نحو ٤,٥ جيجاوات، تولَّد أساسًا بالاعتماد على الطاقة المائية (٩٠٪)، تليها طاقة الرياح (٧,٦٪).

جدول (١٦) مصادر الطاقة المتجددة في إثيوبيا

المصدر	الوحدة	المصادر التي يمكن استغلالها
الطاقة المائية	جيجاوات	٤٥
الطاقة الشمسية	كيلووات ساعة/متر مربع	٥,٢
الرياح	جيجاوات متر/ثانية	١٣٥٠
الحرارة الجوفية	جيجاوات	٧
الخشب	مليون طن	١١٢٠
النفايات الزراعية	مليون طن	١٥-٢٠
الغاز الحيوي (البيوجاز)	منزل	١-٣ مليون

Source: AIMS Energy, 9 (1) : 1-14.

وعلى هذا النحو، فقد وضعت إثيوبيا نصب عينيها هدفًا يتمثل في «برنامج الكهرباء القومي» لتلبية ١٠٠٪ من طلبات الاستخدامات المنزلية للطاقة بالاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة بحلول عام ٢٠٣٠.

ولتحقيق هذا الهدف، أخذت الحكومة خطوات واسعة منذ عام ٢٠١٦ لجذب استثمارات القطاع الخاص إلى مشروعات الطاقة المتجددة.

وتعمل الحكومة على زيادة تغطية عمليات إيصال الكهرباء من قدرة توليد الكهرباء الحالية التي تبلغ ٤,٢٨٠ ميجاوات إلى ١٧,٣٠٠ ميجاوات بحلول عام ٢٠٢٥، بما في ذلك مشروعات توليد الطاقة بالاعتماد على الطاقة المائية، والرياح، والحرارة الجوفية، والطاقة الشمسية والكتل الحيوية، كما سعت إثيوبيا أيضًا لتدشين مشروعات طاقة ضخمة بهدف تحويل البلاد إلى مركز للطاقة وبطارية للقرن الإفريقي بحلول ٢٠٢٥.

إمكانات الطاقة المائية:

تعد إثيوبيا من الدول الإفريقية الواقعة جنوب الصحراء الكبرى، وهي تتمتع بالعديد من الأنهار، والبحيرات، والكثير من الموارد المائية التي تمثل ٢٠٪ من إجمالي مصادر الطاقة التي يمكن استغلالها.

جدول (١٧) محطات الكهرباء المولَّدة من الماء في إثيوبيا

محطات الكهرباء	الطاقة الإنتاجية (ميجاوات)	متوسط إنتاج الطاقة الكهربية (جيجاوات ساعة)
جينالي داوا ٣ Genale Dawa III	٢٥٤	--
جيلجل جيبي ٣ Gilgel Gibe III	١٨٧٠	٦٥٠٠
بيليس Beles	٤٦٠	١٨٦٧
تيكيزي Tekeze	٣٠٠	١٣٩٣
جيبي ٢ Gibe II	٤٢٠	١٦٣٥
جيبي ١ Gibe I	١٨٤	٧٢٢
ميلكا واكينا Melka Wakena	١٥٣	٥٤٣
فينشا Fincha	١٣٤	٧٦٠
فينشا آميرتي نيشي Finchaa Amerti Neshe	٩٧	--
تيس آباي ١ Tis Abay I	١١,٤	٣٣,٧
تيس آباي ٢ Tis Abay II	٧٣	٣٥٩
كوكا Koka	٤٣,٢	١١٠
آواش ٢ Awash 2	٣٢	١٨٢
آواش ٣ Awash 3	٣٢	١٩٢

Source: Ethiopia hydropower development and Nile basin hydro politics, AIMS Energy, 2022, Volume 10, Issue 1 https://www.aimspress.com/article/doi/10.3934/energy.2022006?viewType=HTML

إمكانات الطاقة الحرارية الجوفية:

قدرت إثيوبيا الطاقة المحتمل إنتاجها من الحرارة الجوفية بنحو ٥٠٠٠ ميجاوات. لكن معظم إمكانات الطاقة الحرارية الجوفية غير مستغلة في الوقت الحالي، وقد أقيم فقط مشروع مبدئي لإنتاج ٧,٥ ميجاوات في آلوتو لانجانو، كما يوجد تحت الإنشاء حاليًا مشروع آخر لإنتاج ١٠ ميجاوات في تينداهو دوبتي.

إمكانات طاقة الرياح:

تعد إمكانات إنتاج طاقة الرياح في إثيوبيا محدودة جدًا؛ حيث توجد مناطق قليلة واعدة تتوافر بها الرياح في إثيوبيا، تقع على طول الصدع الإفريقي الشرقي، والمنحدر الصخري الشمالي الشرقي للبلاد بالقرب من ولاية تيجراي، وتتراوح سرعات الرياح في تلك المناطق بين ٧-٩ أمتار/ثانية، وهي سرعات جيدة لتوليد الطاقة الكهربية من الرياح، هذا ويبلغ إجمالي الإمكانات القابلة للاستغلال من طاقة الرياح نحو ١,٣٥٠ جيجاوات.

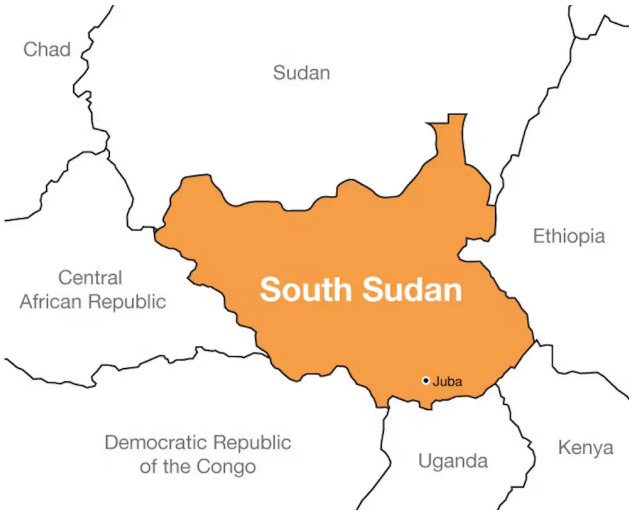
جدول (١٨) محطات الكهرباء القائمة والمخططة التي تعتمد على طاقة الرياح

المشروعات		قدرة التوليد (ميجاوات)	الإنتاج السنوي من الطاقة الكهربية (جيجاوات ساعة)
القائمة	آداما ١ WPP	٥١	١٥٧
	آداما ٢ WPP	١٥٣	٤٧٩
	آشيجودا WPP	١٢٠	٤٥٠
المخططة	آيشا WPP	٣٠٠	٥٩٢
	ميسوبو WPP	٤٢	١٠٤
	آسيلا WPP	١٠٠	١٩٧
	ديبري بيرهان WPP	١٠٠	١٩٧

Source: AIMS Energy, 9 (1) : 1-14.

طاقة الكتل الحيوية:

تعتبر الكتل الحيوية الجافة أكبر مصدر للطاقة في الدول الإفريقية الواقعة جنوب الصحراء الكبرى، حيث تشكل نحو ٧٠٪ من إجمالي استهلاك الطاقة في القارة. ووفقًا لبيانات البنك الدولي لعام ٢٠١٠، فإن معظم سكان إثيوبيا -نحو ٨٣,٢٪ منهم- يعيشون في مناطق ريفية، حيث تندر إتاحة خدمات الطاقة الحديثة، ويعتمد السكان إلى حد بعيد على مصادر الكتل الحيوية التقليدية للحصول على الطاقة، مثل: الخشب، وروث الأبقار، والنفايات الزراعية؛ فيحصلون منها على الطاقة اللازمة للطهو والتسخين، وحتى في المناطق الحضرية، معظم تطبيقات إنتاج الكهرباء تدار عن طريق مدخلات طاقة الكتل الحيوية، حيث تنتشر حاليًا في إثيوبيا على نطاق واسع محطات لإنتاج الكهرباء بالاعتماد على طاقة الكتل الحيوية.



جنوب السودان

جنوب السودان دولة حبيسة تحدها إثيوبيا، والسودان، وجمهورية إفريقيا الوسطى، وجمهورية الكونغو الديموقراطية، وأوغندا وكينيا. وتبلغ مساحتها نحو ٦٢٠ ألف كم٢، بإجمالي عدد سكان يقدر بنحو ١٢,٥ مليون نسمة، ويعاني أغلبية السكان من صعوبة في الحصول على مصادر وقود نظيفة.

جنوب السودان أحد بلدان شرق إفريقيا التي تمتلك موارد بترولية كبرى، لكنها صدرت أكثر من ٨٥٪ من إنتاجها في ٢٠١٤. وكان من تصلهم الكهرباء في ٢٠١٧ من سكان هذا البلد ١٪ فقط.

جدول (١٩) توليد الكهرباء في جنوب السودان في ٢٠١٩

المصدر	جيجا وات ساعة	(٪)
طاقة غير متجددة	٥٨٠	١٠٠
طاقة متجددة (طاقة شمسية)	١	٠

Source: South Sudan: What share of the population have access to clean fuels for cooking?, ourworld in data, available on the following link: https://bit.ly/3TEiQf2

الكتلة الحيوية:

يفتقر قطاع الكهرباء إلى التقنيات المتطورة إلى حد أن ٧٠٪ من سكان جنوب السودان يعتمدون على وقود الكتل الحيوية التقليدية؛ مثل الحطب والفحم، ونفايات حصاد المحصولات وروث الحيوانات للتزود باحتياجاتهم من الطاقة اللازمة للطهو والتسخين.

يعتبر البلد غنيًا بالغابات وغيرها من الكتل الحيوية الخشبية، إذ يوجد به ما يزيد على ٧٠ مليون هكتار. ويقدر المسموح بقطعه بنحو ٢٩,٣ مليون متر مكعب، لكن يلزم تحديد أنصبة تكفي لسد الحاجة الناجمة عن التغيرات في الطلب في ضوء النمو السكاني.

الطاقة المائية:

يتدفق نهر النيل مارًا بجنوب السودان، فيقدم الكثير من الفرص لتوليد الكهرباء من الطاقة المائية من المحطات الكبيرة إلى المحطات الصغيرة التي تولد الكهرباء من المياه. وتشمل المحطات الموجودة: فولا (١,٠٨٠ ميجا وات) - بيدين (٧٢٠ ميجا وات - ليكي (٤٢٠ ميجا وات) - شوكولي (٢٥٠ ميجا وات) - وقناطر جوبا (١٢٠ ميجا وات).

الحرارة الجوفية:

إن موقـع جنـوب السـودان بالقـرب مـن منظومـة الـوادي المتصـدع فـي شـرق إفريقيـا مؤشـر مرتفـع علـى إمكانـات الطاقـة الحراريـة الجوفيـة بالبـلاد. وقـد شـاركت الحكومـة مـع الشـركة الكينيـة لتطويـر الطاقـة الحراريـة الجوفيـة لإجـراء تقديـر لمواردهـا مـن الطاقـة الحراريـة الجوفيـة.

الطاقة الشمسية:

يمتلـك جنـوب السـودان نحـو ٨ سـاعات مـن سـطوع الشـمس يوميًـا مـع إشـعاع شمسـي قـدره ٤٣٦ وات/ متـر مربع/سـنة. يمكـن اسـتخدام هـذا المـورد بنجـاح لتوفيـر الكهربـاء للمناطـق الريفيـة. تسـتخدم الطاقـة الشمسـية حاليـا لتزويـد أكثـر مـن ٤٠,٠٠٠ منـزل بالطاقـة الكهربيـة لتشـغيل مجموعـة متنوعـة مـن الأجهـزة التـي تـدار بالطاقـة الشمسـية، مثـل الإضـاءة الكهربيـة، وشـحن الهواتـف وتشـغيل أجهـزة الراديـو.

الرياح:

تكمـن إمكانـات طاقـة الريـاح فـي توفيـر الكهربـاء للريـف، حيـث يسـهل اسـتغلال الأنظمـة الموزعـة. فـإن كثافـة طاقـة الريـاح فـي جنـوب السـودان تعتبـر أعلـى مـن أي مـكان يتضمـن مـوارد جيـدة لتوليـد الكهربـاء مـن طاقـة الريـاح. الأمـر الـذي يسـتلزم جـذب الاسـتثمار الخـاص لتنميـة هـذا القطـاع.

الصومال

يقع الصومال في القرن الإفريقي، ويحده من الغرب إثيوبيا، وجيبوتي. ويمتلك أطول خط ساحلي في القارة، وتتكون مظاهر السطح الخاصة به من هضاب، وسهول، وأراض مرتفعة، بمساحة تبلغ ٦٣٧,٦٥٧ كم مربع. ويقدر عدد سكان الصومال بنحو ١٥ مليون نسمة، يعيش منهم ما يزيد على ٢ مليون نسمة في العاصمة مقديشيو، وهي أكبر مدن البلاد.

إنتاج واستهلاك الطاقة في الصومال

يتم توفير ٩٠٪ من كهرباء الصومال من خلال شبكات صغيرة معزولة تعمل بالديزل، وفي ظل عدم كفاية الطاقة الإنتاجية لتلبية الطلب الحالي والمستقبلي للسكان فقد أدى ذلك إلى ارتفاع تكلفة الكهرباء وضعف الخدمات المقدمة، مع إهمال إمكانات البلاد في استخدام الطاقة المتجددة لتوليد الكهرباء، خاصة الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، كما أفادت العديد من تقديرات البنك الدولي.

يعتبر الصومال من أقل البلدان استهلاكًا للطاقة الكهربائية في البلدان الإفريقية الواقعة جنوب الصحراء الكبرى. كما يفتقر الصومال إلى شبكة كهرباء وطنية ويعتمد على الوقود المستورد، والخشب، والفحم لتلبية احتياجاته من الطاقة وهو ما يشكل ٨٢٪ من إجمالي استهلاك الطاقة في المناطق الحضرية للبلد مثل: مقديشيو، حيث تصل الكهرباء إلى ٦٠٪ من السكان، بينما لا يزيد سكان المدن الأصغر الذين تصلهم الكهرباء عن ٢٣٪ فقط.

تعتمد شركات الكهرباء الخاصة في الصومال على الديزل المستورد لتلبية الطلب، مما يجعل كلفة إنتاج الكهرباء في مقديشيو أعلى بما يزيد على ثلاث مرات عن متوسط السعر العالمي.

يقول خبراء الطاقة إنه مع وجود أطول السواحل في القارة الإفريقية بالصومال ومتوسط ١٠ ساعات من سطوع الشمس يوميًا، يمتلك الصومال إمكانات وفيرة من طاقة الرياح الساحلية والطاقة الشمسية. ووفقًا لدراسة حديثة أجراها بنك التنمية الإفريقي، فإن الصومال يحظى بإمكانات هائلة لاستغلال طاقة الرياح الساحلية، والتي تتخطى أي بلد إفريقي آخر، حيث يمكن توليد ما بين ١٥ إلى ٣٠ ألف ميجا وات. فضلًا عن إمكانات الطاقة الشمسية التي يمكن توليدها ما يزيد على ٢,٠٠٠ كيلو وات ساعة/ متر^{٢}.

جدول (٢٠) إنتاج الطاقة في الصومال (عام ٢٠١٩)

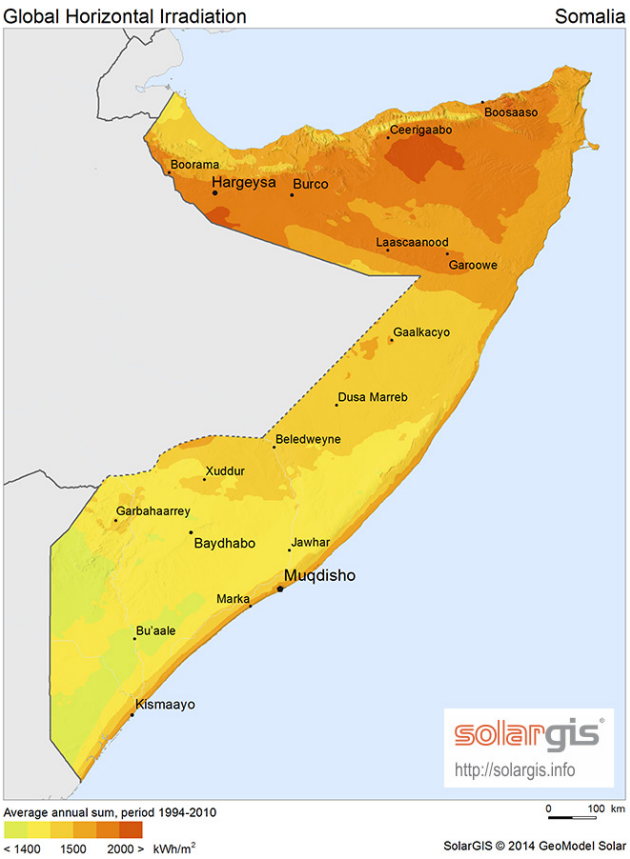
الطاقة	جيجا وات ساعة	(٪)
غير متجددة	٣٥٠	٩٥
متجددة	١٩	٥
– طاقة مائية وبحرية	٠	٠
– طاقة شمسية	١١	٣
– طاقة الرياح	٦	٢
– طاقة حرارية جوفية	٠	٠
– طاقة حيوية	٠	٠

Source: IRENA, 2021.

الطاقة الشمسية:

يوجـد بعـض الإمـكان لاسـتخدام المصـادر الكثيفـة للطاقـة الشمسـية، تشـمل أكثـر الاسـتخدامات شـيوعًا الإضـاءة، والطهـو ورفـع الميـاه بالطلمبـات والتسـخين فـي كل مـن المبانـي العامـة والخاصـة. ويستقبل الصومـال سـطوعًا شمسـيًا متوسـطًا قـدره ٧,٥ كيلـو وات سـاعة/ متـر مربع/يـوم، يترجـم إلـى قـدرة إجماليـة بطاقـة تبلـغ ٢,١٦٣ مليـون ميجـاوات سـاعة/ سـنة.

شكل (٢٢) خريطة الإشعاع الشمسي للصومال، ٢٠٢١



Source: Hybrid Renewable Energy System in Beledweyne city Somalia, Technical and Economical Analysis - Scientific Figure on ResearchGate.

الرياح:

يمكـن الاسـتفادة مـن الإمكانـات الوفيـرة مـن طاقـة الريـاح التـي توجـد علـى امتـداد الشـريط السـاحلي للبـلاد فـي توليـد الكهربـاء، حيـث تتـراوح قياسـات سـرعة الريـاح مـا بيـن حـد أدنـى يُقـدر بـ ٣ أمتـار/ ثانيـة إلـى حـد أقصـى يُقـدر بـ ١١,٤ مترًا/ثانيـة. وقـد اسـتُغلت طاقـة الريـاح لمـا يزيـد علـى ٧٠ عامًـا فـي رفـع الميـاه بالطلمبـات. وتشـير التقديـرات إلـى أن نصـف مسـاحة الصومـال تقريبًـا بهـا سـرعات ريـاح ملائمـة لتوليـد الكهربـاء، بمـا يمكـن أن يسـاعد فـي التخفيـف مـن الضغـط علـى الغابـات للحصـول علـى الطاقـة مـن خـلال الكتـل الحيويـة، وتقليـص الاعتمـاد علـى مولـدات الكهربـاء التـي تعمـل بالديـزل، ومـن ثـمَّ تقليـل الانبعاثـات الضـارة.

الطاقة المائية:

أدى الوضـع الأمنـي فـي الصومـال إلـى عرقلـة جهـود توليـد الكهربـاء مـن الطاقـة المائيـة. وفـي الوقـت الراهـن، لا يتـم توليـد سـوى مـا نسـبته ٢,٨٥٪ مـن إنتـاج الكهربـاء مـن الطاقـة المائيـة. بالرغـم مـن أن إمكانـات الطاقـة المائيـة فـي البـلاد تقـدر بمـا يتـراوح بيـن ١٠٠ و١٢٠ ميجـا وات، لـم يتـم اسـتغلال سـوى ٤٪ منهـا فـي نهـر جوبـا.

تنزانيا

تقع تنزانيا في شرق إفريقيا بإقليم البحيرات الإفريقية العظمى، تحدها أوغندا من الشمال، وكينيا من الشمال الشرقي. وتبلغ مساحتها ٩٤٧,٣٠٣ كم مربع، وعدد سكانها نحو ٦٢ مليون نسمة.

القدرات الطاقية ومعدلات الاستهلاك

يبلغ إجمالي الطاقة الإنتاجية من الكهرباء نحو ١,٢١٩ ميجا وات، منها ٥٦١ ميجا وات تتولد من الطاقة المائية، و٦٥٨ ميجا وات تتولد من الطاقة الحرارية الجوفية، وقد تم تزويد ٧٣,٢٪ من المناطق الحضرية، و٢٤,٥٪ من المناطق الريفية بالكهرباء حتى الآن.

وتعتمد إمدادات الكهرباء في تنزانيا بصورة أساسية على طاقة الكتل الحيوية. وتصل خدمات شبكة الكهرباء إلى ٧٨,٤٪ من إجمالي السكان، و٣٧,٧٪ من المنازل، ٣٠,٤٪ منها يحصل على إمدادات كهربية مولدة من الطاقة الشمسية الفولت ضوئية.

وربما يكون من المؤسف أن طاقة الكتل الحيوية تشكل إجمالا ما يقرب من ٩٠٪ من إجمالي الكهرباء التي يتم توليدها في تنزانيا، بما يؤدي إلى اجتثاث ١٠٠,٠٠٠ هكتار من الغابات سنويًا، يُعاد غرس ربعها فقط. وأيضًا تستخدم ٦٣,٥٪ من المنازل في تنزانيا الحطب كمصدر أساسي للطاقة في أغراض الطهو، يليه الفحم بنسبة ٢٦,٢٪، ثم غاز البترول المسال بنسبة ٥,١٪، ثم الكهرباء بنسبة ٣٪. في حين تشكل أنواع الطاقة الأخرى المستخدمة للطهو نحو ٢,٢٪ فقط. ومن بين مصادر الطاقة الأخرى: البترول، والذي يشكل ٧,٨٪ من إجمالي الاستهلاك الأولي للطاقة، والغاز الطبيعي (٢,٤٪)، والطاقة المائية

(١,٢٪) والفحم الحجري والنباتي (٠,٣٪). وتستورد تنزانيا نحو ٦,٦٪ من احتياجات الطاقة الأساسية من أوغندا (١٧ ميجا وات)، وزامبيا (٨ ميجا وات)، وكينيا (١ ميجا وات).

ويبلغ متوسط استهلاك الكهرباء لكل شخص في البلاد ١٠٨ كيلو وات/ ساعة سنويًا، مقارنة بمتوسط استهلاك البلدان الإفريقية الواقعة جنوب الصحراء الكبرى والذي يبلغ ٥٥٠ كيلو وات/ ساعة سنويًا، ومتوسط الاستهلاك العالمي يبلغ ٢,٥٠٠ كيلو وات/ ساعة/ السنة.

الطاقة الشمسية:

يتراوح سطوع الشمس على تنزانيا سنويًا ما بين ٢,٨٠٠ و٣,٥٠٠ مع إشعاع أفقي قدره من ٤-٧ كيلو وات ساعة لكل متر مربع يوميًا. ومع ذلك، ما زال الاستثمار في الطاقة الشمسية في تنزانيا يتم على نطاق ضيق. حيث أُنتِجَ حتى الآن نحو ٦ ميجا وات فقط من الطاقة الشمسية الكهروضوئية.

وتدعم الحكومة تنمية استغلال الطاقة الشمسية في البلاد، وذلك من خلال الإعفاء من ضريبة

القيمة المضافة وضرائب الاستيراد على المكونات الأساسية لتوليد الطاقة الشمسية، مثل: الألواح، والبطاريات، والمحولات، والمنظمات. كما تقوم بإعداد دراسات للجدوى، وتوفير الأراضي وغيرها من الأولويات التي يتعين فعلها.

- مشروع شنيانجا للطاقة الشمسية (١٥٠ ميجا وات)، الكهرباء المولدة من محطة الطاقة تحد من نحو ٤٣,٤٦٠ طنًا من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (CO_2) سنويًا. ومن المتوقع أن تكون كلفة المشروع نحو ١٨٠مليون دولار أمريكي.
- زوزو دودوما (٦٠ ميجا وات)
- سيم (٥٠ ميجا وات)
- جين كيجوما التالي (٥ ميجا وات).

وقع البنك الدولي مع حكومة تنزانيا في ٢٠١٩ اتفاقية تتضمن منحة تصل إلى ٤,٥ ملايين دولار أمريكي لتمويل توصيل مستدام للمياه للمنازل عبر تحسين نظم ضخ المياه عبر الطلمبات باستخدام الطاقة الشمسية في ١٦٥ قرية في الريف.

الرياح:

تشير تقديرات موارد الرياح في تنزانيا إلى أن مناطق كيتيتيمو (Kititimo) وماكامباكو (Makambako) فيها سرعة رياح كافية لتوليد الكهرباء على مستوى الشبكة الكهربية. ويصل متوسط سرعة الرياح في كيتيتيمو إلى ٩,٩ أميال في الثانية، وفي ماكامباكو إلى ٨,٩ أميال في الثانية على ارتفاع ٣٠ مترًا.

وقد بدأ أول حقل لطاقة الرياح في مومبا في مديرية موفيندي بإقليم إيرينجا التنزاني في توليد الكهرباء في يونيو ٢٠٢٠ كجزء من إجراءاته لاختبارات بدء التشغيل. واكتمل إنشاء محطة الطاقة التي قدرها ٢,٤ ميجا وات في مايو ٢٠٢٠.

ومن المخطط إنشاء حقل لطاقة الرياح في ميومبو هيواني بقدرة ٣٠٠ ميجاوات (٤٠٠,٠٠٠ حصان hp)، وهي محطة طاقة تغذيها الرياح في إقليم نجومبي.

الطاقة المائية:

تبلغ قدرة الطاقة الكهرومائية في تنزانيا ٥٦٢ ميجاوات، مع وجود تقديرات باحتمالية زيادة السعة لتصل إلى ٤,٧ جيجا وات، وتُعد الأنهار المصدر الرئيس لغالبية إمدادات الطاقة الكهرومائية في تنزانيا.

جدول (٢١) محطات الطاقة المائية في تنزانيا

المحطة	القدرة (ميجاوات)	الموقع
محطة هالي للطاقة (سد هالي)	٢١	تانجا
محطة كيدادو للطاقة الكهربية المائية	٢٠٤	إقليم موروجورو
محطة كيهانسي للطاقة الكهربية المائية	١٨٠	إقليم موروجورو
محطة متيرا للطاقة (سد متيرا)	٨٠	بين إقليم إيرينجا وإقليم دودوما
سد شلالات بانجاني	٦٨	كواني في مديرية موهيزا التابعة لإقليم تانجا
محطة مومبا للطاقة	٤	إقليم إيرينجا
سد مايومبا يا مونجو	٨	مديرية موانجا، إقليم كليمنجارو

جدول (٢٢) محطات طاقة مائية تحت الإنشاء

المحطة	القدرة (ميجاوات)	الموقع
محطة كيكونجي الكهربية المائية	٣٠٠	إقليم روفوما
محطة سونجوي الكهربية المائية	١٨٠	على نهر سونجوي
محطة جوليوس نيريري للطاقة الكهربية المائية	٢١٠٠	عبر نهر روفيجي
محطة روسومو للطاقة الكهربية المائية	٨٠	على نهر كاجيرا، على طول حدود رواندا مع تنزانيا

Source: Assessment of hydropower resources in Tanzania. A review article, renewable energy and environmental sustainability,2018

يُذكر أن بنك التنمية الإفريقي وحكومة تنزانيا وقعا في مايو ٢٠٢١ اتفاقية للحصول على قرض بإجمالي ١٤٠ مليون دولار أمريكي لتمويل إنشاء محطة الطاقة الكهربائية المائية التي تبلغ ٥٠ ميجا وات في مالاجاراسي غربي تنزانيا. علاوة على إضافة ٤,٢٥٠ وصلة كهربية بالريف، توفر طاقة متجددة تعتمد عليها المنازل، والمدارس، والعيادات الطبية، والمشروعات الاستثمارية الصغيرة والمتوسطة في إقليم كيجوما.

أوغندا

تعتبر أوغندا دولة داخلية غير ساحلية، تقع في شرق إفريقيا، وتحدها من الشرق كينيا، ومن الشمال جنوب السودان، ومن الغرب جمهورية الكونغو الديمقراطية. ويقدر عدد سكانها بنحو ٤٦ مليون نسمة، وتبلغ مساحتها نحو ٢٤١ ألف كم مربع.

مصادر الطاقة:

لدى أوغندا إجمالي طاقة منتَجة تبلغ ٩٥٧,٧ ميجا وات، تشمل ٧٤٣ ميجا وات من الطاقة المائية، بنسبة تُقدر بـ ٧٨٪ من إجمالي إنتاج الطاقة، مصدرها الرئيس نهر النيل، وخصوصًا من بوجاجالي بقدرة ٢٥٥ ميجا وات، وكيرا بقدرة ٢٠٠ ميجا وات، ومحطات نالوبالي بقدرة ١٨٠ ميجا وات. ويُقدر إجمالي إمكانات الطاقة الكهربائية بنحو ٥,٣٠٠ ميجا وات، تشمل ما يقدر بـ ٢,٢٠٠ ميجا وات من الطاقة المائية، والتي يمكنها إمداد البلاد بقدرة كافية لتلبية النمو المستقبلي في الطلب على الطاقة.

ورغم أن أوغندا تتمتع بموارد للطاقة موزعة على جميع أنحاء البلد، بما فيها الطاقة المائية، والطاقة الشمسية، وطاقة الحرارة الجوفية، والكتل الحيوية (الفحم النباتي والوقود الأحفوري)، إلا أن أقل من ١٥٪ هم من السكان تصلهم الكهرباء. ويعد استهلاكهم للكهرباء من بين الدول الأقل استهلاكًا على مستوى العالم ويبلغ ٢١٥ كيلوات ساعة لكل نسمة سنويًا، أقل من نصف متوسط استهلاك البلدان الإفريقية الواقعة جنوب الصحراء الكبرى الذي يبلغ ٥٥٢ كيلووات/ ساعة. الكتل الحيوية أهم مصدر للطاقة لمعظم السكان، وتشكل ٩٠٪ من استهلاكهم للطاقة.

الطاقة الشمسية:

يبلغ متوسط إشعاع الشمس بأوغندا نحو ٥,١ كيلو وات ساعة/ متر مربع/ يوم. وتشير البيانات المتوافرة إلى أن موارد الطاقة الشمسية في البلاد مرتفعة طوال العام، بسبب موقع البلاد القريب من خط الاستواء. وتبلغ أعلى شدة للشمس في المنطقة الأكثر جفافًا في شمال شرق البلاد وأدناها في الجبال في الشرق والجنوب الغربي. ومع ذلك لايزال مستوى استهلاك الطاقة الشمسية في أوغندا شديد الانخفاض.

يوضح الجدول التالي محطات توليد الطاقة الشمسية في أوغندا وقدرتها الإنتاجية حسب الموقع، وأعلاها من حيث القدرة الإنتاجية محطة ناموجوجا، ومحطة نكونجي بقدرة ٥٠ ميجاوات/ الساعة.

جدول (٢٣) محطات الطاقة الشمسية المكتملة في أوغندا

المحطة	القدرة (ميجاوات)	الموقع	الموقف
محطة كابولاسوكي للطاقة الشمسية	٢٠	في قرية نامولابا، ومقاطعات وأبرشية بوتيتي، ومقاطعة كابولاسوكي الفرعية، ومديرية جومبا	تعمل بكامل طاقتها
محطة مايوجي للطاقة الشمسية	١٠	قرية بوفولوبي، ومقاطعة إيمانييرو الفرعية، ومديرية مايوجي	
محطة توروررو للطاقة الشمسية	١٠	مديرية توروررو	
محطة سوروتي للطاقة الشمسية	١٠	مديرية سوروتي، جنوب شرق مدينة سوروتي	
محطة ناموجوجا للطاقة الشمسية	٥٠	قرية ناموجوجا، ومقاطعة يوسيرو، ومديرية واكيسو	تحت الإنشاء
محطة نكونجي للطاقة الشمسية	٥٠	قرية نكونجي، وأبرشية بوكويا في مديرية موبيندي	

Source: organization for economic, energy the next fifty years.

الطاقة المائية:

تقدر إمكانات الطاقة المائية في أوغندا بـ ٢,٢٠٠ ميجا وات. وفيما يلي نظرة على أبرز المحطات الخاصة بإنتاج الطاقة المائية في البلاد، وتلك التي لا تزال قيد الإنشاء.

جدول (٢٤) محطات الطاقة المائية في أوغندا

المحطة	القدرة (ميجاوات)	الموقع
بوجاجالي لتوليد الكهرباء من الطاقة المائية	٢٥٠	عبر نيل فيكتوريا، مدينة جينجا
كييرا لتوليد الكهرباء من الطاقة المائية	٢٠٠	كيماكا، ضاحية تقع شمالي جينجا
نالوبالي لتوليد الكهرباء من الطاقة المائية	١٨٠	عبر نهر النيل بين بلدة جينجا وبلدة نييرو
إيزيمبا لتوليد الكهرباء من الطاقة المائية	١٨٣,٢	قرية إيزيمبا على نيل فيكتوريا، في مديرية كاموليي
آشوا ٢ لتوليد الكهرباء من الطاقة المائية	٤٢	عبر نهر آشوا، في مديرية جولو
كيكاجاتي لتوليد الكهرباء من الطاقة المائية	١٦	عبر نهر كاجيرا
سيتي ٢ لتوليد الكهرباء من الطاقة المائية	١٦,٥	عبر نهر سيتي، في قرية وأبرشية تشيسوواري، ومديرية بوكوو

جدول (٢٥) محطات الطاقة المائية قيد الإنشاء في أوغندا

المحطة	القدرة (ميجاوات)	الموقع
كاروما لتوليد الكهرباء من الطاقة المائية	٦٠٠	شلالات كاروما على نيل فيكتوريا
آشوا ١ لتوليد الكهرباء من الطاقة المائية	٤١	عبر نهر آشوا، في مديرية جولو
نياماجازانـي ١ لتوليـد الكهربـاء مـن الطاقـة المائيـة	١٥	قرب قرية كياروميا في مديرية كاسيس

Source: (Uganda: A new mega pole production plant to be constructed in Wakiso District, construction review online, 2021)

الحرارة الجوفية:

لا تـزال إمكانـات الحـرارة الجوفيـة فـي أوغنـدا فـي مرحلـة الاستكشـاف، وتقـدر مواردهـا فـي البلاد بنحو ٤٥٠ ميجـا وات. وتجـدر الإشـارة إلـى أن استكشـاف طاقـة الحـرارة الجوفيـة جـارٍ علـى قـدم وسـاق منـذ عـام ١٩٩٣. وقـد حـددت حتـى الآن ثـلاث مناطـق ذات إمكانـات محتملـة تقـع فـي غربـي أوغنـدا، وفـي الفـرع الغربـي مـن الـوادي المتصـدع لشـرق إفريقيـا، وهـي فـي انتظـار أن يجـري استكشـافها بالتفصيـل، وهـي: كاتـوي- كيكورونجـو، وبورانجـا، وكيبيـرو. وقـد وُضِعـت جميعهـا علـى أسـاس تقديـر حديـث فـي مرتبـة الأهـداف ذات الإمكانـات المحتملـة لتنميـة الحـرارة الجوفيـة.

جدول(٢٦) محطات الطاقة الحرارية الجوفية المرتقبة في أوغندا

المحطة	القدرة (ميجاوات)	الموقع
بورانجا للطاقة الحرارية الجوفية	١٠٠	ينابيع بورانجا الحارة، مديرية بونديبوجيو
كاتوي للطاقة الحرارية الجوفية	١٥٠	بحيرة كاتوي مديرية كاسيس

Source: (Uganda: A new mega pole production plant to be constructed in Wakiso District, construction review online, 2021)

طاقة الرياح:

أوضحـت مقاييـس الريـاح أن متوسـط سـرعة الريـاح فـي البـلاد يبلـغ ٣,٧ أمتار/ثانيـة، ممـا يشـير إلـى أن مـوارد طاقـة الريـاح فـي أوغنـدا غيـر كافيـة لتوليـد الكهربـاء علـى نطـاق واسـع.

وللمساعدة على تنويع مصادر الكهرباء في أوغندا، اقترحت مجموعة «خسابو» Xsabo Group إنشاء خمسة حقول رياح في أوغندا، بقدرة توليد قصوى تقدر بنحو ١٠٠ ميجا وات (١٣٠,٠٠٠ حصان). ومن المُقرر أن تكون محطة «تورورو لطاقة الرياح» أول ما يتم تطويره.

الكتل الحيوية:

تبلغ قدرة الكتلة الحيوية على إنتاج الطاقة نحو ١,٦٥٠ ميجا وات، حيث يوجد مخزون ثابت من الكتل الحيوية يُقدر بنحو ٤٦٠ مليون طن مع حصيلة سنوية مستدامة تبلغ ٥٠ مليون طن. وتعتبر طاقة الكتل الحيوية هي النوع السائد من الطاقة المستخدم في أوغندا، حيث تشكل ٩٤٪ من إجمالي استهلاك الطاقة في البلاد. ويستخدم الفحم النباتي أساسًا في المناطق الحضرية، بينما يستخدم الحطب ومخلفات الزراعة ونفايات الخشب على نطاق واسع في المناطق الريفية.

ومن بين مشروعات طاقة الكتل الحيوية في البلاد، محطة «كاكيرا»، والتي تعمل بقدرة ٥٢ ميجا وات، وتقع في شرقي أوغندا. ويُذكَر أن هذه المحطة تم تطويرها على عدة مراحل، وبدأ تشغيلها عام ٢٠٠٧.

استثمارات الطاقة المتجددة في شرق إفريقيا

عجزت قدرات الاستثمار المحلي والعالمي عن تلبية الطلب المتزايد على الطاقة، لاسيما المتجدد منها في شرق إفريقيا، فلم يجذب هذا الإقليم سوي ٩,٧ مليارات دولار في الفترة (من ٢٠١٠ إلى ٢٠٢٠)، بما يمثِّل (١٨٪ من إجمالي الاستثمارات في الطاقة المتجددة في إفريقيا)، مع استثمارات موزعة بشكل متساو نسبيًا على مختلف مصادر الطاقة، وأبرزها: مشروعات الطاقة الحرارية الجوفية، وطاقة الرياح، واللذان يشكلان ٣٠٪ من الإجمالي (موجهة بشكل أساسي إلى كينيا)، إلى جانب الطاقة الحيوية التي تشكل نحو ٢٠٪، والطاقة الشمسية الكهروضوئية ١٢٪، ومشروعات الطاقة المائية الصغيرة ١٠٪.

ومن المتوقع أن ينمو الطلب على الكهرباء المولدة من الشبكة في شرق إفريقيا بحلول ٢٠٣٠ بنحو ٢٥٠٪. وباعتبار أن شرق إفريقيا بها أكبرعدد من المنازل التي لا تصلها الكهرباء عن طريق الشبكة، فسيحدث هذا النمو بدافع من الحاجة للتوسع السريع في توصيل هذه الكهرباء للمنازل، ومن المتوقَّع أن تكون أكبر زيادة مطلقة في الطلب في إثيوبيا، وكينيا، وتنزانيا والسودان.

ومع ذلك، تجدر الإشارة إلى أن إقليم شرق إفريقيا لديه الإمكانات اللازمة لتوليد الكهرباء من مصادر عدة، وذلك عبر إطلاق استثمارات كثيرة في محطات وبطاريات الطاقة الشمسية في عدة بلدان بحلول ٢٠٣٠.

وربما يكون من الممكن لدول إقليم شرق إفريقيا أن يتم دمج نظم الطاقة بين دول الإقليم، مع إضافة كم مهم من قدرات الربط المشترك للمشروعات الكبيرة التي هي بالفعل تحت الإنشاء. نتيجة لذلك، ستخرج شرق إفريقيا من نظم الطاقة الوطنية المعزولة نسبيًا إلى نظام طاقة إقليمي يتسم بالربط المشترك بدرجة عالية، مع أحجام مهمة من تجارة الكهرباء الإقليمية، أخذًا في

الاعتبار وجود سياسة التمكين الضرورية ووضع أطر التنظيم في موضعها السليم.

ويمكن القول إن شركاء التنمية في شرق إفريقيا يدعمون بالفعل برامج ومبادرات عديدة للحصول على الكهرباء بشكل عام، ولخفض الانبعاثات الكربونية الناتجة عن مشروعات توليد الكهرباء بالقارة. وعلى هذا النحو، فقد تم إنشاء شبكة الطاقة لشرق إفريقيا (EAPP)، في عام ٢٠٠٥ للتنسيق بين جهود توليد الطاقة الكهربائية ونقلها بين الدول الأعضاء، والتي تشمل: كينيا، وبوروندي، وجمهورية الكونغو الديمقراطية وإثيوبيا، ورواندا، والسودان، وتنزانيا، وليبيا، وأوغندا. إلى جانب جنوب السودان وجيبوتي اللذان يأملان أيضًا في الانضمام، وتشملهما دراسة التخطيط الإقليمي الشاملة. ويذكر أيضًا أنه قد تم إنشاء صندوق استثماري جديد، هو صندوق «Kawi Safi»، لإدارة الطاقة الشمسية الخارجة عن شبكة الكهرباء في شرق إفريقيا، والذي يستثمر فيما يتراوح بين ١٠ -١٥ شركة محلية للطاقة النظيفة، ويمتد عمله لفترة ١٢عامًا، انطلاقًا من رواندا وكينيا، مع احتمالية التوسع فيما بعد إلى أوغندا، والتي تفتقر بشدة إلى مصادر توليد الكهرباء.

وقد أقر بنك الاستثمار الأوروبي تمويلًا قدره ٤,٩ مليارات دولار عام ٢٠٢٠، في مجالات الطاقة المتجددة والمواصلات النظيفة، والإسكان الاجتماعي، والتعليم. كما سيخصص من هذا المبلغ ٩٥ مليون دولار لمشروع الطاقة الحرارية الجوفية بالوادي المتصدع في شرق إفريقيا.

وفي المقابل أقر بنك التنمية الإفريقي نظام الدمج الإقليمي لشرقي إفريقيا (RISP 2018 - 2020)، وقد وضع أولوية أيضًا لعدد من مشروعات الطاقة التابعة لاستراتيجية الدمج الإقليمي لشرقي إفريقيا RISP، لا سيَّما خط النقل بين الماساكا (أوغندا) – موانزا (تنزانيا)، ودارسة جدوى خط أنابيب نقل المنتجات البترولية في كيجالي- بوجومبورا، ودراسة تنفيذ خط أنابيب نقل المنتجات بين أوغندا- تنزانيا. وإضافة إلى ذلك، فثمة استثمارات مباشرة إقليمية ودولية في عدد من دول شرق إفريقيا كالتالي:

❖ جنوب السودان:

يحظى جنوب السودان بعدد من الاستثمارات المدمجة بين المستويين الإقليمي والدولي، ومن ذلك:

١. انضمام شركة آسونيم، آي-ك دبليو إتش I-kWh إلى شركة السويدي الكهربائية في مشروع التخزين العالي للطاقة الكهروضوئية في جنوب السودان، حيث تم التعاقد بين الطرفين والحكومة الجنوب سودانية لبناء محطة كهروضوئية قدرتها ٢٠ ميجا وات ونظام تخزين سعته ٣٥ ميجا وات/ ساعة، وسيخدم المشروع ولاية جوبيك والإقليم المحيط بها، كما سيضاعف تقريبًا إجمالي قدرة توليد الكهرباء المرتبطة بالشبكة في جنوب السودان، الذي يعتمد الآن بنسبة ١٠٠٪ على واردات البترول. وقد شكلت شركة آسونيم I-kWh الاستشارية لحلول الطاقة الشمسية والمتجددة، ومقرها في الإمارات العربية المتحدة، اتحادًا لدعم شركة السويدي المصرية لخدمات الطاقة لتبني نظام تخزين كهروضوئي ضخم في جنوب السودان.

٢. توقيع مصر بروتوكول لإنشاء سد واو في جنوب السودان؛ والذي يهدف إلى توليد ١٠,٤٠ ميجا وات من الكهرباء، علاوة على توفير مياه الشرب لنحو ٥٠٠ ألف نسمة، والاستفادة من المياه في الري التكميلي لنحو ٣٠-٤٠ ألف فدان.

٣. قدمت المنظمة الدولية للهجرة، بالتعاون مع الوكالة الدانماركية لإدارة الطوارئ، ووكالة الطوارئ المدنية السويدية، دعمًا كبيرًا لتحسين جهود العمل الإنساني في «بيبور» بمحطة توليد طاقة شمسية في منطقة بيبور الكبرى، وهي أكبر مناطق جنوب السودان الإدارية.

❖ الصومال:

هناك عدد من الاستثمارات الجديدة في الصومال لتوليد الطاقة من المصادر المتجددة:

- إطلاق صندوق تحدي المشروعات الإفريقية AECF، والدورة الثانية للهيئة السويدية للتنمية الدولية REACT SSA لتمويل الشركات والمؤسسات ذات التمويل الضئيل لتشجيع تنمية الطاقة المتجددة في الصومال.

- إعلان شركة «بيكو» - وهي أحد أكبر منتجي الكهرباء في الصومال - افتتاح محطة جديدة لتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية في العاصمة مقديشيو. وتجدر الإشارة إلى أن «بيكو» هي الشركة الوحيدة التي تزود كلًا من: مقديشيو، وآفجويي، وبالاد، وباراوي، وكيسمايو، وماركا، وجوهار، وإيلاشا، بالكهرباء في البلاد.

- وفيما يتعلق بالمشروعات المستقبلية، فقد تم رصد ميزانية تُقدر بنحو ١٥٠ مليون دولار من جانب الحكومة للمساعدة في توصيل الكهرباء النظيفة وقليلة التكلفة لنحو ١,١ مليون منزل، أو ٧ ملايين نسمة تقريبًا. ويهدف المشروع أيضًا إلى توفير إمدادات ثابتة من الكهرباء، وتعزيز التعاون الإقليمي في هذا الشأن.

❖ أوغندا:

تسعى أوغندا إلى تعزيز الاستثمارات في قطاع الطاقة مع التحول التدريجي من تنمية يقودها القطاع الخاص إلى شراكات بين القطاعين العام والخاص. فضلًا عن التعاون مع بعض الجهات الخارجية في عدد من مشروعات الطاقة، ومنها:

- تعاون أوغندا مع الوزارة الاتحادية للتعاون الاقتصادي والتنمية الألمانية في إطار برنامج تعزيز الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة (PREEEP)، والممتد خلال الفترة من ٢٠١٩ إلى ٢٠٢٣، وهو برنامج يدعم تعزيز الوصول إلى الطاقة المتجددة والنظيفة.

- بناء أربعة حقول للطاقة الشمسية وطاقة الرياح في إقليمين بأوغندا وذلك بموجب اتفاقية موقعة مع شركة آميا باور Amea Power الإماراتية، تتضمَّن إنشاء محطة طاقة شمسية بقدرة ١٠ ميجا وات، وحقل رياح بقدرة ١٠ ميجا وات في إقليم غرب النيل الواقع شمال غربي أوغندا.

- تعمل الهيئة العربية للتصنيع (المصرية) على إنشاء محطة طاقة شمسية في أوغندا بقدرة ٤ ميجاوات (محطة بوسيا للطاقة الشمسية)؛ حيث تم تصنيع الألواح الشمسية المستخدمة في المنشأة من قبل الشركة العربية للطاقة المتجددة (ARECO) التابعة للهيئة العربية للتصنيع، والتي تشرف عليها هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة التابعة للحكومة الأوغندية.

- افتتحت شركة لولوي للطاقة الشمسية الهجينة (Lolwe Hybrid Solar) شبكة صغيرة للطاقة الشمسية الهجينة بقدرة ٦٠٠ كيلو وات، وهو مشروع مشترك بين شركتي إنجي إينرجي آكسيس ENGIE Energy Access وإكواتوريال باور Equatorial Power يهدُف إلى توصيل الكهرباء إلى ما يزيد على ٣,٠٠٠ منزل وأكثر من ٧٠٠ مؤسسة، مما يؤثر على حياة ١٥,٠٠٠ نسمة ويزودها بالكهرباء النظيفة، علاوة على مجموعة من الخدمات الأخرى.

- قدَّمت شركة وينش إينرجي Winch Energy تمويلًا لعدد من مشروعات الطاقة الشمسية في ٤٩ قرية في جميع أنحاء أوغندا وسيراليون، وذلك بالتعاون مع شركة تجارة نيوت أوفجريد آفريكا NEOT Off-grid Africa.

❖ تنزانيا

- تسعى تنزانيا إلى تعظيم استفادتها مما يتوافر لديها من موارد الطاقة المتجددة؛ من أجل تعزيز الوصول إلى الطاقة النظيفة والمستدامة منخفضة التكلفة، وهو ما تجلى في رؤية التنمية الوطنية ٢٠٢٥، بما يدعم دور القطاع الخاص في خلق إمكانات اقتصادية جديدة، وتحقيق أمن الطاقة، من خلال الاستثمار في إمكانات الطاقة المتجددة في البلاد.
- تم وضع خطة استثمارية لتنفيذ برنامج توسيع نطاق الطاقة المتجددة (SREP) في تنزانيا بقيمة ٥٠ مليون دولار أمريكي لتحفيز تطوير الطاقة المتجددة على نطاق واسع، بحيث يتم تحويل قطاع الطاقة من قطاع يعتمد بشكل متزايد على الوقود الأحفوري إلى قطاع أكثر توازناً وتنوعاً يعتمد بشكل أكبر على مصادر الطاقة المتجددة.
- تساهم الحكومة الفرنسية بمبلغ ١٣٠ مليون يورو ضمن مشروع إنشاء محطة للطاقة الشمسية في منطقة شينيانجا شمال تنزانيا بقدرة ١٥٠ ميجاوات، بهدف تقليل اعتماد البلاد على الطاقة الكهرومائية، لا سيما أثناء فترات الجفاف.
- تعاونت تنزانيا مع شركتي السويدي والمقاولين العرب (المصريتين) في مشروع إنشاء سد نيريري في تنزانيا لتوليد طاقة كهرومائية بقدرة ٢,١١٥ ميجا وات، باستثمارات تبلغ ٢,٩ مليار دولار.
- مشروع سيلف تشيل في كل من زامبيا وتنزانيا «SelfChill Zambia and Tanzania»، والذي يهدف إلى الاستفادة من الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء المستخدمة في تشغيل وحدات التبريد اللازمة لتعزيز الأمن الغذائي، وتقليل الفاقد بما يؤثر بالإيجاب على دخل المزارعين في تنزانيا وزامبيا.

❖ إثيوبيا:

تسعى إثيوبيا لتُصبح مُصدرًا رئيسًا للطاقة، وذلك من خلال وضع خطة بقيمة ٤٠ مليار دولار لبناء ٧١ مشروعًا للطاقة تعتمد على الطاقة الكهرومائية وطاقة الرياح والطاقة الشمسية والطاقة الحرارية الجوفية خلال عشر سنوات، بحيث يتم تصدير الكهرباء المولدة من تلك المشروعات إلى دول شرق إفريقيا، منها ١٦ مشروعًا للطاقة الكهرومائية، و ٢٤ مشروعًا لطاقة الرياح، و ١٧ مشروعًا لتوليد الطاقة من بخار الماء، و ١٤ مشروعًا للطاقة الشمسية، وهو ما يُعد تحولًا مهمًا نحو الطاقة النظيفة، الأمر الذي يُرجِّح زيادة قدرة إثيوبيا على توليد الكهرباء البالغة ٤,٢٠٠ ميجا وات إلى نحو ٣٥,٠٠٠ ميجا وات بحلول ٢٠٣٧.

وتجدر الإشارة، إلى وجود مشروع تعاون بين إثيوبيا وشركة آكوا باور كومباني السعودية لتمويل مشروعين من الـ ١٤ مشروعًا للطاقة الشمسية، فضلًا عن وجود مفاوضات مع شركة آميا الإماراتية لبناء مشروع حقل آيشا ١ للرياح، بالإضافة إلى التفاوض مع شركة مصدر (شركة أبو ظبي لطاقة المستقبل PJSC) لبحث إمكانية تطوير مشروعات طاقة بقدرة إنتاجية تبلغ ٥٠٠ ميجا وات من مشروعات الطاقة الشمسية وما يتعلق بها من بنية تحتية.

كما تتعاون إثيوبيا مع كينيا في تطوير خط سودو-مويالي -سوسوا لنقل الطاقة (Sodo-Moyale-Suswa) بسعة ٥٠٠ كيلو فولت؛ سعيًا لتحقيق معدلات عالمية من توليد الطاقة الكهربائية بحلول عام ٢٠٣٠، بما يعود بالنفع على كل من كينيا وإثيوبيا من حيث توفير إمدادات الكهرباء النظيفة والمستدامة اعتمادًا على مصادر الطاقة المتجددة.

وفي ضوء ثراء إقليم شرق إفريقيا بمصادر الطاقة المتجددة، فإن هناك فرصًا للتوسع في الاستثمارات المصرية في هذه الدول لتوليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة، مع جذب الاستثمارات للتوسع في إنتاج الهيدروجين الأخضر.

ب. الطاقة المتجددة في دول شمال إفريقيا

المراقب لما حدث خلال العقد الثاني من القرن الحادي والعشرين في شمال إفريقيا بدول منطقة المغرب العربي، وخاصة في الجزائر وتونس وليبيا، سوف يوثق تغيرًا جذريًا في منهجية تناول هذه الدول لمشروعات الطاقة المتجددة. فعند نهاية السنوات العشر الأولى من القرن الحالي كان إجمالي قدرات هذه الدول الثلاث مجتمعة من الطاقة المتجددة - أي الكهرباء المولدة من الطاقة المائية والشمسية والرياح - لا يكاد يذكر تقريبًا، وكانت هذه القدرات تتركز في دولتين فقط، هما: الجزائر وتونس، بينما كانت هذه القدرات شبه منعدمة تمامًا في ليبيا. وفي غضون السنوات العشر التالية وصل إجمالي القدرات من مشروعات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة المائية في الدول الثلاث إلى ما يقارب ١٠٩٢ ميجاوات في عام ٢٠٢٠، مثلت في حدود ٢,٤٪ فقط من إجمالي قدرات توليد الكهرباء في الدول الثلاث، والتي تبلغ ٤٥١٦٩ ميجاوات. وقد تركز معظم هذه القدرات المتجددة من مشروعات طاقة شمسية ومائية وطاقة رياح في الجزائر (٦٨٦ ميجاوات)، وتونس (٤٠١ ميجاوات).

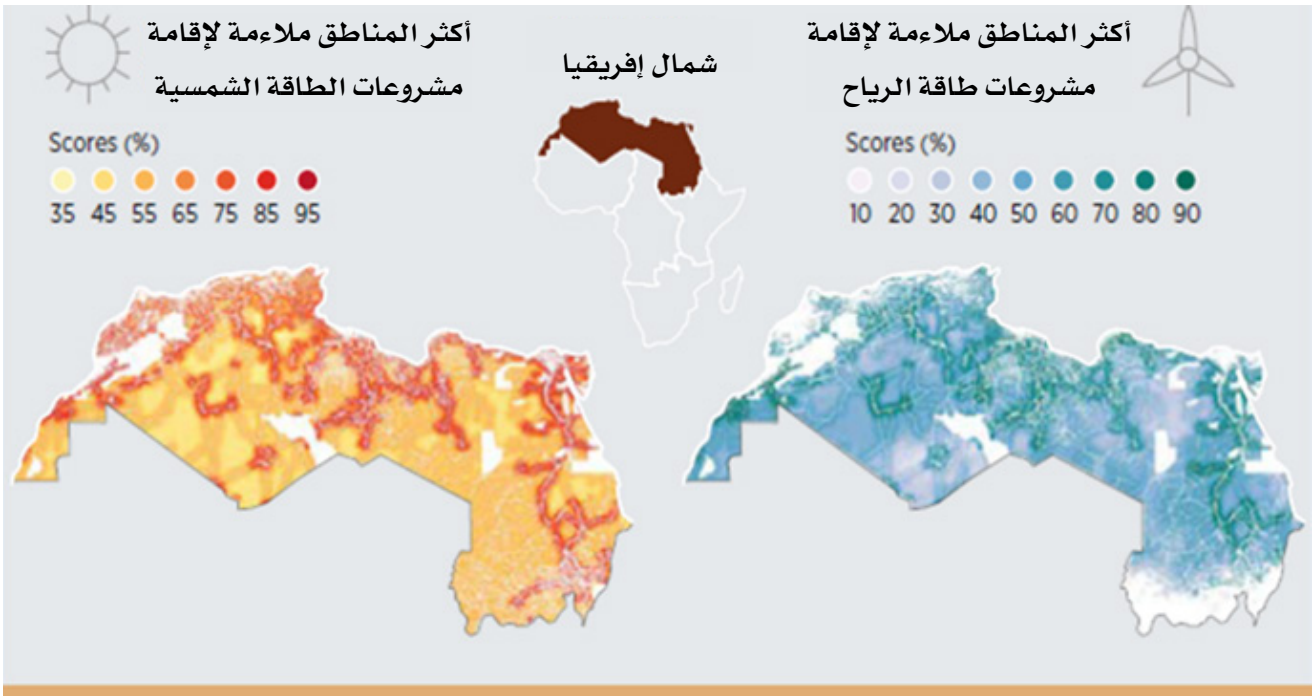
وقد ظهر العديد من محطات الخلايا الكهروضوئية الصغيرة ومتوسطة الحجم في دول الجزائر وتونس وليبيا تحت مظلة برامج حفز الطاقة الشمسية الكهروضوئية على أسطح المباني بشتى القطاعات. كما زادت أيضًا مشروعات أنظمة تسخين المياه بالطاقة الحرارية الشمسية، خاصة في تونس، التي تعتبر من الدول ذات الريادة في هذا المجال بمنطقة المغرب العربي. ومن جهة أخرى، تميزت تجربة تونس أيضًا بتوفير حلول لتوليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة في مختلف المناطق، سواء المتصلة بشبكات الكهرباء أو البعيدة عنها، وتوفير الخدمات الصحية والاقتصادية والاجتماعية، وقد أمكن تنفيذ مشروعات الطاقة المتجددة في الدول الثلاث بأطر تمويلية متنوعة بدءًا من المنح والمساعدات إلى التمويل الذاتي إلى التمويلات البنكية الصغيرة للأفراد أو التمويلات الضخمة متعددة الأطراف للمشروعات الكبرى.

ورغم اكتساب مشروعات الطاقة المتجددة زخمًا متزايدًا في دول الجزائر وتونس وليبيا خلال العقد الماضي، ورغم الإمكانات الهائلة التي تمتلكها هذه الدول من مصادر الطاقة المتجددة كطاقة الرياح والطاقة الشمسية، فإن الدول الثلاث لا تزال تعاني من انخفاض شديد في نسبة الطاقة المتجددة بالنسبة لمزيج توليد الكهرباء. ويرجع ذلك لعدم الاستقرار السياسي وخاصة في ليبيا. وكذلك تراجع القدرة التنافسية لمشروعات الطاقة المتجددة مع الدعم المرتفع للهيدروكربونات، وإحجام البنوك المحلية عن دعم الاستثمار في مشروعات الطاقة المتجددة، وأيضًا وضع سقف للاستثمار الأجنبي في مشروعات الطاقة المتجددة، فضلا عن محدودية قدرات الإنتاج المحلي الحالية.

أهمية مشروعات الطاقة المتجددة في ليبيا وتونس والجزائر:

تمتلك دول الجزائر وتونس وليبيا أكبر إمكانات القارة الإفريقية لتطوير مشروعات الطاقة المتجددة، وخاصة تلك المرتبطة بالطاقة الشمسية وطاقة الرياح. حيث يعد متوسط الإشعاع الشمسي السنوي في الدول الثلاث مرتفعًا، ويبلغ نحو ٢٢٠٠ كيلو وات / ساعة لكل متر مربع؛ كما يبلغ متوسط سرعة الرياح ٧ أمتار في الثانية، لتصل إلى ٩,٥ أمتار في الثانية في الجزائر وليبيا. ويوضح (الشكل ٢٣) أكثر المناطق ملائمة لإقامة مشروعات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح في دول منطقة المغرب العربي وشمال إفريقيا.

شكل (٢٣) أكثر المناطق ملاءمة لإقامة مشروعات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح في دول المغرب العربي



Source: IRENA, 2019

يوضح الجدول (٢٧) الوضع الاقتصادي لدول شمال إفريقيا (الجزائر وتونس وليبيا)؛ حيث تُعد الجزائر هي الأكبر من حيث عدد السكان وعائدات الغاز الطبيعي كنسبة من الناتج المحلي الإجمالي، وبالنسبة لليبيا فهي الأعلى من حيث نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي، أما تونس فهي الأعلى من حيث الناتج المحلي الإجمالي.

جدول (٢٧) المؤشرات الأساسية لدول الجزائر وتونس وليبيا في عام ٢٠١٩

الدولة	عدد السكان	الناتج المحلي الإجمالي (عام الأساس ٢٠١٥ بالدولار)	نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي (عام الأساس ٢٠١٥ بالدولار)	الوصول إلى الكهرباء (النسبة إلى إجمالي السكان)	عائدات البترول (النسبة من الناتج المحلي الإجمالي)	عائدات الغاز الطبيعي (النسبة من الناتج المحلي الإجمالي)	عائدات الفحم (النسبة من الناتج المحلي الإجمالي)
الجزائر	٤٣,٠٥٣,٠٥٤	١٧٧,٠٠٤,٢٨٧,٥٠٠	٤١١١	١٠٠	١٤,٤	١,٩	٠
ليبيا	٦,٧٧٧,٤٥٣	٤٠,٤٧٣,٩٣٠,٢٩٩	٥٩٧٢	٦٩	٤٣,٩	٠,٧	٠
تونس	١١,٦٩٤,٧٢١	٤٦,٢١٥,١٨٧,٢١٠	٣٩٥٢	١٠٠	١,٧	٠,٢	٠

Source: International Renewable Energy Agency (IRENA) and African Development Bank (AfDB) (2022).

وتتفاوت أهمية مشروعات الطاقة المتجددة في دول الجزائر وتونس وليبيا بالنظر إلى اختلاف موارد هذه الدول من مصادر الطاقة التقليدية (البترول والغاز الطبيعي)، حيث يرى المراقبون أن الدولتين الغنيتين بهذه المصادر، وهما الجزائر وليبيا، كانت تبدو أقل اهتمامًا بتشجيع هذه المشروعات، مقارنة بالدولة قليلة الموارد والمستوردة للنفط والغاز الطبيعي من الخارج، وهي تونس، وإن كانت الدول الثلاث تنظر في الآونة الأخيرة إلى الطاقة المتجددة باعتبارها الخيار الأمثل لتحقيق التنمية المستدامة. فبالنسبة لتونس، تعتبر مشروعات الطاقة المتجددة وسيلة مهمة لتقليل الاعتماد على الموردين الخارجيين، وأيضًا لتخفيف التعرض لصدمات الأسعار العالمية للنفط والغاز الطبيعي. بينما يمكن لكل من الجزائر وليبيا، واللتين تعتمدان بشكل كبير على عائدات التصدير لدعم موازناتهما المالية، أن تساهم مشروعات الطاقة المتجددة في تلبية الطلب الداخلي المتزايد على الكهرباء، وبالتالي زيادة الموارد المتاحة للتصدير ورفع عائداتهما المالية. كذلك، تمثل مشروعات الطاقة المتجددة بالنسبة للدول الثلاث أيضا أداة لمساعدتها على التنويع الاقتصادي، والتنمية الصناعية، وخفض معدلات البطالة من خلال خلق فرص عمل جديدة.

على سبيل المثال فإن الجزائر تعتبر مشروعات الطاقة المتجددة وسيلة أساسية لتنويع الاقتصاد، وبالتالي تحقيق الاستقرار الاجتماعي والسياسي في البلاد، خاصة بعدما صار التوازن الاجتماعي والاقتصادي مرتبطًا، إلى حد كبير، بالأسعار العالمية المتذبذبة للنفط والغاز الطبيعي، نتيجة استحواذ قطاع الطاقة الجزائري على ٢٠٪ من الناتج المحلي الإجمالي، و٤١٪ من الإيرادات المالية، و٩٤٪ من عائدات الصادرات في عام ٢٠١٩.

ومن جهة أخرى، يؤكد كثير من الخبراء أن وفرة موارد الطاقة المتجددة في دول الجزائر وتونس وليبيا، والتي تُعتَبر مستوياتها من بين الأعلى في العالم، تجعل المزيد من التطوير والنمو لمشروعات الطاقة المتجددة ممكنًا، مع وجود حاجة قوية لزيادة الانتشار خارج قطاع الكهرباء وفي قطاعات التدفئة الصناعية والنقل، بما في ذلك استخدام تقنيات مثل الهيدروجين الأخضر.

وفي هذا السياق، يشار إلى أن الطاقة المتجددة لا تزال تلعب دورًا ثانويًا في قطاع النقل في كل دول المغرب العربي، ولا يوجد إلا عدد قليل من المركبات الكهربائية القادرة على استخدام الطاقة المتجددة. وبالتالي، من المتوقع أن يتنامى الاهتمام بمشروعات الطاقة المتجددة كلما زاد الاهتمام بمشروعات النقل النظيف.

عوامل الدفع نحو الطاقة المتجددة:

يشير كثير من المراقبين إلى وجود العديد من العوامل التي سوف تشجع دول ليبيا وتونس والجزائر، على تسريع الاستفادة من موارد الطاقة المتجددة الهائلة التي تتمتع بها، لعل من أهمها العوامل التالية:

١. اتساق أهداف الطاقة والتنمية المستدامة ومواجهة تغير المناخ والتعافي الأخضر. حيث أصبحت مشروعات الطاقة المتجددة في الدول الثلاث أحد الوسائل الضرورية لمواجهة تحديات تغير المناخ أو لإعادة البناء والإعمار أو لتلبية احتياجات التنمية المستدامة المستقبلية أو ما يسمي حاليًا بالتعافي الأخضر أو الانتعاش الأخضر. كما أصبحت هذه المشروعات أيضا في صميم التخطيط للتعامل مع القضايا المترابطة مثل المياه، والغذاء، والصحة، والفقر، والهجرة، والتنمية الصناعية، وجهود التعافي الأخضر. كذلك أصبحت مشروعات الطاقة المتجددة أيضًا تلعب دورًا ملموسًا في تعزيز نظم الحماية الاجتماعية من خلال زيادة وصول خدمات الطاقة المستدامة إلى المواطنين، وإيجاد فرص عمل لائقة لضمان النمو الشامل.

٢. وجود فرص كبيرة لنمو مشروعات الهيدروجين الأخضر، أي الهيدروجين المنتج باستخدام التحليل الكهربي للمياه اعتمادًا على كهرباء من مصدر طاقة متجدد، كطاقة الشمس أو طاقة الرياح. حيث يوفر التحرك نحو الهيدروجين الأخضر فرصًا طويلة الأجل لدول الجزائر وتونس وليبيا لدمج حصص أعلى من الطاقة المتجددة في شبكاتها الكهربائية، وتصدير الطاقة المتجددة إلى دول أخرى في جميع أنحاء العالم، وكذلك إزالة الكربون من القطاعات التي يصعب في كثير من الأحيان إزالة الكربون منها مثل: قطاعات النقل والنفط والغاز والصلب والتعدين وغيرها. ومما قد يشجع على ذلك وجود إمكانات ممتازة في الدول الثلاث لإنتاج الهيدروجين اعتمادًا على الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، سواء من حيث وجود مساحات الأراضي الشاسعة منخفضة التكلفة والمتاحة لمشروعات الطاقة المتجددة ومنشآت الهيدروجين، أو من حيث التكلفة المنخفضة نسبيًا لرأس المال والشراكات بين القطاعين العام والخاص والتمويل الميسر، فضلًا عن الطلب الصناعي الحالي في الأسواق الوطنية والإقليمية والعالمية. ويعتبر القرب الجغرافي لدول الجزائر وتونس وليبيا من الأسواق الأوروبية الخضراء عاملًا رئيسًا للتوسع في مشروعات إنتاج الهيدروجين الأخضر.

فعلى سبيل المثال، حددت استراتيجية الاتحاد الأوروبي بشأن الهيدروجين، والتي صدرت في يوليو ٢٠٢٠، هدفًا يتمثل في الحصول على ٤٠ جيجاوات من أجهزة التحليل الكهربائي داخل حدوده بحلول عام ٢٠٣٠، و٤٠ جيجاوات أخرى من السعة المستوردة من منتجين آخرين، وخاصة شمال إفريقيا وأوكرانيا.

كذلك، من المتوقع أن تتلقى مشروعات الهيدروجين الأخضر دعمًا كبيرًا على مستوى الاتحاد الأوروبي،

يقدره البعض بأنه سيتراوح بين ١٠ و٢٤ مليار يورو سنويًا خلال العقد القادم. وبالتأكيد سوف يمثل الدعم المالي الأوروبي دفعة قوية لمشروعات الطاقة المتجددة في الدول الثلاث، خاصة وأن هذه الدول تتمتع بموقع استراتيجي مهم نظرًا لقربها من أسواق الطاقة الأوروبية. كما يمكن إنتاج الهيدروجين الأخضر من خلال استخدام مصادر متجددة في هذه الدول ثم تصديره إلى أوروبا باستخدام خطوط أنابيب الغاز الحالية وهي: المغرب العربي - أوروبا (بين الجزائر والمغرب وإسبانيا) ميدغاز (الجزائر - إسبانيا) ترانسميد (الجزائر - تونس - إيطاليا) وجرين ستريم (ليبيا - إيطاليا).

٣. الإعلان عن تأسيس السوق المغاربية المندمجة لتبادل الكهرباء، ودخولها حيّز التنفيذ بحلول عام ٢٠٢٥، هو أمر من شأنه إعطاء دفعة قوية لمشروعات الطاقة المتجددة في الجزائر وتونس وليبيا، بالإضافة إلى المغرب وموريتانيا. حيث أعلنت اللجنة المغاربيّة للكهرباء في يناير ٢٠٢٢ عن الاتفاق على إنشاء سوق مغاربيّة مندمجة ومشتركة لتبادل الكهرباء بين دول المغرب العربي الخمس (١٠٠ مليون نسمة وقدرة كهربائية في حدود ٥٦ ألف ميجاوات). وأكدت اللجنة أن التعاون في إطار هذه السّوق، سيشمل الطاقات المتجددة، في ضوء مخططات الدول المغاربية، لإنتاج الكهرباء من الطاقات المتجددة.

٤. أن الدول محل الدراسة الأكثر تعرضًا للتداعيات السلبية الناجمة عن مخططات تسعير الكربون في الاتحاد الأوروبي، حيث يمكن أن يؤدي فرض ضريبة الكربون المحتملة على حدود الاتحاد الأوروبي إلى خفض أرباح صادرات النفط والصلب ولب الخشب بنسبة ١٠-٦٥٪. وبالتالي، يمكن أن يشجع ذلك عددًا من الدول المغاربية على زيادة إنتاج المواد المشتقة من الهيدروجين لتقليل البصمة الكربونية للمواد كثيفة الاستهلاك للطاقة المصدرة إلى أوروبا. ويشار في هذا الصدد إلى أن الاتحاد الأوروبي اقترح، في يوليو ٢٠٢١، آلية تعديل حدود الكربون، وهو إجراء تم تصميمه لمنع ما يسمى بتسرب الكربون من الشركات الموجودة في الاتحاد الأوروبي ونقل الإنتاج كثيف الكربون إلى الخارج للاستفادة من المعايير المتراخية وتسريع استراتيجيات إزالة الكربون للشركاء التجاريين.

٥. عملت اللجنة المغاربية للكهرباء، والتي تأسست عام ١٩٧٤، على إرساء بنية تحتية مترابطة في مجال الكهرباء في المغرب العربي، وخاصة إنشاء أربعة خطوط ربط كهربائي بين المغرب والجزائر ذات ضغط عالٍ بـ ٦٢٥ كيلو فولت إلى جانب خمسة خطوط ربط بين تونس والجزائر، وكذلك الربط الكهربائي بين تونس وليبيا. ويشار إلى أن هذه اللجنة تضمّ الشّركات المغاربية للكهرباء وهي ترنو إلى تطوير كافة الأنشطة الكهربائية على المستوى المغاربي عبر التبادل المنتظم للمعلومات. وتقوم الأمانة العامة للجنة ومقرها الجزائر، بالعمل على تنفيذ برنامج عمل اللجان الفنية الخمس والتوصيات المنبثقة عنها. ويترأس اللجنة المغاربية للكهرباء دوريًا المسؤول الأوّل عن إحدى الشركات الوطنية للكهرباء.

٦. تنامي الشراكات الدولية مع دول الجزائر وتونس وليبيا في مشروعات الطاقة المتجددة. حيث تعد الإمكانات غير المستغلة للطاقة المتجددة في الدول الثلاث وأسواقها المحلية، فضلًا عن إمكانية تطوير سوق طاقة متكاملة بين الشواطئ الشمالية والجنوبية للبحر المتوسط، في قلب اهتمام عدد من الأطراف المعنية الأخرى مثل الاتحاد الأوروبي ودول الخليج والصين. فالاتحاد الأوروبي، على سبيل المثال، هو الشريك التجاري الأول لدول الجزائر وتونس وليبيا، وتنشط شركات الطاقة الأوروبية الكبرى في تطوير مشروعات الطاقة المتجددة في المنطقة. ولعل ألمانيا، من أنشط دول الاتحاد الأوروبي في هذا المجال، حيث طورت استراتيجية شاملة لتعزيز التحول الأخضر، مما نجم عنه إقامة شراكات ثنائية متعددة في مجال الطاقة المتجددة بين برلين من جهة وبين الجزائر وتونس من جهة أخرى. وقد ساهم في تطوير هذه الشراكات المساعدات التقنية والإنمائية الألمانية، والحوار حول السياسات الحكومية بين صانعي القرار في الجانبين ومشاركة القطاع الخاص.

ومن ناحية أخرى، يمكن أن تلعب مشروعات الطاقة المتجددة في دول الجزائر وتونس وليبيا دورًا ملموسًا في دفع التعاون الإقليمي والشراكات الدولية، خاصة مع الدول الأوروبية والعربية القريبة، لتصدير فائض إمدادات الكهرباء المنتجة من خلال مصادر الطاقة المتجددة. فعلى سبيل المثال، تخطط إيطاليا وتونس لبناء وصلة كهرباء تحت البحر، والتي ستربط المحطات الفرعية الكهربائية في بارتانا، في صقلية، مع المحطة الفرعية التونسية المقابلة كاب بون. كذلك، توجد مشروعات جديدة للنقل الكهربائي بين الجزائر وليبيا، بينما تخطط مصر لربط شبكة كهرباء هيئة الربط الكهربائي لدول مجلس التعاون الخليجي بشبكة كهرباء الاتحاد الأوروبي بشبكة كهرباء المغرب العربي.

٧. ظهور آليات متعددة في دول الجزائر وتونس وليبيا لتحفيز الاستثمار في مشروعات الطاقة المتجددة من جانب القطاع الخاص، سواء المحلي أو الأجنبي. ومن أهم هذه الآليات:

- شراء الكهرباء المنتجة من محطات القطاع الخاص بأسعار جاذبة للاستثمار في هذه المشروعات، سواء بإعلان سعر مسبق أو ما يسمي بتعريفة التغذية، أو عبر مناقصات تنافسية أو مزايدات أو ممارسات أو عروض مباشرة يسمح بها القانون وتُمكن من الوصول إلى أسعار جيدة من قبل متنافسين من القطاع الخاص للمشروعات الكبرى المرتبطة بالشبكات.

- قيام كل من الجزائر وتونس أيضًا بتوفير آليات تسمح بالإنتاج الذاتي لأنظمة يتم تثبيتها مباشرة من قِبل المستهلك لتلبية احتياجاته، وقد سمح العديد منها بضخ فائض الطاقة المنتجة عبر الشبكة، والتسوية مع شركات توزيع الكهرباء فيما يسمي بأسلوب صافي القياس. ولا يجب أيضًا أن نغفل في هذا السياق المشروعات التي تقيمها وتمتلكها دول الجزائر وتونس وليبيا، والتي تتيح أيضًا للقطاع الخاص عقودًا للهندسة والمشتريات والبناء للمشروعات.

- يواصل مطورو مشروعات الطاقة المتجددة التنافس على خفض التكاليف في عروضهم للمناقصات والمزايدات التنافسية للمشروعات الكبرى المرتبطة بالشبكة في دول الجزائر وتونس وليبيا، بما يعكس الميزات التنافسية لمشروعات الرياح والطاقة الكهروضوئية في ظل ظروف مُحسّنة تتضمن اختيار المواقع ذات التميز في الإشعاع الشمسي أو سرعة الرياح، وجاذبية وموثوقية السياسات والقوانين والإجراءات المطبقة، مع مشاركة مدروسة لشركات ومؤسسات الكهرباء الوطنية كشركاء في المشروعات، فضلًا عن عدد من التدابير الأخرى لتخفيف مخاطر الاستثمار، من بينها فرص توسع غالبية هذه الدول حاليًا في طرح مناقصات ومزايدات للقطاع الخاص؛ نظرًا لكفاءتها المالية من حيث الحصول على أفضل الأسعار. ويتضح ذلك بشكل خاص في انتشار المناقصات التنافسية لمشروعات الطاقة المتجددة ذات الحجم الكبير في معظم الدول العربية، وخاصة الجزائر، وتونس.

- التمويل الميسر، وفي هذا الإطار، يشار إلى أن دول الجزائر وتونس وليبيا أصبح لديها قنوات أو صناديق تمويل عامة لمشروعات الطاقة المتجددة، وذلك إلى جانب نشاط وافر لمؤسسات التمويل الدولية، مثل: البنك الدولي، وبنك الاستثمار الأوروبي، وبنك التعمير الألماني والوكالة الفرنسية للتنمية وغيرها. وقد قامت الجزائر وليبيا بإنشاء شركات القطاع الخاص المدعومة من الدولة للاستثمار في مشروعات الطاقة المتجددة، مثل: شركة الكهرباء والطاقات المتجددة في الجزائر، وجهاز الطاقات المتجددة في ليبيا. كما وجهت الجزائر وتونس شركات البترول الوطنية لإطلاق برامج استثمارية في مجال الطاقة المتجددة.

المشهد العام للطاقة وموقع مشروعات الطاقة المتجددة فيه

❖ الطاقة المتجددة في الجزائر:

تعتمد الجزائر تقريبًا على الغاز الطبيعي في توليد معظم الكهرباء المنتجة في البلاد، وتمثل قدرة الطاقة المركبة من مصادر الطاقة المتجددة، سواء أكانت شمسية أو مائية أو رياحًا على ٣,٣٩٪ فقط من إجمالي الكهرباء المولدة في البلاد.

جدول (٢٨) مشهد الطاقة في الجزائر (عام ٢٠٢٠) (ميجاوات)

إجمالي قدرة الكهرباء المركبة	٢٤٧٦٤
الفحم	-
البترول	١٧٥
الغاز الطبيعي	٢٣٩٠٣
مزيج الغاز والبترول	-
الوقود الحيوي	-
الطاقة المائية	٢٢٨
الطاقة الشمسية	٤٤٨
الرياح	١٠
القدرة المركبة للطاقات المتجددة	٦٨٦ (٢,٨٪ تقريبا من إجمالي القدرة المركبة)
هدف الطاقات المتجددة بحلول عام ٢٠٣٠	٢٢٠٠٠ أو٢٧٪ تقريبا من القدرة المركبة
أهم مشروعات الطاقة المتجددة حاليا	مشروع Tafouk 1، والذي تبلغ طاقته الإنتاجية ٤٠٠٠ ميجاوات، هو أحدث مخطط في إطار برنامج الحكومة لتطوير ٢٢ جيجاوات من الطاقة النظيفة بحلول عام ٢٠٣٠

المصدر: تقديرات لكاتب الدراسة استنادًا لمؤشرات من مصادر متعددة مثل: الوكالة الدولية للطاقة المتجددة وجمعية الشرق الأوسط لصناعات الطاقة الشمسية.

ومن أجل زيادة هذه النسبة المتواضعة في ضوء الإمكانات الهائلة المتاحة، وضعت الحكومة الجزائرية، في عام ٢٠٢٠، برنامجًا وطنيًا لتطوير الطاقات المتجددة (PNTE)؛ يهدف إلى رفع حصة الطاقات المتجددة في مزيج الطاقة الوطني من نحو ٣٪ حاليًا إلى ٢٧٪ بالنسبة للقدرة المركبة، بحلول عام ٢٠٣٠.

وفي هذا السياق، اتخذت الحكومة الجزائرية في الآونة الأخيرة عدة إجراءات لتشجيع وحفز مشروعات الطاقة المتجددة. ففي ١٤ نوفمبر عام ٢٠١٩، على سبيل المثال، أنشأت الحكومة الجزائرية وزارة الانتقال الطاقوي والطاقات المتجددة، والتي تم تحديد مهمتها في وضع استراتيجية للطاقة

المتجددة، ودعم إنشاء وحدات مطابقة ومراقبة جودة المعدّات. وفي منتصف عام ٢٠٢٠، تم إنشاء مجلس وطني للطاقة مهمته صياغة استراتيجية لمستقبل قطاع الطاقة وتحسين كفاءة الطاقة، ووضع سياسات تسعير جديدة. كما تم تكليف هذا المجلس أيضًا بالإشراف على خطط الجزائر لإدخال أول محطة للطاقة النووية بحلول عام ٢٠٢٥ لتلبية الطلب المتزايد على الكهرباء. كذلك، قامت الحكومة الجزائرية بتقديم حوافز لتشجيع القطاع الخاص على الدخول في مشروعات الطاقة المتجددة.

ومن جهة أخرى، انشأت الحكومة الجزائرية، في ٢٩ ديسمبر ٢٠٢١، الشركة الجزائرية للطاقات المتجددة «شمس»؛ لتطوير مشروعات الطاقة المتجددة في الجزائر، في إطار مشروع سولار ١٠٠٠ الذي يهدف إلى توليد ١٠٠٠ ميجاوات سنويًا من الطاقة الشمسية. وسيتم تسويق الكهرباء المنتجة من هذا المشروع من خلال اتفاقية بيع وشراء الكهرباء لمدة تشغيل تبلغ ٢٥ عامًا.

وكانت الجزائر قد أنشأت في ٢٢ مارس ١٩٨٨ مركز تنمية الطاقات المتجددة كمؤسسة بحثية عامة مكلفة بوضع وتنفيذ البرامج البحثية، وكذلك التطوير العلمي والتكنولوجي لأنظمة الطاقة من خلال استخدام الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، والطاقة الحرارية الأرضية، والكتلة الحيوية، والهيدروجين. ويعمل هذا المركز على تطوير العديد من المشروعات على المستوى الوطني، من خلال وحداته البحثية الثلاث: وحدة تطوير المعدات الشمسية، ووحدة البحث التطبيقي في الطاقات المتجددة، ووحدة البحث في الطاقات المتجددة في الوسط الصحراوي.

وقد أسفرت هذه الإجراءات في نهاية عام ٢٠٢٠ عن زيادة نسبة الطاقة المتجددة المركبة من إجمالي الكهرباء المولدة في الجزائر إلى نحو ٦٨٦ ميجاوات، منها ٤٤٨ ميجاوات طاقة شمسية، و٢٢٨ ميجاوات طاقة مائية، و١٠ ميجاوات رياح. وتقع أهم مشروعات الطاقة المتجددة في حاسي الرمل (محطة هجينة تعمل بالغاز الطبيعي والطاقة الشمسية) وورقلة وغرداية (شمسية) وكابيرتيني (رياح). ولم يبدأ بعد العمل في محطة (تفوق ١) التي سوف تمكن الجزائر، على الأرجح، من الوصول إلى هدف ٢٠٢٤، والمتمثل في ٢٢ ألف ميجاوات أو ٢٧٪ تقريبا من إجمالي القدرة المركبة.

وفيما يتعلق بمشروعات إنتاج الهيدروجين الأخضر، شكلت الحكومة الجزائرية لجنة وطنية معنية بإعداد الاستراتيجية الوطنية للهيدروجين. وتتكون اللجنة من أهم الجهات الفاعلة في الميدان، كوزارة الانتقال الطاقوي والطاقات المتجددة، وعضوية محافظ الطاقات المتجددة والفعالية الطاقوية، ومجمع سوناطراك، ومجمع سونلغاز. وتتمحور مهام هذه اللجنة في إعداد استراتيجية وطنية واضحة المعالم تسمح للجزائر بإطلاق قطاع الهيدروجين، مع الأخذ في الحسبان كل مقدّرات وإمكانات الدولة، إضافة إلى التطورات التي تحدث على المستويين الإقليمي والدولي في مجال الهيدروجين الأخضر.

❖ الطاقة المتجددة في تونس:

تعتمد تونس بشكل شبه كامل على الوقود الأحفوري لتلبية احتياجاتها المحلية من الكهرباء، حيث يأتي أكثر من ٩٤٪ من القدرة المركبة للكهرباء في البلاد من حرق الغاز الطبيعي، الذي يستورد معظمه من الخارج. وتأتي القدرة المركبة الباقية التي تبلغ ٦٪ من مصادر طاقة متجددة أغلبها رياح وطاقة شمسية، حسب بيانات الوكالة الوطنية التونسية للتحكم في الطاقة.

جدول (٢٩) مشهد الطاقة في تونس (عام ٢٠٢٠) (ميجاوات)

إجمالي قدرة الكهرباء المركبة	٦٦٧٣
الفحم	٠
البترول	٩٢
الغاز الطبيعي	٦١٨٠
مزيج الغاز والبترول	٠
الوقود الحيوي	٠
القدرة المركبة للطاقات المتجددة	٤٠١ (٦٪ تقريبًا من إجمالي القدرة المركبة)
- الطاقة المائية	٦٢
- الطاقة الشمسية	٩٥
- الرياح	٢٤٤
هدف الطاقات المتجددة بحلول عام ٢٠٣٠	٣٨٠٠ أو ٣٠٪ من إجمالي القدرة المركبة
أهم مشروعات الطاقة المتجددة المخطط لها حاليا	Tunisia PV

المصدر: تقديرات لكاتب الدراسة استنادًا لمؤشرات من مصادر متعددة مثل: الوكالة الدولية للطاقة المتجددة وجمعية الشرق الأوسط لصناعات الطاقة الشمسية.

وفي عام ٢٠١٥، وعقب الالتزام باتفاقية باريس لمواجهة تغير المناخ، أعلنت الحكومة التونسية خطة عمل الطاقة المتجددة لعام ٢٠٣٠، وحددت هدفًا يتمثل في الوصول إلى ٣٠٪ من إجمالي إنتاج الكهرباء من خلال الطاقة المتجددة، وهو ما يعني إضافة قدرة قدرها ٣٨٠٠ ميجاوات.

وشهدت السنوات الماضية عدة خطوات حكومية لتحقيق هذا الهدف، من ضمنها طرح مناقصات لسعة إجمالية تصل إلى ١١٠٠ ميجاوات، مقسمة إلى٥٠٠ ميجاوات تحت إطار عقود الامتياز، و٤٠٠ ميجاوات عبر نظام التراخيص، و٢٠٠ ميجاوات من نظام التوليد الذاتي. ويوجد في البلاد ثلاث

مزارع رياح ومحطة طاقة شمسية واحدة في توزر، في جنوب البلاد، بطاقة ١٠ ميجاوات تم البدء في بنائها في عام ٢٠١٩ وفي مطلع نوفمبر٢٠٢١، أعلنت تونس انتهاء تنفيذ محطة توزر، مشيرة إلى أن تأخر إطلاق محطة توزر جاء نتيجة تعطل الشركة الفرنسية المنفذة، تأثرًا بجائحة كوفيد-١٩.

ومن ناحية أخرى، أعلنت الحكومة التونسية (ممثلة في وزارة الصناعة والمناجم والطاقة التونسية، في منتصف ديسمبر ٢٠٢١، موافقتها على تنفيذ إنشاء ٥ محطات للطاقة الشمسية. وتشمل محطة للطاقة الشمسية بقدرة ٢٠٠ ميجاوات في ولاية تطاوين في الصحراء الكبرى، ومحطتين للطاقة الشمسية الكهروضوئية بقدرة ١٠٠ ميجاوات في ولايتي القيراوان وقفصة، وحديقتين للطاقة الشمسية بقدرة ٥٠ ميجاوات في ولايتي سيدي بوزيد وتوزر. وتبلغ سعة المشروعات الخمسة ما يقرب من ٥٠٠ ميجاوات، بقيمة إجمالية تصل إلى ٤٠٩ ملايين دولار، مع منح عقود الإنشاء والإدارة لمنتجي الكهرباء المستقلين لمدد تزيد على ٢٠ عامًا، بالتنسيق مع شركات إنجي الفرنسية وإيني الإيطالية وسكاتك النرويجية وتبيا الصينية.

ويشار إلى أن اللاعبين التقليديين في مجال المحروقات بتونس هم الأنشط في تطوير مشروعات الطاقة الشمسية الكهروضوئية. حيث تدخل المؤسسة التونسية للأنشطة البترولية والشركة التونسية للكهرباء والغاز (STEG) كشركاء في هذه المشروعات بصفتهم (مشترين محتملين).

❖ الطاقة المتجددة في ليبيا:

جدول (٣٠) مشهد الطاقة في ليبيا (عام ٢٠٢٠) (ميجاوات)

إجمالي قدرة الكهرباء المركبة	١٣٧٣٢
الفحم	٠
البترول	٤٠٤٥
الغاز الطبيعي	٩٦٨٢
مزيج الغاز والبترول	٠
الوقود الحيوي	٠
الطاقة المائية	٠
الطاقة الشمسية	٥
الرياح	٠
هدف الطاقات المتجددة بحلول عام ٢٠٣٠	٤٦٠٠ أو ٢٢٪ من إجمالي القدرة المركبة

المصدر: تقديرات لكاتب الدراسة استنادًا لمؤشرات من مصادر متعددة مثل: الوكالة الدولية للطاقة المتجددة وجمعية الشرق الأوسط لصناعات الطاقة الشمسية.

يعتمد إنتاج الكهرباء في ليبيا على الوقود الأحفوري بنسبة ١٠٠٪ تقريبًا. وغالبًا ما يتخطى تنامي الطلب المحلي على الكهرباء التوسع في القدرة على توليدها وإنتاجها، مما يؤدي إلى فترات إظلام متزايدة. وفي هذا السياق، تبذل الحكومة الليبية جهودًا لتنويع مزيج الطاقة واستغلال إمكانات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح بالبلاد، خاصة في مناطق الجنوب وفي مدينة غدامس ومنطقة الجغبوب. حيث قدمت هيئة الطاقة الليبية مؤخرًا خطتها الاستراتيجية للطاقات المتجددة (٢٠١٨-٢٠٣٠)، والتي حددت فيها هدف الوصول إلى ٤٦٠٠ ميجاوات من الطاقة المتجددة، أو ٢٢٪ من الكهرباء الخاصة بها، بحلول عام ٢٠٣٠.

وفي نوفمبر ٢٠٢١، أعلن رئيس حكومة الوحدة الوطنية الليبية عبد الحميد الدبيبة، أن الحكومة ستطلق مشروعات في مجال الطاقة المتجددة لإنتاج ٥٠٠ ميجاوات، مشيرًا إلى أن الخطة الوطنية التي وضعتها الحكومة ستراعي كافة الظروف والاستحقاقات الوطنية وأهداف التنمية المستدامة ٢٠٣٠، وبما يتماشى مع مخرجات اتفاقية باريس للتغير المناخي. وفي يناير ٢٠٢٢، منحت الهيئة الليبية للخصخصة والاستثمار، والشركة العامة للكهرباء الليبية رخصة بناء أول محطة للطاقة الشمسية لشركة «إيه جي إنرجي» المستقلة لإنتاج الطاقة، التي تتخذ من دبلن في أيرلندا مقرًا لها. وستقام المحطة في مدينة غدامس، على بُعد ٦٥٠ كيلومترًا من العاصمة طرابلس، وستكون بقدرة ٢٠٠ ميجاوات.

وربما يكون من المهم الإشارة إلى أن ليبيا قد تخلفت كثيرًا في تطوير الطاقة المتجددة بسبب عدم الاستقرار السياسي، الذي أدى إلى عدم تمكن طرابلس من تنفيذ الخطة الاستراتيجية للطاقة المتجددة في ليبيا ٢٠١٣-٢٠٢٥، والتي وضعت في عام ٢٠١٢، وهدفت إلى تحقيق مساهمة بنسبة ٧٪ من الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة الكهربائية بحلول عام ٢٠٢٠، و١٠٪ بحلول عام ٢٠٢٥.

ويشار إلى أن ليبيا تقع في منطقة الحزام الشمسي التي تتمتع بشدة الإشعاع الشمسي وتُعدّ الأعلى عالميًا، إذ يُقدر متوسطه الكلي على الأفقي في ليبيا بنحو ٢٥٠٠ كيلووات/ساعة/متر مربع سنويًا. كما تتميز ليبيا أيضا بسطوع شمسي عالي لساعات طويلة تزيد على ٣ آلاف و٥٠٠ ساعة سنويًا، يكون أغلب التركيز عليها في مناطق الجنوب الشرقي والغربي من البلاد. وبالنسبة إلى طاقة الرياح فإن المواقع التي تتمتع بتيارات رياح تكون على طول الساحل الليبي من طبرق شرقًا إلى طرابلس غربًا.

ورغم وجود مشروع متعاقد عليه لإنشاء محطة رياح في مدينة درنة لإنتاج الكهرباء، فإن هذا المشروع لم يتم تنفيذه بعد رغم استيراد معداته بالفعل، نتيجة ضعف الاستقرار السياسي في البلاد. ورغم التحديات السياسية التي تواجهها الدولة الليبية فإن المؤسسة الوطنية للنفط تحاول أن تلعب دورًا مهما لحفز وتشجيع مشروعات الطاقة المتجددة في ليبيا. فعلى سبيل المثال، قامت المؤسسة بتجهيز معهد الطاقة في منطقة أجخرة بمعامل لتعزيز القدرات المحلية وتمكينها من الاضطلاع بهذه المشروعات. كما قامت المؤسسة أيضا بالتعاون مع شركة إيني الإيطالية بإجراء مسح مبدئي لمشروع الطاقة الشمسية في منطقة ربيانية. كذلك، نفذت المؤسسة أيضا أكبر مشروعات الطاقة المتجددة في ليبيا حتى كتابة هذه السطور، وهو مشروع تركيب ألواح الطاقة الشمسية في مدن الجبل الغربي لعدد مستشفيين عموميين. ومن ناحية أخرى، أشارت صحيفة إنرجي كابيتال آند باور إلى وجود ثلاثة مشروعات بارزة في ليبيا للحصول على كهرباء

من مصادر للطاقة المتجددة، وهي:

أ. مشروع محطة الطاقة المتجددة في بلدية بني وليد الواقعة شمال غرب ليبيا. ففي أغسطس ٢٠٢١، أعلنت هيئة الطاقة المتجددة عن خطة لبناء هذه المحطة، بقدرة إنتاجية تبلغ٥٠ ميجاوات، على مساحة تمتد لـ ٧٥هكتارًا. وسوف يتم ربط المشروع بشبكة الكهرباء المحلية لبلدية بني وليد، مع منحه إمكان التطوير والتوسع. ويهدف هذا المشروع إلى تطبيق التقنيات الحديثة على الصعيد المحلي، والتوسع في الشبكة العامة، وتعويض نقص الكهرباء، ومدّ الكهرباء للمنطقة وللشبكة بالكامل.

ب. مشروع محطة للطاقة الشمسية بقدرة ٦٢ كيلووات في مركز للطاقة الشمسية والبحوث في تاجوراء بالقرب من العاصمة الليبية طرابلس.

ويهدف المشروع لخفض العجز الحالي في توليد الكهرباء، المقدّر بـ ١٥٠٠ ميجاوات. وفي سبيل ذلك، من المقرر ربط المشروع بالشبكة الوطنية، لتغطية المنطقة الشمالية الغربية. وتقوم شركة «الهندسية» على بناء هذه المحطة، وهي شركة ليبية متخصصة في الخدمات الهندسية والكهروميكانيكية، بجانب تطوير وتنفيذ مشروعات الطاقة المتجددة.

جـ. مشروع محطة شمسية كهروضوئية بطاقة إنتاجية ١٠٠ ميجاوات، في منطقة الكفرة، جنوب شرق برقة. وسوف تُسهم هذه المحطة، التي تمتد على مساحة ٢٠٠ هكتار، في تأمين الشبكة الكهربائية التي كانت تتلقّى دعمًا من محطة للكهرباء الحرارية - خارج الخدمة حاليًا-، ما يعمل على تحقيق أمن الطاقة لسكان الكفرة.

تحديات مشروعات الطاقة المتجددة في دول المغرب العربي

رغم التطور الملموس لمشروعات الطاقة المتجددة في ليبيا وتونس والجزائر، فإن حدوث قفزات كبيرة في تنفيذ هذه المشروعات لن يكون بالأمر السهل، حيث تواجه هذه المشروعات تحديات وعقبات مالية ومؤسسية وهيكلية وفنية وسياسية منها:

١. التحديات المالية والاقتصادية

تتمثل هذه التحديات في ارتفاع التكلفة الرأسمالية لمشروعات الطاقة المتجددة مع غياب آليات التمويل، فضلا عن الاعتقاد الخاطئ بأن الاستثمار في مثل هذه المشروعات يمثل مخاطرة مالية مرتفعة رغم كونها طاقة تحافظ على البيئة. كما أن بعض البنوك ومصادر التمويل في ليبيا وتونس والجزائر ما زالت لا تشجع القروض والاستثمارات في مشروعات ناشئة، مثل مشروعات الطاقة المتجددة، مقارنة بمشروعات الطاقة التقليدية (البترول والغاز الطبيعي).

٢. التحديات المؤسسية والهيكلية

تتطلب مشروعات الطاقة المتجددة (خاصة في الطاقة الشمسية، أو طاقة الرياح، أو الوقود الحيوي) استخدام التقنيات المتقدمة في إنتاج الكهرباء، الأمر الذي يتطلب تضافر جهود عدد كبير من الشركاء، منهم شركاء التصنيع والمستخدمون والسلطات التشريعية والتنفيذية ذات الصلة (منها وزارات الكهرباء والطاقة والنقل والبيئة والمالية، والجهات التابعة لها كالجمارك والضرائب) ومؤسسات البحث العلمي والمواصفات والمقاييس. لذلك، فإن غياب تحديد الأدوار وخطط التنفيذ ووضع نظام إداري متكامل للتنسيق بين هذه الأطراف من أجل الوصول إلى إنتاج الكهرباء من مصادر متجددة، يمثل تحديًا ملموسًا في ليبيا وتونس والجزائر.

٣. التحديات الفنية والتقنية

تفتقر الكثير من الدول الإفريقية والعربية، إلى إجراءات نقل معرفة تصنيع معدات وتقنيات الطاقة المتجددة. ويعد غياب الجانب المعرفي والمعلوماتي ذي الصلة بتصنيع مكونات وأنظمة الطاقة المتجددة، من المعوقات الفنية التي تحول دون نشر تطبيقات الطاقة المتجددة في هذه الدول.

٤. التحديات المتعلقة بالوعي

إن ضعف الاهتمام باستخدام المصادر المتجددة لإنتاج الكهرباء، والفهم الخاطئ لطبيعة عمل وتطبيقات تكنولوجيا الطاقة المتجددة من جانب الأطراف المعنية والمجتمع بأسره تشكل عائقًا كبيرًا أمام الاعتماد على مشروعات الطاقة المتجددة في إنتاج الكهرباء. ويقوي هذا العائق الشعور العام لدى المؤسسات والأفراد بقلة جدوى المساعي المتعلقة بالبيئة من ناحية، وضعف جدوى استخدام نظم تعتمد على ظواهر طبيعية متغيرة (مثل الشمس والرياح) من ناحية أخرى. وهنا يبرز دور الإعلام والتوعية للدفع نحو تأهيل الأفراد والمجتمعات ككل نحو مفهوم صحيح لإنتاج الطاقة من مصادر نظيفة وصديقة للبيئة.

٥. التحديات الأمنية والسياسية

يشكل غياب الأمن والاستقرار وخاصة في ليبيا، عائقًا أمام تطور مشروعات الطاقة الجديدة، كما أن عدم استقرار أسعار البترول، وبالتالي انخفاض العوائد النفطية في المجمل بغض النظر عن متغير الحرب على أوكرانيا، يشكل أيضًا عائقًا أمام استكمال استراتيجية تطوير مشروعات الطاقة المتجددة في الآجال المحددة، خاصة في الجزائر وليبيا، لاعتماد هذين البلدين بشكل رئيس على العوائد النفطية في ذلك. ومن جهة أخرى، يتداخل التزام المانحين في دعم مشروعات الطاقة المتجددة في ليبيا وتونس والجزائر مع السياسات الخارجية لهذه الدول والتوترات الجيوسياسية. وبالتالي، يمكن أن تؤثر هذه الديناميكيات على تنفيذ هذه المشروعات إما عن طريق تسهيلها أو التدخل فيها.

مسارات إدارة المخاطر

إلى جانب ضرورة التغلب على التحديات سالفة الذكر، تتطلب البيئة المواتية لمشروعات الطاقة المتجددة في دول ليبيا وتونس والجزائر في المقام الأول إدارة المخاطر المقيدة لضخ الاستثمارات في هذه المشروعات. ويمكن إيجاز أهم هذه المخاطر في ثماني فئات، تتضمن:

١. **المخاطر المالية مثل:** فرص الوصول إلى رأس المال والتمويلات البنكية والضمانات.

٢. **مخاطر السوق مثل:** تكلفة وجودة المكونات والخدمات، والجمارك والضرائب وأسعار الخامات، والنزاعات التجارية أو إفلاس مشتري الطاقة وغيرها.

٣. **المخاطر الطبيعية مثل:** التغيرات الطبيعية في إتاحة وإمكانات طاقة الرياح والطاقة الشمسية وغيرها من المصادر الطبيعية وانخفاضها من فترة لأخرى عن المخطط.

٤. **المخاطر الجيوسياسية والتنظيمية مثل:** تغيير السياسات وتداخلات منظومة الدعم والقرارات والتدابير ذات الأثر الرجعي وغيرها من مربكات الاستثمار.

٥. **مخاطر جدوى الأعمال** بما في ذلك التقادم التكنولوجي للمعدات المختارة للمشروعات والمنافسة بين المصنعين أو الموردين وما إلى ذلك.

٦. **المخاطر البيئية مثل:** إمكانية الضرر على البيئة وإجراءات تجنبه أو معالجته -مثل الأثر على رحلات الطيور المهاجرة في مشروعات الرياح.

٧. **مخاطر البناء والاختبار مثل:** أضرار الممتلكات والمسؤوليات أمام أطراف خارجية.

٨. **مخاطر التشغيل مثل:** عدم توافر الموارد والأعطال وقطع الغيار وأعمال الصيانة غير المخطط لها.

وفي ضوء أن تكلفة الكهرباء المنتجة اعتمادًا على تقنيات الطاقات المتجددة شديدة الحساسية للمخاطر وشروط التمويل، من الضروري اعتماد السياسات والحوافز للتخفيف من هذه المخاطر التي يتعرض لها المستثمرون والمقرضون في مشروعات الطاقة المتجددة في ليبيا وتونس والجزائر. كما يجب النظر إلى المخاطر أيضًا بصورة تكاملية حيث لا تتعلق فقط بإنتاج الكهرباء، ولكن أيضًا بتوافر وسعة شبكات النقل ومدى قرب المناطق الغنية بالمصادر المتجددة من مراكز الأحمال. حيث قد نجد أن المساحات المتاحة للمشروعات في مناطق صحراوية بعيدة عن الشبكة، وبالتالي لابد من إدراج كلف توسعات الشبكة عند تخطيط مشروعات الطاقة المتجددة. كما يمتد الأمر أيضًا في أحيان كثيرة إلى شبكات التوزيع وبخاصة حين تستهدف الدولة إشراك المواطنين من خلال إقامتهم لوحدات إنتاج كهرباء صغيرة تلبي احتياجاتهم.

ومن المؤكد أن نجاح مشروعات الطاقة المتجددة في ليبيا وتونس والجزائر يتطلب مزيدًا من العمل على توفير بيئة العمل المواتية والتي يمكن تلخيصها في خمسة عشر شرطًا رئيسًا وهذه الشروط، إذا ما توافرت سوف تتمكن هذه الدول، على الأرجح- من النجاح في تنفيذ مستهدفاتها. إجمالًا يمكن القول إن مشروعات الطاقة المتجددة في دول ليبيا وتونس والجزائر شهدت تقدمًا كبيرا في السنوات الأخيرة، وأن أنظمة الطاقة في هذه الدول في سبيلها نحو أن تصبح أكثر استدامة ومرونة ورواجًا، ومع ذلك، توجد الكثير من التحديات والمخاطر أمام انتشار هذه المشروعات، التي ينبغي التغلب عليها من أجل أن تشهد هذه المشروعات قفزة كبيرة تتناسب مع الإمكانات الهائلة المتاحة في الدول الثلاث. ومما يدفع إلى التفاؤل في هذا السياق أن دول ليبيا وتونس والجزائر شهدت في السنوات العشر الأخيرة جهودًا يقظة من جانب دوائر الصناعة والحكومات ومؤسسات التمويل والجهات التنظيمية، مما ساهم في تداعي الكثير من هذه التحديات والمخاطر، الأمر الذي سوف يكفل في النهاية التوصّل في الدول الثلاث إلى قطاع للطاقة المستدامة على نحو آمن وموثوق وميسور التكاليف يوفِّر أموال المستهلكين.

جـ. حالة الطاقة في دول وسط إفريقيا:

السـودان

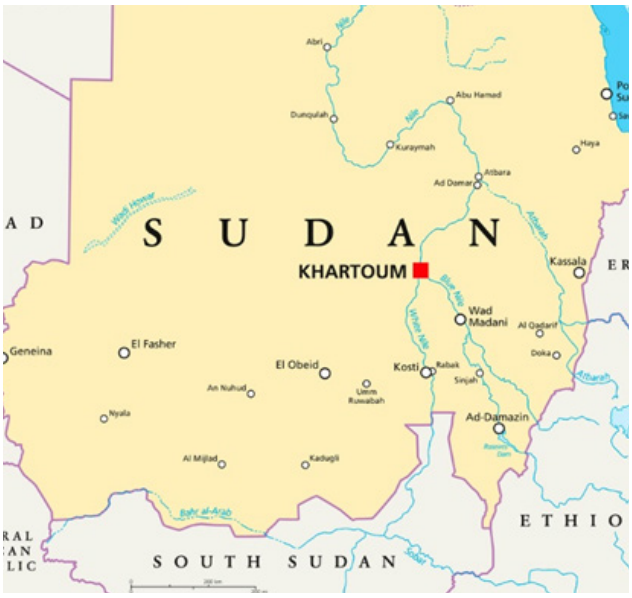
يقع السودان في وسط إفريقيا من جهة الشرق، ويطل على البحر الأحمر. وتتمثل مظاهر السطح في البلاد في وجود أراضٍ منبسطة، وجبال في الشرق والغرب، فضلًا عن نهر النيل الذي يخترقها من الجنوب إلى الشمال. و تبلغ مساحة السودان ١,٨٥٤ مليون كم٢، ويبلغ عدد سكانه نحو ٤٦ مليون نسمة.

يعتمد اقتصاد البلاد بوجه عام على النشاط الزراعي، فضلًا عن إنتاج وتصدير النفط خلال العقد الأول من الألفية. ويعد الاقتصادي السوداني عاشر أكبر اقتصاد في إفريقيا، بناتج محلي إجمالي يبلغ ٤١,٣٣ مليار دولار أمريكي.

الوضع الحالي لقطاع الطاقة

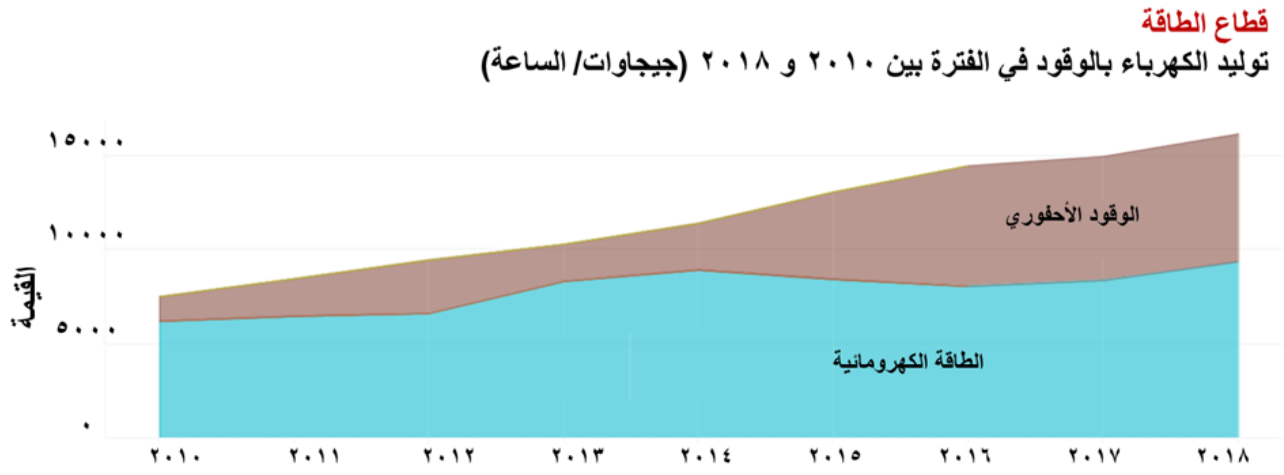
يتكون نظام الطاقة في السودان من الشبكة الوطنية، بالإضافة إلى مدن منعزلة خارج الشبكة. ومصدر الإمداد الرئيس بالبلاد هو مزيج من الطاقة المائية والطاقة الحرارية الجوفية. وتواجه البلاد تحديًا فيما يتعلق بانتظام تدفقات الوقود، وتقلب أسعار النفط، لا سيَّما وأن الإنتاج المحلي للنفط محدود ولا يفي باحتياجات البلاد.

وتبلغ نسبة التغطية الكهربائية على المستوى الوطني، من جميع المصادر، نحو ٤٦٪. ولكن، حتى المناطق المتصلة بشبكة الكهرباء الوطنية، تعاني من التخفيف المبرمج للأحمال، خاصةً في فصل الصيف، عندما تنخفض إمدادات الطاقة المائية إلى أدنى مستوياتها. كذلك تعاني البلدات



غير المتصلة بالشبكة في غرب البلاد من تكرار انقطاع التيار نتيجة عدم استقرار إمدادات النفط. ويبلغ عدد المنازل السودانية المتصلة كهربيًا بالشبكة الوطنية نحو ٢,٤٤ مليون منزل (بما يعادل ٣٢٪ من إجمالي المنازل)، إلى جانب ما يُقدر بنحو ٧٠,٠٠٠ منزل متصل بشبكات صغيرة منعزلة. هذا بالإضافة إلى ما يقدر بـ ٣٠٠ ألف منزل سوداني آخر (بما يعادل ٤٪) متصل بشبكات تولى إنشاءها مديرو المحليات. ولا يزال هناك ٥ ولايات سودانية (من بين الولايات الـ ١٨ بالبلاد) غير متصلة بالشبكة الوطنية، وتعتمد على أنظمة لا مركزية، وهي: شمال دارفور، وجنوب دارفور، وغرب دارفور، وشرق دارفور، ووسط دارفور. وتعتمد نحو ١٠٪ من المنازل السودانية على وصلات كهرباء بديلة، بغض النظر عن نوع الاتصال بمصادر الكهرباء.

شكل (٢٤) توليد الكهرباء بالوقود في الفترة بين (٢٠١٠ إلى ٢٠١٨)



Source: AFREC database

وتبلغ قدرة توليد الطاقة على المستوى الوطني نحو ٣,٥٨٠ ميجاوات، وتمثل الطاقة المائية النسبة الكبرى منها، مع عدم وجود أي توليد للطاقة عن طريق الرياح أو الشمس. وتشمل البنية التحتية للشبكة السودانية ٩٦٥ كم من خطوط النقل بجهد ٥٠٠ كيلو فولت، فضلًا عن ٥٩٨٤ كم من خطوط النقل بجهد ٢٢٠ كيلو فولت، و١٠٥٧ كم من خطوط النقل بجهد ١١٠ كيلو فولت.

وكانت قدرة التوليد الإجمالية، بما في ذلك من الشبكة الوطنية، والمحطات من خارج الشبكة، قد بلغت ٣,٨٠ ميجاوات في ٢٠٢٠، نحو ٥٣٪ منها ينتج من الطاقة المائية، ونحو ٤٧٪ تقريبًا من الطاقة الحرارية، إلى جانب ٧٥ ميجاوات من منتجي الطاقة المستقلين في دارفور، ومحطة عائمة مستأجرة في البحر الأحمر بقدرة ١٥٠ ميجاوات.

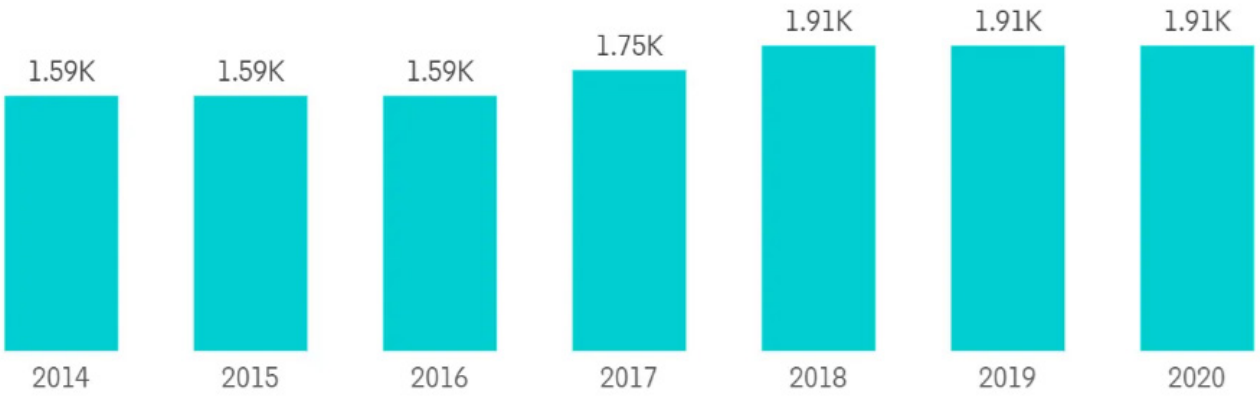
مصادر الطاقة المتجددة في السودان

يحظى السودان بعدد من مصادر الطاقة المتجددة غير المستغلة، فهو غني بالموارد الطبيعية ومصادر الطاقة، بما في ذلك الطاقة المائية والكتلة الحيوية، والطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، وكذلك موارد الطاقة الحرارية الجوفية، ويتمتع قطاع الطاقة المتجددة في السودان بوضع يسمح له بلعب دور كبير في مزيج الطاقة بالبلاد، خاصةً في ظل النمو السكاني المتسارع، والحاجة الملحة إلى مصادر الطاقة وأهميتها لتعزيز النمو الاقتصادي.

الطاقة المائية

تمثل الطاقة المائية نسبة هائلة من استهلاك الطاقة في السودان، ويُقدر إجمالي القدرة المائية في البلاد بنحو ٤,١٧٦ ميجاوات، ويتم توليد الكهرباء من خلال مجموعة من محطات التوليد المنتشرة على امتداد البلاد، من بينها مروي في الشمال، وعطبرة العليا، وسيتيت في الشرق، وسنَّار والروسيريس في الجنوب. هذا فضلًا عن الإمكانات الهائلة غير المستغلة لتوليد الطاقة المائية في شتى أنحاء البلاد. يبلغ إجمالي الطاقة المولدة من محطات الطاقة المائية القائمة بالفعل نحو ١,٩١٠٠ ميجاوات كما هو موضح في الشكل أدناه.

شكل (٢٥) قدرات الطاقة الكهرومائية المُثبتة بالميجاوات في السودان خلال الفترة (٢٠١٤-٢٠٢٠)



Source: IRENA Renewable Energy Statistics 2021

التوليد المائي محدود القدرة

هناك العديد من المواقع الصالحة لتوليد الطاقة المائية بقدرات صغيرة. ويشمل ذلك إمكانية التوليد من جبل مرة، وبعض القنوات المائية، مثل: مناجيل ورهاد، على سبيل المثال. وهناك، بالفعل، خطط للتوسع في توليد الطاقة المائية بحلول عام ٢٠٣٠.

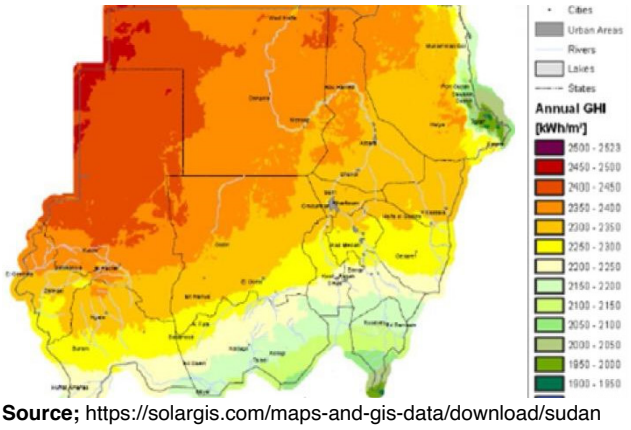
الكتلة الحيوية

يعتمد السكان المحليون، خاصةً في المناطق الريفية، حيث لا يوجد اتصال بالشبكة الوطنية، على الكتلة الحيوية التقليدية، مثل الحطب والفحم، بالإضافة إلى النفايات الزراعية وروث الماشية، لتلبية احتياجاتهم من الطاقة. كذلك تستخدم بعض الصناعات بدائل وقود الكتلة الحيوية، مثل: مخلفات قصب السكر الذي تستخدمه مصانع السكر كعنصر مشارك في توفير احتياجاتها من الطاقة. غير هذا وذاك، فإن الوقود الحيوي يحمل إمكانات هائلة لتوفير احتياجات الطاقة المنزلية.

الطاقة الشمسية

تتمتع البلاد، بفضل موقعها الجغرافي، بإمكانات هائلة لاستغلال الطاقة الشمسية، حيث يبلغ متوسط الإشماس في البلاد يوميًا نحو ٦,١ كيلو وات ساعة/م^{٢}، ويتجاوز المتوسط السنوي للإشعاع الشمسي ٢٠٠٠ كيلو وات ساعة/م^{٢}، وهو من بين أعلى المعدلات على مستوى العالم. ويشير ذلك إلى وجود إمكانات جيدة للاعتماد على الطاقة الشمسية في توليد الطاقة، فضلًا عن مختلف الاستخدامات المباشرة الأخرى، مثل: الإضاءة، وغيرها من الاستخدامات في مختلف المواقع الريفية وشبه الحضرية.

شكل (٢٦) إمكانات الطاقة الفولتاضوئية بالسودان

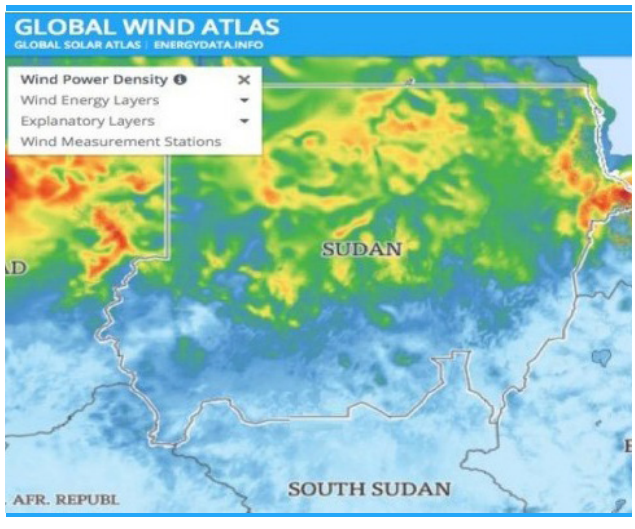


Source; https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/sudan

طاقة الرياح

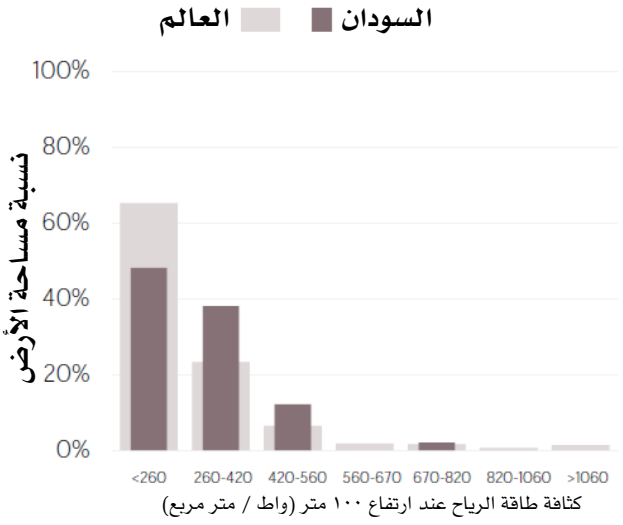
على الرغم من عدم اتساع نطاق استخدام طاقة الرياح، فإن البلاد لديها إمكانات جيدة قد تؤهلها لإمداد الريف باحتياجاته من الكهرباء. حيث يتراوح متوسط سرعة الرياح في جميع أنحاء البلاد بين ٥,١ و٧,١ م / ث، خاصة في المناطق الساحلية حيث تهب الرياح الشمالية الشرقية التجارية على البحر الأحمر في شمال السودان بسرعة تصل إلى ٦ م / ث. وهناك بالفعل استخدامات حالية لطاقة الرياح، تشمل: شحن الهواتف، وضخ المياه للاستخدام المنزلي، والري. وقد بدأت الحكومة السودانية، في عام ٢٠١٥، في مشروع مشترك مع برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، وهو مشروع طاقة الرياح، الذي يدعمه مرفق البيئة العالمي، ويهدف إلى التوسع في استخدام طاقة الرياح في السودان، من خلال النظر في المعوقات التقنية والتنظيمية، ودراسة الآثار البيئية، وتطوير إطار تنظيمي، وتوفير التمويل لأنشطة المشروع، ووضع أطلس لطاقة الرياح، بالإضافة إلى العديد من الأنشطة الأخرى.

شكل (٢٧) إمكانات طاقة الرياح في السودان

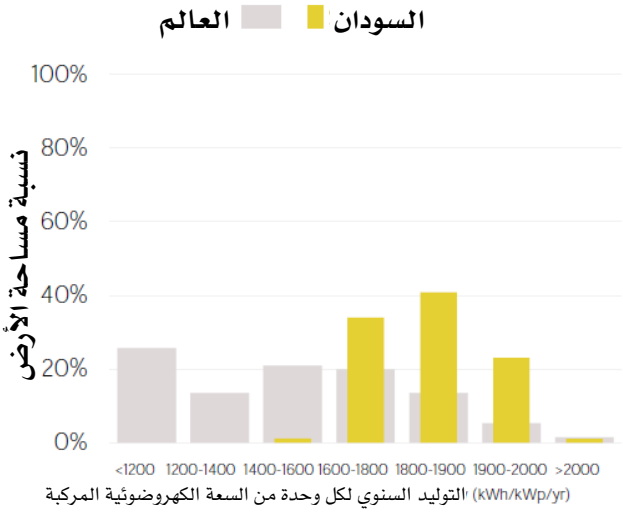


Source; https://globalwindatlas.info/en/area/Sudan

شكل (٢٨) إمكانات طاقة الرياح في السودان مقارنةً بالمتوسط العالمي



شكل (٢٩) إمكانات الطاقة الشمسية في السودان مقارنة بالمتوسط العالمي



الطاقة الحرارية الجوفية

وفقًا لخريطة الموارد الشمسية، تتركز الإمكانات الوفيرة في الجزء الشمالي والشمالي الشرقي من السودان (أعلى بكثير من ٢٠٠٠ كيلو وات ساعة/م٢). كذلك تقع المناطق التي تتمتع بإمكانات شمسية عالية، وإمدادات مياه، وتوافر شبكة كهربية في المنطقة الشمالية فقط (وادي حلفا على سبيل المثال). ولكن، نظرًا للتكلفة التي لا تزال مرتفعة للاستثمار في تكنولوجيا الطاقة الشمسية، فإن تلك التكنولوجيا قد

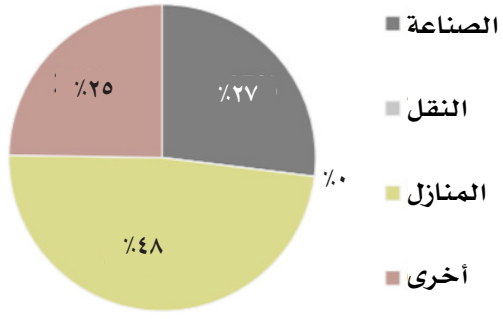
تصبح أكثر جاذبية على المدى الطويل، عندما يصبح دخول السوق محددًا بجُملة من المعايير.

وقد كشفت الدراسات عن وجود نحو ٤٠٠ ميجاوات من الطاقة الحرارية الجوفية المحتملة في السودان، في مناطق مختلفة في شتى أنحاء البلاد، مثل منطقة دارفور، وبركان جبل مرة، وتلال تاجبو وبيدوب. وعلى الرغم من عدم توليد الكهرباء حاليًا من مصادر طاقة حرارية جوفية، فإن الحكومة حريصة على إدراجها ضمن خططها المستقبلية المتعلقة بمزيج مصادر الطاقة.

نصيب المصادر المتجددة في إمدادات الكهرباء والطاقة

في عام ٢٠١٨، بلغت نسبة مساهمة مصادر الطاقة المتجددة في إجمالي إمدادات الطاقة الأولية نحو ٤٦٪، وذلك بسبب ارتفاع نصيب الطاقة المائية من مزيج مصادر الطاقة، في حين وفر النفط ٥٣٪، أما فيما يتعلق بأنماط الطلب والاستهلاك، فقد بلغ نصيب استهلاك الطاقة الحيوية نحو ٨٣٪ بما يقارب ١٥٨,٥٥٤ تيرا جول، تليها الكهرباء بنسبة تبلغ نحو ١٧٪ بما يقارب ٣١,٣٤٩ تيرا جول، أما قطاعات الاستهلاك الرئيسة فهي المنازل ٤٨٪، والصناعة ٢٧٪، والنقل ٢٥٪.

شكل (٣٠) إمدادات واستهلاك الطاقة المتجددة في السودان لعام ٢٠١٨

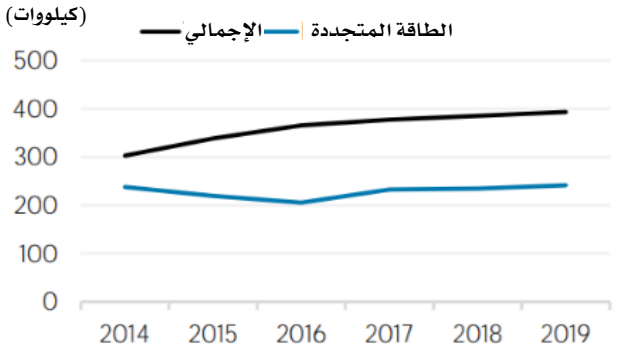


Source: IRENA

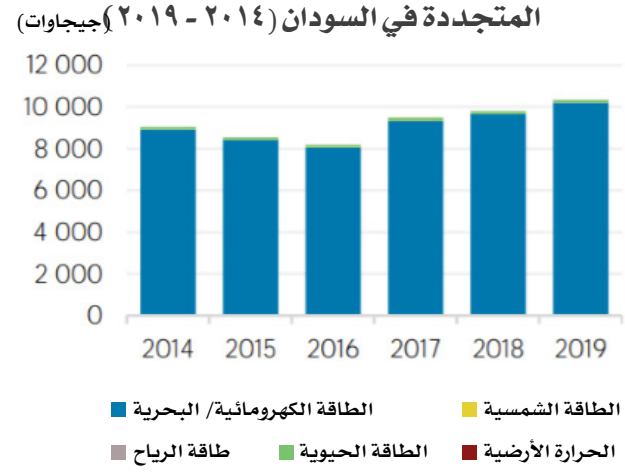
ارتفعت نسبة مساهمة مصادر الطاقة المتجددة في توليد الكهرباء سنة ٢٠٢٠ لتصل إلى نحو ٥١٪ (بما يقارب ٢١٢٤ ميجاوات) من إجمالي توليد الكهرباء. وقد مثلت الطاقة المائية ٩٠٪ منها، والطاقة الحيوية ٩٪، في حين بلغ نصيب الطاقة الشمسية ١٪ فقط.

وقد كان نصيب مصادر الطاقة المتجددة من إجمالي الطاقة والقدرة الكهربائية متذبذبًا بوجه عام خلال العقد الماضي، بيد أنه شهد تزايدًا مستمرًا خلال السنوات القليلة الماضية، خاصةً في ظل تقلبات أسعار النفط العالمية، واعتماد البلاد الشديد على الطاقة المائية للوفاء باحتياجاتها من الكهرباء.

شكل (٣١) نصيب الفرد من توليد الطاقة في السودان (٢٠١٤ - ٢٠١٩)



شكل (٣٢) نسبة الطاقة المتولدة من المصادر المتجددة في السودان (٢٠١٤ - ٢٠١٩)



إطار عمل قطاع الكهرباء السوداني

يتبع قطاع الكهرباء وزارة الطاقة والبترول، والتي تضع توجهات السياسات المتعلقة بالقطاع، مثل الخطط طويلة الأجل، والأسعار، وكذلك المخصصات المالية ومخصصات الميزانية، بالتعاون مع وزارة الموارد المائية والري والكهرباء. ويتكون قطاع الكهرباء، بشكل أساسي، من خمس شركات كهرباء:

- **الشركة السودانية القابضة للكهرباء:** تأسست عام ٢٠١٧، وتشرف على شركات الكهرباء الأربع المسؤولة عن توليد الكهرباء، ونقلها، وتوزيعها؛ حيث تهيمن وتراقب على إدارة شركات الكهرباء، ويناط بها سن قوانين الكهرباء، وميزانيات المشروعات، ودفع ثمن الوقود.

- **الشركة السودانية للتوليد الحراري:** مسؤولة عن إدارة وإنشاء محطات التوليد الحراري وتشغيلها، والإشراف على الاستثمارات الموجهة إلى الشركة السودانية القابضة للكهرباء.

- **الشركة السودانية للتوليد المائي والطاقة المتجددة:** مسؤولة عن تشغيل وصيانة كل محطات الطاقة المائية وغيرها من محطات الطاقة التي تستخدم مصادر متجددة.

- **الشركة السودانية لنقل الكهرباء:** تتولى مسؤولية تشغيل وصيانة وتوسيع شبكة نقل الكهرباء، والإشراف على إنشاء البنية التحتية لنقل الكهرباء. وتقوم الشركة بشراء الكهرباء المنتجة من محطات التوليد الحراري والمائي المتصلة بالشبكة، بوصفها، عمليًا المشتري الوحيد، ثم تبيعها إلى الشركة السودانية لتوزيع الكهرباء المحدودة.

- **الشركة السودانية لتوزيع الكهرباء المحدودة:** شركة التوزيع الوحيدة في السودان، وهي مسؤولة عن تشغيل شبكات وخطوط التوزيع وتوسيعها، بالتنسيق مع محليات الولايات؛ كما تدير، أيضًا بعض الأنظمة المنعزلة خارج الشبكة.

يتولى الجهاز الفني للتنظيم والرقابة - والذي أنشئ سنة ٢٠٠٠ تحت مظلة وزارة الموارد المائية والري والكهرباء - مسؤولية تنظيم قطاع الطاقة والكهرباء، لاسيما فيما يتعلق بوضع سياسات عمل قطاع الكهرباء، وإدارة تشغيل كل شركات الكهرباء، وتنظيم استثمارات وتمويل قطاع الكهرباء، وتحديد أسعار الكهرباء، وكذلك إصدار التراخيص، وضمان الجودة في كل العمليات المتعلقة بالكهرباء.

سياسات قطاع الطاقة

في عام ٢٠٠١، سنت الحكومة السودانية قانون الكهرباء ليهيمن على قطاع الكهرباء. وقد استهدف الإطار التشريعي للقانون الانفتاح على مشاركة القطاع الخاص في قطاع الطاقة، تحت مظلة الجهاز الفني للتنظيم والرقابة بوصفه الكيان المسؤول عن تنظيم القطاع. غير أن القانون كان عامًا في صياغته، ولم يوفر آلية مفصلة لانخراط القطاع الخاص في هذا النشاط؛ ومنذ ذلك الحين، ظلت الشركات الحكومية هي اللاعب الوحيد في قطاع الطاقة.

على أن الحكومة السودانية بدأت، مؤخرًا، في تحديث سياسات قطاع الكهرباء وإطاره التشريعي من أجل جذب المزيد من الاستثمارات الأجنبية إلى القطاع. وفي هذا الإطار، عكست مسودة قانون الكهرباء لسنة ٢٠٢٠ السياق الحالي للقطاع وطرحت إدماج الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة، وأضفت وضوحًا أكبر على دور الهيئة المنظمة

في تحديد الأسعار. كذلك أتاحت المسودة الفرصة لمشاركة الاستثمارات الخاصة في الشبكات المنعزلة، وأوضحت أن الشركة السودانية للكهرباء القابضة هي الجهة المنوط بها استغلال اتفاقيات شراء الطاقة. فضلًا عن ذلك، ففيما يتعلق بالقوانين والضوابط المنظمة لقطاع الطاقة، فقد سنت الحكومة السودانية سنة ٢٠٢١ قانون الاستثمار، الذي منح بعض الحوافز للقطاعات ذات الأولوية التنموية في السودان. ثم قامت الحكومة، بعد ذلك، وفي مايو ٢٠٢١ بوضع اللمسات الأخيرة على قانون الشراكة بين القطاعين العام والخاص؛ بهدف زيادة مشاركة القطاع الخاص في تطوير البنية التحتية، بما في ذلك ما يخص قطاع الكهرباء منها. وقد نص القانون على إنشاء لجنة عليا للشراكة بين القطاعين العام والخاص ووحدة مخصصة لتلك الشراكة في وزارة المالية والتخطيط الاقتصادي.

في الوقت الراهن، وإلى حين الانتهاء من اعتماد مسودات القوانين والتنظيمات، تشمل السياسات والقوانين الحالية للقطاع ما يلي:

- استراتيجية قطاع الكهرباء ٢٠٢٠-٢٠٣٥.
- الخطة الرئيسة للطاقة المتجددة ٢٠١٩-٢٠٣٣.
- قانون قطاع الكهرباء لعام ٢٠٠١.

استراتيجيات مواجهة التغير المناخي في السودان

يعتزم السودان تنفيذ تدخلات لخفض الانبعاثات الكربونية في ثلاثة قطاعات، وهي: الطاقة، والغابات، والنفايات، بما يتسق مع أولويات وأهداف وظروف التنمية على المستوى الوطني. كذلك، ففي إطار جهود البلاد لتثبيت مستويات تركيز غازات الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي عند مستوى يكفل تحاشي التدخل البشري الخطر في النظام المناخي، قدمت السودان مساهمتها المعتزمة المحددة وطنياً بما يتماشى مع مخرجات مؤتمر الأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ.

فيما يتعلق بقطاع الطاقة، تخطط الدولة لدمج الطاقة المتجددة في نظام الطاقة لتحقيق الهدف الذي أعلنته وهو الوصول بنسبة مساهمة الطاقة المتجددة إلى ٢٠٪ بحلول عام ٢٠٣٠. وسيشمل ذلك إدماج مصادر متجددة مختلفة على النحو التالي:

- **طاقة الرياح:** ١٠٠٠ ميجا وات، قدرة متصلة بالشبكة.
- **الطاقة الشمسية، خلايا ضوئية:** ١٠٠٠ ميجا وات متصلة وغير متصلة بالشبكة.
- **الطاقة الشمسية، تركيز الطاقة الشمسية:** ١٠٠ ميجاوات متصلة بالشبكة.
- **تحويل النفايات إلى طاقة:** ٨٠ ميجا وات متصلة بالشبكة.
- **إمكانات الكتلة الحيوية:** ٨٠ ميجا وات متصلة بالشبكة (مثل صناعة السكر).
- **الطاقة الحرارية الجوفية:** ٣٠٠ ميجا وات مواقع موزعة.
- **الطاقة المائية الصغيرة:** ٥٠ ميجا وات متصلة بشبكة (مثل ري المشروعات الزراعية).
- **أنظمة الطاقة الشمسية المنزلية:** بما يعادل ١,١مليون وحدة طاقة شمسية منزلية «Solar Home Systems (SHS)» (مثل مشروعات توصيل الكهرباء للريف).

تمويل استثمارات الطاقة المتجددة في السودان

ليست هناك استثمارات كثيرة في قطاع الطاقة المتجددة في الوقت الحالي. فرغم ثراء البلاد بإمكانات هذا النوع من الطاقة، فإن الكثير من المعوقات تحول دون توسيع هذا القطاع وبالتالي، فإن ما تم توصيله من قدرات تعمل بمصادر الطاقة المتجددة، ما زال محدودًا.

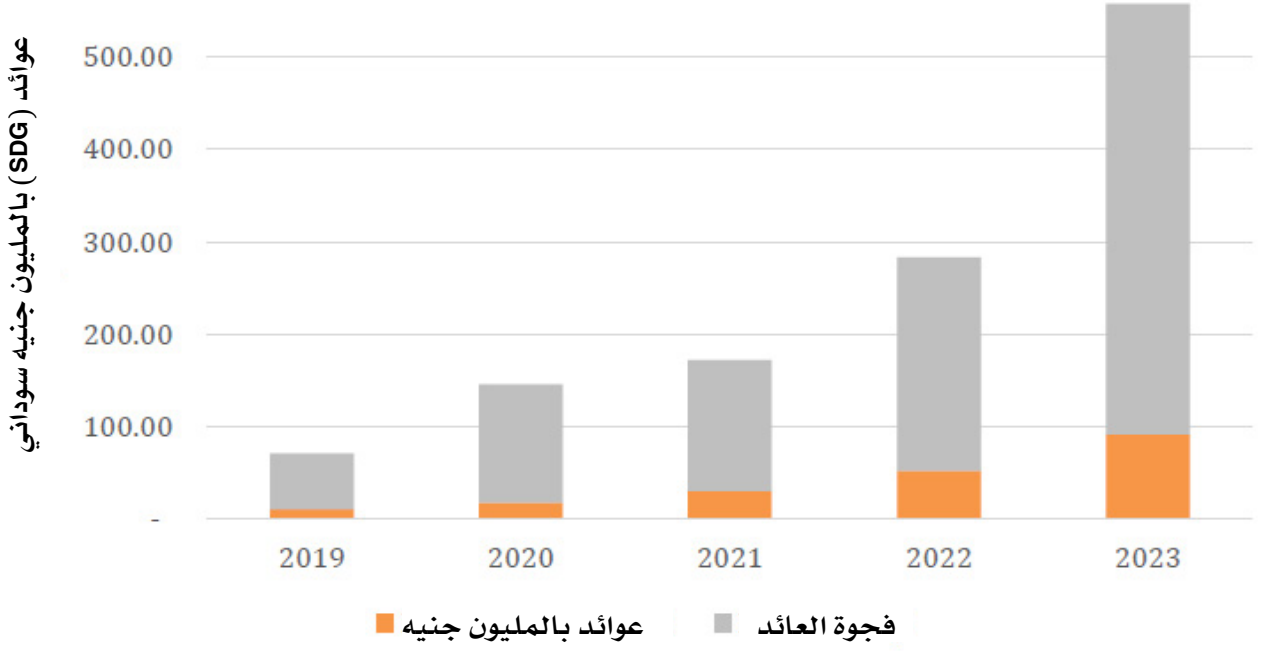
فيما يتعلق بالسياسات والإطار القانوني لقطاع الطاقة، فقد كان القطاع، بوجه عام، منفتحًا على الاستثمارات ومشاركة القطاع الخاص في مجالات التوليد والنقل والتوزيع. وذلك رغم عدم وجود لوائح واضحة أو وضع أدوات وآليات خاصة لتوفير إجراءات مفصلة حول كيفية مشاركة القطاع الخاص في قطاع الكهرباء.

ونتيجة لذلك، فإن نشاط توليد الكهرباء في السودان مملوك في معظمه للقطاع العام، مما يشي باحتكار الحكومة للقطاع. والأمر نفسه ينطبق على توزيع الطاقة في السودان، حيث إن سوقه محدودة ويقود معظم نشاطها وتشغيلها المرفق العام. وتشمل المعوقات الأساسية أمام الاستثمار:

- ❖ عدم استقرار سعر صرف العملة وارتفاع معدلات التضخم.
- ❖ محدودية أدوات السياسات القادرة على تحفيز الاستثمارات في قطاع الطاقة المتجددة.
- ❖ عدم وجود تعريفات للإمداد بالطاقة ولا سياسات قياس الصافي.
- ❖ عدم وجود تقنين للشبكة أو مواصفات فنية لأنظمة الطاقة المتجددة.
- ❖ تشكل الرسوم الجمركية والضرائب على معدات الطاقة المتجددة عبئًا على المستثمرين.
- ❖ محدودية النفاذ إلى التمويل الدولي.

وبالتالي، فسوف تعرقل الاستثمارات في قطاع الطاقة فجوةُ العائد التي تثبط المستثمرين عن تمويل مشروعات الطاقة المتجددة.

شكل (٣٣) فجوة العائد في قطاع الطاقة بالسودان



المصدر: مجموعه البنك الدولي

التحديات أمام تعزيز قطاع الطاقة المتجددة في السودان

يتطلب تعزيز استخدامات الطاقة المتجددة استثمارات ضخمة، بالإضافة إلى خلق بيئة جاذبة للاستثمار في البلاد، فضلاً عن متطلبات أخرى (سياسية، وتشريعية، واقتصادية، وتجارية). وتواجه البلاد عددًا من التحديات التي تؤثر سلبًا على تعزيز استخدامات الطاقة المتجددة، وتشمل:

- معوقات سياسية

تمر البلاد، منذ فترة، باضطرابات سياسية. وقد زادت حدة الوضع بعد الثورة التي أثرت بشدة على جهود إرساء وإصلاح قطاع الطاقة، بما في ذلك المصادر المتجددة. هذا فضلاً عن أن بعض المناطق في البلاد، ما زالت تعاني من الاضطرابات المدنية ووجود جماعات مسلحة منفصلة. وفيما يتعلق بمؤشرات الشفافية الدولية، يحتل السودان المرتبة ١٦٤ من بين ١٨٠ دولة في مؤشر مدركات الفساد بدرجة ٢٠/١٠٠ في عام ٢٠٢١.

- معوقات قانونية وتنظيمية

هناك حاجة إلى وضع عدد من القوانين والتشريعات والتنظيمات لخلق الإطار اللازم للاستثمار في قطاع الطاقة، وبوجه خاص، قطاع الطاقة المتجددة. وقد تم مؤخرًا وضع وتعديل العديد من مقترحات القوانين، بما في ذلك قانون قطاع الكهرباء الجديد، واستراتيجية قطاع الكهرباء، والخطة الرئيسة. بيد أن هناك العديد من القوانين والتشريعات المهمة التي يجب اعتمادها والتصديق عليها لتيسير التقدم في قطاع الطاقة المتجددة، خاصة الحزم الضرورية اللازمة للتعاقد (قطاع المرافق على سبيل المثال).

- معوقات مالية

تعاني البلاد من انخفاض حاد في قيمة عملتها بسبب نقص النقد الأجنبي فضلاً عن الاضطرابات المدنية والسياسية. وقد كشف تحليل القدرة على تحمل الديون، الذي يجريه صندوق النقد الدولي، عن أن وضع الديون في السودان حرج. وكان السودان قد أحرز تقدمًا في إبرام اتفاق مع المجتمع الدولي والمؤسسة المالية الدولية لإعفائه من الديون، ولكن تلك العملية توقفت وتم تعليقها بسبب الانقلاب العسكري الذي شهدته البلاد. هذا فضلاً عن أن التصنيف الائتماني الذي أصدرته مؤشرات دولية مثل «Dagongn and Wikirating» عن السودان، أثر سلبًا على قدرة الحكومة على تأمين مشروعات شراكة ضخمة في مجال الطاقة بين القطاعين العام والخاص، لعدم كفاية الضمان الحكومي وحده، إذ سيحتاج الأمر في الغالب إلى ضمانات تكميلية، مثل ضمانات المخاطر الجزئية.

- معوقات فنية

قدرات شبكة الكهرباء السودانية محدودة، حيث إن توزيع الشبكة لا يغطي سوى مناطق محدودة في البلاد، وبالتالي فإن توسيع الشبكة وصيانتها يحتاج إلى بنية تحتية ضخمة إذا ما أريد توسيع الشبكة وصيانتها.

إجمالًا السودان بلد غني بالموارد وبإمكانات هائلة من مصادر الطاقة المتجددة، بما في ذلك طاقة الرياح، والطاقة الشمسية، والطاقة الحرارية الجوفية، والطاقة المائية الصغيرة، والكتلة الحيوية، والغاز الحيوي، والنفايات. ورغم نجاح الدولة في استغلال الطاقة المائية على نطاق واسع، فإن مصادر الطاقة المتجددة الأخرى لم تستغل تمامًا بعد، ربما باستثناء طاقة الرياح والطاقة الشمسية اللتين شهدت تكنولوجياتهما تطورًا ملحوظًا بفضل الانخفاض الكبير في تكاليف تلك التكنولوجيات، وتقلبات أسعار النفط.

وتتمتع البلاد بالموارد المنتشرة في جميع أرجائها مما يتيح تنويع مجموعة الطاقة وتوسيع شبكة الكهرباء وتطوير إمكانات التوليد الموزع، من أجل تحسين معدلات نفاذ البلاد إلى الطاقة. هذا فضلاً عن أن استغلال مصادر الطاقة المتجددة في البلاد سيساعدها على تحقيق أهداف التنمية المستدامة التي وضعتها، كما يخدم الأهداف البيئية، مثل الحد من الغازات الدفيئة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

على أن تحقيق هذه الأهداف يتطلب تحقيق استقرار سياسي يدعم قدرات الحكومة التنفيذية لتحقيق مستهدفاتها المعلنة لزيادة نسبة الطاقة المولدة من مصادر متجددة (بخلاف الطاقة المائية) لتصل إلى ٢٠٪ من إجمالي السعة الموصلة بالشبكة بحلول عام ٢٠٣٠. وهو أمر يتطلب استثمارات داعمة على المستويين الإقليمي والدولي.

د. حالة الطاقة في إقليم غرب إفريقيا:

إن حجـم التوليـد فـي جمهوريـة مالـي مثـلاً هـو بمجمـوع تراكمـي يسـاوي ١ تيـراوات (أي ١٠٠٠جيجـاوات) سـنوياً، وهـو مـا يـوازي (١١٤) ميجـا وات / سـاعة. وفـي نفـس الوقـت نلاحـظ أن السـعة الاسـمية للطاقـة الكهرومائيـة هـي (٢٢٠) ميجـا وات، وذلـك يدلـل أن كفـاءة التشـغيل هـي نحـو ٥٢٪ فقـط.

شكل (٣٤) دول الساحل الخمس

ومن الخريطة نلاحظ أن السمات المشتركة لهذه الدول الخمس يمكن أن تتلخص فيما يلي:

- تشكل بمجموعها ما يسمى بدول الساحل لو أضفنا لها بوركينا فاسو، بالإضافة إلى دولة غانا، التي تقع في الجنوب من دولة مالي، وهي إحدى دول الصحراء المشمولة بالدراسة.
- تقع في معظمها ضمن ما يعرف بالصحراء الكبرى أو تخومها الجنوبية.
- دول فقيرة وبإجمالي ناتج قومي متدنٍ ومعدلات نمو منخفضة.
- موريتانيا تقع ضمن التجمع الطاقوي لشمال إفريقيا NAPP أو في بعض المصادر (المغاربي) COMELEC.
- تشاد تقع ضمن التجمع الطاقوي لوسط إفريقيا CAPP.
- الدول الثلاث الباقية (مالي، النيجر، غانا) فهي تقع ضمن التجمع الطاقوي لغرب إفريقيا WAPP.
- دول داخلية عدا موريتانيا بساحل طوله ٧٠٠ كم يطل على المحيط الأطلسي، وغانا ٥٣٩ كم.
- تقع المنطقة شمال خط الاستواء، حيث تندر الأمطار وترتفع درجة الحرارة، والمناخ عموماً صحراوي حار وجاف في معظم شهور السنة. مع زيادة في ارتفاع درجة الحرارة في فصل الصيف لتصل أكثر من ٤٢ درجة مئوية.

- تمتلك موارد طبيعية متنوعة ومع ذلك فهي مكبلة بالديون والتنمية فيها ضعيفة.

- تمتلك مستقبلًا واعدًا للتنمية لوجود الكثير من الموارد والخامات الجاهزة للاستثمار، بشرط أن يترافق ذلك مع رؤية واضحة وتخطيط سليم، وعزم حقيقي لتنفيذ البرامج التنموية المستهدفة ما سيسهم بالتأكيد في تطورها وتقدمها.

- مترامية الأطراف ومساحة أي منها أكبر من مساحة مصر على سبيل المقارنة فقط. مع كثافة سكانية قليلة.

- الزيادة السنوية السريعة في عدد السكان تفوق معدلات التنمية الفعلية في مجالات أخرى مهمة مثل: الصحة، التعليم، الزراعة، الصناعة، التنمية الإدارية، والخدمات.

- تواجه المزيد من التحديات الأمنية والاستهداف من قبل الإرهاب الدولي العابر للحدود.

- من ناحية الربط الطاقوي تتوزع هذه الدول الخمس على ثلاث تجمعات طاقوية.

كل هذه النقاط ترسم لنا ملامح واقعية، وتكشف لنا الصعوبات المحتملة في وضع تخطيط حقيقي وفعال، ومن ثم كيفية إيجاد التمويل اللازم للبدء بتنمية واعدة لهذه البلدان. وفي مقدمة هذه الصعوبات إمكانية زيادة إنتاجها من الطاقة الكهربائية وذلك بالاعتماد على استخدام تقنيات جديدة ومتطورة لتوليد الكهرباء من المصادر المتجددة للطاقة. وإيصال الكهرباء إلى أكبر عدد من مواطنيها، والذي يعني حتماً، بناء بنية تحتية مناسبة لنقل وتوزيع تساعد في وصول الطاقة الكهربائية إلى تجمعات سكانية قليلة ومتناثرة على رقعة جغرافية كبيرة، في غياب شبه كامل للبنى التحتية للطرق والمواصلات.

إن هذا الواقع يزيد بشكل حاد من التحديات التنموية ويحد كثيرًا من إمكانية إيجاد وسائل مبتكرة وفعالة للتعامل مع خصوصية الواقع الإفريقي بكل تحدياته الجغرافية والمناخية، إضافة لتعقيدات إرثه الاجتماعي الإثني ومصالح الدول الاستعمارية القديمة فيه وفي موارده ومقدراته وتدخلها المستمر في خياراته السياسية والحضارية. وهو ما يتضح من بعض البيانات المنشورة في تقارير البنك الدولي المسماة (RISE) والتي تعتمد الركائز الأساسية للاستدامة والمؤشرات المصاحبة لها.

ولغرض رسم إطار عام لبيانات دول الساحل الخمس، يمكن تلخيص هذه الركائز والمؤشرات الخاصة بها، بالجدول التالي:

الجدول (٣١) - بيانات عن خمس من دول الساحل المشمولة

م	الدولة	تعداد السكان	التجمع الطاقي	الدخل السنوي للفرد $	الوصول للكهرباء ٪	الطبخ النظيف ٪	الطاقات المتجددة ٪	كفاءة الطاقة ٪	الطاقة المتجددة للفرد/بالوات
١	موريتانيا	٤,٤٠٠,٠٠٠	شمال إفريقيا	١,٢٠٠	٤٦	٤٣	٢٥	٣١	٢٦,٩
٢	النيجر	٢٢,٤٤٠,٠٠٠	غرب إفريقيا	٣٩٠	٦٤	٦٣	٤٩	٢٦	٥١
٣	مالي	١٩,٠٨٠,٠٠٠	غرب إفريقيا	٧٩٠	١٩	٢	٧٨	٢٣	١,٢
٤	تشاد	١٥,٤٨٠,٠٠٠	وسط إفريقيا	٨٨٠	٨	٤	٨٥	٣,٥	٠,١
٥	غانا	٢٩,٧٧٠,٠٠٠	غرب إفريقيا	٢٢٠٠	٨٤	٢٣	٤٢	٣,٣	٥٤,٤

Source: Collective generation potentials (MW) from the screened zones, IRENA, 2021.

ومن الجدول أعلاه نلاحظ أن مستوى الدخل بشكل عام يعد منخفضًا، كما أن المؤشر العام للاستدامة متدنٍ بشكل واضح. علمًا بأنه حتى عام ٢٠٣٠ فإن أقل بلدين في العالم في مؤشر الوصول إلى الكهرباء وبمعدل لا يزيد عن ١٠٪، من المتوقع أن يكونا بلدين إفريقيين قريبين من بعضهما ويقع أحدهما في غرب إفريقيا، والبلدان هما تشاد وجنوب السودان. وهذا الاستهلاك المنخفض نسبيا، جزئيا، ناتج عن محدودية نطاق طاقة الشبكة المركزية في المناطق الريفية وانعدام موثوقية وقلة كفاءة طاقة الشبكة المركزية في المناطق الحضرية.

وبنظرة شاملة وسريعة فإن الحل الأمثل لهذا الوضع يمكن أن يكمن في تأجيل التوسع في التوليد المركزي أو زيادة شبكات التوزيع والنقل، والوقود الأحفوري كالغاز، والمنتجات البترولية، والفحم. بسبب تكلفتها العالية والتحديات اللوجستية المرافقة لها. واللجوء بدلاً من ذلك إلى التوسع في إنشاء الشبكات الصغيرة للتوليد والتوزيع، والمقصود هنا طبعا هو توليد الكهرباء بمنظومات يتم تشغيلها بواسطة مصادر طاقة متجددة مثل منظومات الطاقة الشمسية الضوئية أو الحرارية، والغاز الحيوي المستخرج من النفايات البلدية أو من المخلفات الزراعية، والطاقة المائية (الهيدروليكية) الصغيرة (mini)، والدقيقة (micro)، وطاقة الرياح، وكل ما يمكن أن يساعد على توليد الطاقة بأقل كلفة وبوسائل ميسرة وخامات متوافرة قدر الإمكان لغرض تصنيعها وإنتاجها محلياً.

❖ الطاقة المتجددة في غانا

تمثل دولة غانا التي تقع في غرب القارة نموذجًا جيدًا للدول الإفريقية في كيفية تحديد أولوياتها في مجال التنمية، فرغم وجود مصادر الوقود الأحفوري بشكل كافٍ لتوليد احتياجاتها من الطاقة الكهربائية، فإنها تعزز بشكل واضح استغلال موارد الطاقة المتجددة الغنية في البلاد وتطويرها، من أجل النمو الاقتصادي المستدام، وتحسين الوضع الاجتماعي، وتقليل الآثار الضارة لتغير المناخ.

وخلال الأشهر الثلاثة الأولى من عام ٢٠٢٢ حصلت غانا على قرض من بنك التنمية الإفريقي «AFDB» بقيمة ٢٧,٣٩ مليون دولار، لدعم تطوير شبكة القياس الصغرى للطاقة الشمسية الكهروضوئية (micro-solar PV) في البلاد. كما حصلت على تمويل مشترك من برنامج توسيع نطاق الطاقة المتجددة، ونافذة تمويل صناديق الاستثمار في المناخ، وأمانة الدولة السويسرية للشؤون الاقتصادية، بقيمة ٢٨,٤٩ مليون دولار، و١٣,٣٠ مليون دولار على التوالي. وهذا المشروع سيعمل على توفير الطاقة الشمسية في ٤٠٠ مدرسة، إلى جانب ٢٠٠ نظام شمسي في مراكز صحية، و١٠٠ في مراكز خدمة الطاقة المجتمعية بمنطقة بحيرة فولتا.

بالإضافة إلى ذلك، سيتم نشر نحو ١٢ ألف وحدة من أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية الصافية وتثبيتها على الأسطح للمؤسسات العامة والشركات الصغيرة والمتوسطة والأسر المختارة.

ومن المتوقع أن يكون لشبكة غانا الصغيرة وشبكة القياس الكهروضوئي للطاقة الشمسية إنتاج سنوي للكهرباء من الطاقة المتجددة يُقدّر بحدود ١١١ ألف ميجا وات/ساعة، وهو ما يقابل قدرة مركبة تبلغ ٦٧,٥ ميجا وات. وسيقلّل المشروع من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بمقدار ما يقرب من ٨٠٠ ألف طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنويًا، ويسهم في خلق ٢٨٦٥ وظيفة في مرحلة البناء، يخصص ٣٠٪ منها للمرأة والشباب. هذا المشروع مثال جيد على قدرة الاستفادة من التمويل من صناديق الاستثمار في المناخ والشركاء المانحين، من خلال دعم كهرباء ١٥٪ المتبقية في غانا والموجودة في مجتمعات الجزر. في بحيرة فولتا الاصطناعية.

وبشكل عام تستهدف غانا رفع مساهمة الطاقة المتجددة بمزيج إنتاج الكهرباء في البلاد بنسبة ١٠٪ بحلول عام ٢٠٣٠، من خلال التوسع في مشروعات الرياح والطاقة الشمسية.

في الوقت الحالي، يجري توليد نحو ٧٠٪ من الكهرباء في غانا، والبالغة (٥,٣٢١) ميجا وات من محطة حرارية تستخدم الغاز الطبيعي وقودًا أساسيًا لها، ومن المتوقع أن تزداد هذه النسبة لتلبية الطلب المتزايد على الكهرباء بما يتناسب مع الطلب على الطاقة والنمو الاقتصادي الوطني. كما أنشأت الحكومة شركة غانا بتروليوم هاب للتنمية لتطوير صناعة الكيماويات النفطية لتوفير المواد اللازمة لتصنيع الألواح الشمسية وشفرات توربينات الرياح وخلايا البطاريات، الأمر الذي يسهم في تحقيق خطّتها للحياد الكربوني دون التأثير في مزايا الصناعة النفطية. كما تعمل حكومة غانا على تطوير واستخدام مصادر الطاقة النظيفة مثل الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، والطاقة النووية.

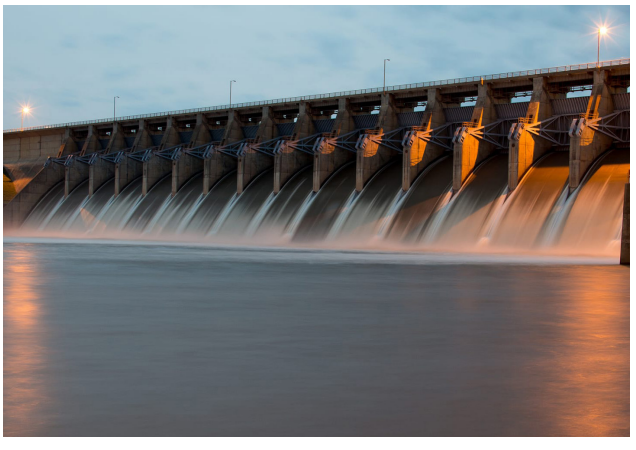
ويبلغ إجمالي الطاقة الإنتاجية لمزيج الطاقة المتجددة في غانا ١٠٠ميجا وات، وهو ما يمثّل ٢,٤٪ من مزيج الكهرباء في البلاد. كما وقّعت شركة صينية اتفاقية تعاون مع شركة «مينرجي» المتخصصة في مشروعات الطاقة المتجددة بغرب إفريقيا، لبناء محطة في غانا لتوليد الكهرباء بطاقة شمسية بقدرة ١ جيجا وات، مع نظام تخزين طاقة بسعة (٥٠٠) ميجا وات/ساعة.

الطاقة الكهرومائية

غانا لديها موارد مائية سخية ولديها القدرة على توفير ٢,٤٢٠ ميجاوات من الطاقة الكهرومائية. وتشمل السدود الحالية محطة أكوسومبو بقدرة ٩١٢ ميجاوات، ومحطة كبونغ (١٤٠ ميجاوات) وبوي (٤٠٠ ميجاوات) على نهر فولتا. وتستكشف غانا الفرص المتاحة لمصادر الطاقة البديلة لأن اعتمادها على الطاقة الكهرومائية يجعلها معرضة بشكل خاص لآثار تغير المناخ.

تضاعف إجمالي توليد الكهرباء تقريبا من ١٠,١٦٦ جيجاوات ساعة في عام ٢٠١٠ إلى ٢٠,١٧٠ جيجاوات ساعة في عام ٢٠٢٠، وهو ما يمثل متوسط معدل نمو سنوي قدره ٧,١٪. وفي عام ٢٠٢٠، بلغ إجمالي الكهرباء المولدة ٧,٢٩٣ جيجاوات ساعة من التوليد المائي، و١٢,٨٢٠ جيجاوات ساعة من التوليد الحراري، و٥٧ جيجاوات ساعة من مصادر متجددة، أي ما مجموعه ٢٠,١٧٠ جيجاوات ساعة.

وفي ضوء ما سبق، يتضح أن وضع الطاقة المتجددة في منطقة غرب إفريقيا لا سيما غانا، يتطلب بذل مزيد من الجهود لزيادة مزيج الطاقة المتجددة، واستغلال ما تتمتع به هذه الدول من إمكانات ومصادر للطاقة المتجددة، بما يكفل تقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري.



هـ. حالة الطاقة المتجددة في دول الجنوب الإفريقي

تخصص إفريقيا ١٪ من حجم استثماراتها الكلية للطاقة المتجددة. وعلى الرغم من مواردها الطبيعية الضخمة، تواجه قارة إفريقيا عراقيل جادة تقف في وجه تحقيق تنمية الطاقة على المدى البعيد. إفريقيا الجنوبية هي الجزء الذي يقع في أقصى جنوب قارة إفريقيا، ويشمل بلدان: جنوب إفريقيا، وزامبيا، وموزمبيق، ومالاوي، وليسوتو، وسوزالاند، وبوتسوانا، وانجولا وناميبيا.

ووفقا للمجلس العالمي لطاقة الرياح؛ فإن قطاع جنوب إفريقيا قد صار فاعلًا مهمًا في الاتجاه الدولي نحو تنمية مصادر الطاقة المتجددة، وتعزيز كفاءة الطاقة.

❖ حالة الطاقة المتجددة في زامبيا

تقع زامبيا في قلب مجموعة التنمية لإفريقيا الجنوبية (SADC)، فهي تشترك في حدودها مع سبعة بلدان أخرى، وبالتحديد أنجولا، وجمهورية الكونغو الديمقراطية، ومالاوي، وموزمبيق، وزيمبابوي، وبوتسوانا، وناميبيا. وتبلغ مساحتها ٧٥٢٦٨١ كيلو مترًا مربعًا.

وكما هو حال دول جنوب إفريقيا الأخرى، فقد اعتمد قطاع الطاقة في زامبيا لزمن طويل على توليد الكهرباء من الطاقة المائية؛ بالنظر لما تمتلكه البلاد من وفرة في الموارد المائية اللازمة لتوليد الكهرباء. وتقدر موارد المياه في البلاد بنحو ٤٠٪ من الموارد المائية في إقليم جنوب إفريقيا بأكملها.

وقد بلغ إجمالي مزيج الطاقة المتولدة في زامبيا من مصادر الطاقة المتجددة وغير المتجددة عام ٢٠٢٠ نحو ٣٠٦٦ ميجاوات، منها ٥٢٥ ميجا وات من مصادر الطاقة غير المتجددة بنسبة ١٧٪،

مقابل ٨٣٪ من مصادر الطاقة المتجددة بإجمالي إنتاج يقدر بنحو ٢٥٤١ ميجا وات، موزعة كالتالي:

جدول (٣٢) مصادر الطاقة المتجددة في زامبيا ٢٠٢٠

مصادر الطاقة المتجددة	ميجا وات	نسبة مساهمة الطاقة المتجددة (٪)
الطاقة المائية	٢٣٩٩	٩٤,٤
الطاقة الشمسية	٩٩	٣,٩
الرياح	٠	٠
الطاقة الحيوية	٤٣	١,٧
الحرارة الجوفية	٠	٠
الإجمالي	٢٥٤١	١٠٠

(Source: IRENA, 2021)

الطاقة الشمسية:

يقدر إشعاع الشمس في زامبيا بنحو ٥,٥ كيلو وات/ساعة، بمعدل ٣,٠٠٠ ساعة سطوع شمس كل عام، مما يجعل التطبيقات الفوتو فولتية والحرارة الشمسية صالحة للدخول في العديد من الاستخدامات والتي تشمل توليد الكهرباء، ونظم الطاقة الشمسية المستخدمة في البيوت، وضخ الماء بالطلمبات، وتسخين المياه، ويشكل إنتاج الطاقة الشمسية ٣٪ من إجمالي طاقة التوليد الإنتاجية. وقد عزى انخفاض مستوى الاستثمار في توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية إلى عدد من العوامل، تشمل ارتفاع كلفة رأس المال، وعدم كفاءة الأطر التنظيمية لنظم الطاقة المتجددة، مما أدى إلى عزوف المستثمرين عن الاستثمار في مصادر الطاقة الشمسية.

طاقة الرياح:

يوجد في نظام مورد الرياح في زامبيا سرعة رياح متوسطها ٦ أمتار في الثانية، على ارتفاع ٨٠ مترًا فوق مستوى الأرض. وبرغم توليده طاقة رياح تكفي لتوليد الكهرباء، ورفع المياه للمنازل بالطلمبات، والري، فإن طاقة الرياح المتولدة حاليًا توفر القليل من الكهرباء؛ نظرًا لنقص التدابير اللازمة لإنشاء بيئة تمكن من توليد الكهرباء من طاقة الرياح، وهو ما يتطلب إعطاء دفعة قوية للاستثمار الخاص، كما يجرى منذ عام ٢٠٢٠ رسم خريطة الموارد لتحديد المواقع الملائمة للاستثمار في طاقة الرياح، ويوجد حاليًا مطورون معينون يتولون إجراء دراسات جدوى على القليل منها.

الطاقة المائية: الطاقة المائية الكبيرة

تملك زامبيا إمكانية توليد نحو ٦,٠٠٠ ميجا وات كهرباء من الطاقة المائية، وقد نجحت في توليد ٢,٣٥٤ ميجا وات منها؛ حيث تشكل الطاقة المائية ما يصل إلى ٨٠,٨٪ من الطاقة الكهربائية، وفي هذا السياق يبلغ إجمالي مشروعات الطاقة المائية المستهدفة حاليًا ما يزيد على ٢,٣٩٩ ميجا وات، وهي تقع على الأنهار الكبرى.

الطاقة المائية الصغيرة:

تُشكل الطاقة المائية الصغيرة ١,٥٪ من إجمالي قدرة الطاقة الإنتاجية، وتلعب الطاقة المائية الصغيرة دورًا مهمًا في توفير الكهرباء للريف والمناطق غير المتصلة بالشبكة الكهربائية؛ حيث تكون الطاقة المائية الكبيرة، وامتداد الشبكة غير مجدية من الناحية الاقتصادية والمالية، ومن ثم أصبحت اقتصادات التوسع في الحجم، وبعد المسافات حتى مراكز التحميل من العراقيل الكبرى لتنمية الطاقة المائية الصغيرة، فيما يجري الكثير من المطورين دراسات جدوى على عدة مواقع في جميع أنحاء البلاد.

الطاقة الحيوية:

الطاقة الحيوية في زامبيا هي مصدر الطاقة الأساسي، إذ تشكل أكثر من ١,٧٪ من إجمالي توليد الكهرباء. ويعتبر الوقود الخشبي (الفحم النباتي والحطب)، والحبيبات الخشبية المضغوطة، والغاز الحيوي، وأنواع الوقود الحيوي، وقوالب الكتل الحيوية، والوقود الجيلاتيني هي أكثر أنواع ومنتجات الكتل الحيوية شيوعًا، وتستخدم غالبًا كوقود منزلي للطهو والتدفئة. أما الخشب فهو أكثر أنواع الوقود استخدامًا في الطهو؛ ولكنه نظرًا لما ينتج عنه من تأثيرات بيئية سلبية وعواقب سيئة على الصحة. ويعزى الاعتماد الشديد على الوقود الخشبي إلى عدم كفاية سبل الحصول على الإمداد الكهربائي وعدم استقراره، والتكلفة المرتفعة للبدائل ذات الكفاءة، فضلًا عن عدم الالتزام بالتشريعات، وضعف التعاون بين المؤسسات الرئيسة في القطاع.

الحرارة الجوفية:

تمتلك زامبيا أكثر من ٨٠ ينبوعًا حارًا، وتُعد تلك الينابيع دلالة على وجود مورد لطاقة الحرارة الجوفية. ويبين الجدول التالي الينابيع الحارة الكبيرة في زامبيا وحرارة كل منها بالدرجات المئوية.

جدول (٣٣) قائمة بمواقع الينابيع الحارة في زامبيا

المنطقة	حقل الحرارة الجوفية	النبع الحار	درجة الحرارة بالدرجات المئوية
المنطقة الشمالية	الحقل الشمالي	كابيسيا كابوتا كالايا	٨٥ ٥١ ٥١
المنطقة الشرقية	لوانجوا الشمالية لوانجوا الجنوبية	تشونجو نابواليا إس موسيبي تشيكوا	٨٧ ٦٧ ٧٤ ٦٤
المنطقة الجنوبية الغربية	لوساكا الشرقية لوكوساشي	شينيونيو تشونجوي موسينسيشي مافواسا	٦١ ٥٤ ٥٤ ٦٥
المنطقة الجنوبية	لوكشفينوار كاريبا	جويشو بواندا تشيبيمبي كاريبا	٧٢ ٩٤ ٥٨ ٧٨,٥
المنطقة الغربية/حزام النحاس (كوبر بيلت)	كوبر بيلت (حزام النحاس) كافوي الشمالية كافوي الجنوبية كاسيمبا الشمالية	كاشو لوبيامانزي لوبونجو لونجولا كيامبوي	٨٠ ٧٣ ٧٦ ٧٠ ٥٢

Source: List of Hotspots in Zambia

من بين ٨٠ ينبوعًا حارًا يُعد نبع كابيسيا الحار أول نبع يتم استغلاله لتوليد الكهرباء، ويقع هذا النبع الحار على الساحل الغربي لبحيرة تانجانيقا في المحافظة الشمالية، وتصل درجة حرارته إلى نحو ٨٥ درجة مئوية. وقد أنشئت في ١٩٨٨ محطة استطلاعية للحرارة الجوفية في النبع بقدرة توليد ٢٢٠ كيلو وات، لكن لسوء الحظ كانت درجة حرارة النبع أقل بكثير من الحرارة المصممة لمحطة الطاقة،

كما كان استهلاك السكان المجاورين في القرى والمستوطنات المحيطة للطاقة شديد الانخفاض، مما أدى إلى انخفاض الجدوى الاقتصادية لتلك المحطة، وتوقف العمل بها حتى الآن. لكن شركة «زيسكو لإمداد الكهرباء» ZESCO Ltd وشركة كين جين الكينية أجرتا المزيد من الدراسات المسحية لفحص نبع كابيسيا، وقدرت حرارة السوائل تحت الأرض على عمق ٥٠٠ متر أو أكثر بـ ١٢٤ درجة مئوية، مما يعكس قدرته على إنتاج أكثر من ٢٢٠ كيلو وات من الكهرباء.

احتل ٣٥ نبعًا حارًا في زامبيا مرتبة عالية من حيث معدل التدفق، وحرارة السطح، والقرب من خطوط الطاقة مما يشير إلى سهولة الوصول إليها، وإمكانية مساهمتها في توفير الطاقة، هذا بالإضافة إلى وجود محطة طاقة حرارة جوفية واحدة في البلد تم تركيبها في ثمانينيات القرن العشرين، بها توربينان بقدرة ١٢٠ كيلو وات، وتشير التقديرات الحديثة إلى إمكانية الارتقاء بقدرة المحطة لتنتج ٢ ميجا وات من الكهرباء.

وفقًا للسياسة الوطنية للطاقة لعام ٢٠١٩، هناك نقص في استغلال هذا المورد في توليد الكهرباء بسبب ارتفاع تكاليف الاستكشاف. ويوجد حاليًا مطور واحد يستكشف تطور الحرارة الجوفية في لوتشينفار في المحافظة الجنوبية.

اتجاهات استخدام الوقود الحيوي في النقل:

أكد تقرير مجموعة التنمية لإفريقيا الجنوبية SADC لسنة ٢٠١٨ أن زامبيا كانت من الدول الأولى التي عملت على تطوير أنواع الوقود الحيوي؛ حيث نجحت في استخراج الديزل الحيوي من الجاتروفا. غير أنها فشلت في استكمال هذه الجهود بسبب استمرار الدعم الحكومي لواردات الوقود الأحفوري، مما جعل أنواع الوقود الحيوي غير قادرة على المنافسة. وبعد رفع الدعم في عام ٢٠١٣ تزايد الاهتمام بأنواع الوقود الحيوي، وفي ٢٠١٤ تم ضخ استثمارات تقدر بنحو ١٥٠ مليون دولار أمريكي في محطة تصنيع الإيثانول من الكاسافا في محافظة لوابولا، على أساس محطة شبيهة طورتها شركة الطاقة الجديدة الصينية في تايلاند.

تحديات استخدام الطاقة المتجددة

تتمتع زامبيا بموارد طاقة متجددة لا تستغل إلا بدرجة محدودة؛ حيث يتم إنتاج معظم الكهرباء من الطاقة المائية، وهو ما يوفر الكهرباء لنحو ٣٣٪ فقط من السكان، ما يعكس وجود عجز في توفير الطاقة الكهربائية، لا سيما في ظل الزيادة المستمرة في الطلب على الكهرباء في المنازل. الأمر الذي يحتاج إلى تكثيف جهود استغلال الطاقة المتجددة؛ لضمان استمرار توافر الكهرباء في المنازل.

ويرجع انخفاض مستوى استخدام الطاقة الحديثة في المنازل إلى عدم تطور البنية التحتية لقطاع الطاقة عمومًا، وتُشير التقديرات إلى أن هذه الحالة من عدم التطور تتسم بشكل عام بسمات مثل عدم كفاءة قدرة التوليد، وضعف البنية التحتية للنقل والتوزيع، وانخفاض مستويات الوصول إلى الشبكة الوطنية. ما يؤثر بدوره على مستويات حصول المنازل على الطاقة المتجددة.

فقر الطاقة:

يواجه استخدام الطاقة المتجددة في زامبيا تحديات مرتبطة بالسياسات المالية للحكومة فيما يتعلق بالهياكل الضريبية الخاصة بمستلزمات الطاقة المتجددة، وذلك لتحقيق نوع من العدالة الاجتماعية، كما أن الفقراء يعجزون عن الوفاء بالتكاليف المالية اللازمة للحصول على تقنيات الطاقة المتجددة، مقارنة بتكاليف الفحم النباتي.

وقد يكون انخفاض مستوى الوعي بفوائد تقنيات الطاقة المتجددة المتاحة للاستخدام المنزلي وسماتها وكفاءتها عاملًا آخر يعوق الحصول على تقنيات الطاقة المتجددة في زامبيا. حيث إن السياسات، والحوافز المتعلقة بتقنيات الطاقة المتجددة لم تصل للجمهور على نطاق واسع بشكل يضمن التحول نحو استخدام الطاقة المتجددة.

وبطبيعة الحال تشكل الزيادة السكانية تحديًا كبيرًا، حيث سيصل معدل سكان زامبيا إلى ما يزيد على ٢٣ مليون نسمة في عام ٢٠٣٠، وهو الأمر المؤثر على نمط الإسكان الذي يتجه نحو العشوائية حتى في المناطق الحضرية، الأمر الذي حاولت الحكومة مواجهته من خلال عدم توصيل الكهرباء لتلك المناطق، لا سيما للمناطق الريفية العشوائية، وهو ما يطرح تساؤلات بشأن عشوائية السياسات العامة.

ويضاف أن قطاع الطاقة المتجددة يواجه في معظم البلدان الإفريقية الواقعة جنوب الصحراء الكبرى، مثل زامبيا، صعوبات تتصل بالإدارة، كما يواجه خسائر اقتصادية نتيجة عمليات السرقة للطاقة أو عدم تسديد الفواتير، وهو ما ينعكس على قدرات الشبكة وإمكانية تطويرها.

❖ حالة الطاقة المتجددة في زيمبابوي

زيمبابوي بلد داخلي لا سواحل له يقع في الجنوب الإفريقي ويبلغ عدد سكانه نحو ١٦ مليون نسمة ويسيطر المناخ القاري على معظم أنحاء البلاد، ويعيش العدد الأكبر من السكان في المناطق القروية وتبلغ نسبة سكان الريف نحو ٦٨٪.

ويبلغ حجم التوليد الكهربائي في زيمبابوي ٤٢٪ من الاحتياجات الكلية للبلاد. حيث وصلت الكهرباء إلى ٨٣٪ من المنازل الحضرية، بينما اقتصرت الكهرباء في الريف على ١٣٪ فقط من المنازل طبقًا لمؤشرات ٢٠١٩.

وشمل إمداد الطاقة في زيمبابوي خليطًا من توليد الكهرباء من الطاقة المائية، والفحم، والمصادر المتجددة. كما أن معظم الكهرباء بها تولد من محطة سد كاريبا لتوليد الطاقة الكهربائية من طاقة المياه (نحو ٧٥٠ ميجا وات)، ومحطة هوانج للطاقة الحرارية (٩٢٠ ميجا وات)، وثلاث محطات طاقة صغيرة تعمل بالفحم، وما زال لدى زيمبابوي الكثير من إمكانات توليد الكهرباء من الطاقة المائية، خاصة على طول مجرى نهر الزامبيزي، فضلًا عن إمكانية توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، وغاز الميثان.

يبلغ إجمالي القدرة الكهربائية المتولدة في البلاد من مصادر الطاقة المتجددة وغير المتجددة عام ٢٠٢٠ نحو ٢,٣٩٨ ميجا وات، نصفها من مصادر الطاقة غير المتجددة بإجمالي ١٢٠٠ ميجا وات، والنصف الآخر من مصادر الطاقة المتجددة بإجمالي ١١٩٨ ميجا وات، موزعة كما هو موضح بالجدول التالي:

جدول (٣٤) القدرة الكهربية في زيمبابوي في ٢٠٢٠.

القدرة الكهربية للطاقة	ميجا وات	النسبة من إجمالي الطاقة في البلاد (٪)
طاقة متجددة	١١٩٨	٥٠
طاقة غير متجددة	١٢٠٠	٥٠
- طاقة مائية/بحرية	١٠٨١	٤٥
- طاقة شمسية	١٧	١
- رياح	٠	٠
- طاقة حيوية	١٠٠	٤
- حرارة جوفية	٠	٠
إجمالي الطاقة الكهربية (متجددة/ غير متجددة)	٢٣٩٨	١٠٠

Source: Irena,2021 .

الطاقة المائية:

معظم توليد الكهرباء في زيمبابوي يتم في محطة سد كاريبا لتوليد الكهرباء من الطاقة المائية (نحو ٧٥٠ ميجا وات)، وفي محطة هوانج للطاقة الحرارية وقدرتها الإنتاجية ٩٢٠ ميجا وات، وفي المحطات الثلاث الصغيرة التي تعمل بالفحم. ورغم ذلك ما زال يوجد الكثير من إمكانات الطاقة المائية، خاصة على طول مجرى نهر الزامبيزي، كما توجد إمكانية ملحوظة لزيادة توليد الكهرباء من الطاقة المائية في إقليم الأراضي الغربية المرتفعة، وفي الأنهار دائمة الجريان، وتقدر إمكانات الطاقة المائية الصغيرة في البلد بنحو ١٥٠ ميجا وات.

الطاقة الشمسية:

تُعبر السياسة الوطنية للطاقة المتجددة لعام ٢٠١٩ تعبيرًا واضحًا عن أن إمكانات الطاقة الشمسية تبلغ من ١٦ إلى ٢٠ ميجا جول/متر مربع/يوم في زيمبابوي وهي غير مستغلة إلى حد بعيد وتوجد في عدة مناطق من البلد. وفي عام ٢٠١٨، كان لزيمبابوي قدرة إنتاجية متصلة بالشبكة تبلغ نحو ٥ ميجا وات وهي أقل من القدرات الكامنة للدولة.

وفي ٢٠١٩ لم يستغل إلا ١٪ فقط من قدرة سخانات المياه العاملة بالطاقة الشمسية؛ حيث إن معظم هذه التقنيات تُركب في المناطق الريفية بزيمبابوي في مراكز الخدمة مثل المدارس، والعيادات، وأقسام الشرطة، والمستشفيات، وبعد ذلك بدأ التوسع في استخدام الطاقة الشمسية في المنازل، وتم تركيب «محطات طاقة أساسية» لشحن الأجهزة، من خلال شبكة شركة الاتصالات الوطنية.

طاقة الرياح

تم تقدير متوسط سرعة الرياح في زيمبابوي بـ ٣,٥ أمتار/ الثانية -١ على ارتفاع معياري يبلغ ١٠ أمتار. لكن متوسط سرعة الرياح في منطقة بولاوايو يبغ ٤,٤ أمتار/ثانية -١، وبعض المناطق المحيطة بالأراضي الغربية المرتفعة تسود فيها سرعات للرياح تتراوح ما بين ٤ و٦ أمتار/ثانية -١؛ فإن سرعات الرياح ليست بالسرعة الكافية لتوليد الطاقة الكهربية، حتى ولو حدث في بعض الأحيان أن وجدت بعض هبات الرياح السريعة جدًا؛ حيث إن تواتر مثل هذه الهبات وفترة استمرارها ليست كافية لضمان الاستثمار في هذه التقنية لتوليد الكهرباء.

وقد أجرت الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA) دراسات نظرية عبر مشروع ممر الطاقة النظيفة في إفريقيا، وأوضحت دراسة جدوى أولية أجريت في مامينا، ومهوندورو أن في البلد موارد رياح معتبرة في مناطق معزولة كما ورد في تقرير السياسة الوطنية للطاقة المتجددة ٢٠١٩. لا توجد تقنيات تسمح للشبكة الوطنية في زيمبابوي. بالاعتماد على طاقة الرياح الموجودة في العيادات والمجتمعات الريفية المحلية لتخدم الاتصالات، والإضاءة، واحتياجات التبريد. ويحتاج توليد الكهرباء من طاقة الرياح في القطاعين التجاري والصناعي إلى مزيد من الاستكشافات حول سرعات الرياح المتوسطة في البلد.

الطاقة الجوفية:

رغم الإعلان في عام ١٩٨٥عن وصول إمكانات الحرارة الجوفية في زيمبابوي إلى ٥٠ ميجاوات، فإنه لم تتوافر المعلومات الكافية عن إمكانات الطاقة الحرارية الأرضية حتى وقت قريب؛ نظرًا لقرب زيمبابوي من إقليم الوادي المتصدع، حيث يُمكن الزعم بإمكان تطبيق توليد الطاقة من الحرارة

الجوفية، ولكي تستفيد البلاد من هذا المورد يلزم إجراء المزيد من المسح الجيولوجي لمناطق الطاقة الجوفية في جميع أنحاء البلاد. مع رسم خريطة لمواقع توفر إمكانات الطاقة الجوفية، للبدء في تنفيذ المحطات الاستطلاعية.

الكتل الحيوية

تستخدم شركات السكر في عدة دول هي: جنوب إفريقيا، وإسواتيني، وموريشيوس، ومالاوي، وموزمبيق، وزيمبابوي، وزامبيا الباجاس (بقايا أعواد قصب السكر) لتوليد الكهرباء الخاصة بها. وقد وضعت خطط في زيمبابوي عام ٢٠١٨ لزيادة توليد الكهرباء من الباجاس من ٥ ميجا وات إلى ١٥ ميجا وات في تشيسومبانجي، وما زالت في انتظار إتاحة موارد الأرض والمياه للتوسع في مصانع قصب السكر.

سياسات الطاقة المتجددة

التشريع الرئيس الذي يحكم صناعة إمدادات الكهرباء في زيمبابوي هو قانون الكهرباء (الفصل ١٣:١٩)، وقانون صندوق كهرباء الريف (الفصل ١٣:٢٠) لعام ٢٠٠٢؛ حيث دعَّم قانون الكهرباء إنشاء هيئة تنظيم الكهرباء في زمبابوي (ZERC)، كما قدم إطار قانوني لاستقلال هيئة إمداد الكهرباء في زمبابوي (ZESA) المملوكة للدولة.

جدول (٣٥) السياسات والقوانين الخاصة بالطاقة المتجددة في زيمبابوي

سياسات الدولة	ملحوظات
السياسة الوطنية للطاقة المتجددة NREP وسياسة الوقود الحيوي (٢٠٢٠)	يسعيان لتحقيق خفض انبعاثات كربون أثر الصوبة بنسبة ٣٣٪ بحلول عام ٢٠٣٠. والوصول بنسبة خلط الإيثانول إلى ٢٠٪ بحلول عام ٢٠٣٠.
السياسة الوطنية للطاقة (٢٠١٢)	تهدف إلى توفير الدعم السياسي والتخطيط الاستراتيجي لاستخدام مصادر الطاقة المتجددة. بما يضمن: • ضمان سرعة التنمية الاقتصادية • تيسير التنمية الريفية • الارتقاء بالمشروعات الاستثمارية الصغيرة والمتوسطة • ضمان تطوير طاقة صديقة للبيئة • ضمان استخدام كفء لموارد الطاقة
القانون المنظم للطاقة في زيمبابوي (٢٠١١)	يهدف إلى تنظيم إصدار ترخيصات وسحب ترخيصات أخرى من جميع الفاعلين في قطاعات الكهرباء، والبترول، والطاقة المتجددة. ومن مهامه أيضا إصدار إطار قانوني للتنافس العادل بين كل من القطاع العام والخاص.

القانون الوطني للكهرباء (٢٠٠٢)	أنشئت لجنة تنظيم الكهرباء في زيمبابوي ZERC بموجب قانون الكهرباء، وكانت مسؤولة عن إعطاء التراخيص للعاملين في قطاع الكهرباء، ووضع التعريفة الجمركية على الكهرباء، علاوة على اللوائح العامة المنظمة لقطاع الكهرباء للسماح بالتنافس العادل في صناعة الكهرباء. ومنذ صدور قانون تنظيم الكهرباء في زيمبابوي في يناير ٢٠١٢ نقلت جميع الواجبات إليه وحلت لجنة تنظيم الكهرباء في زيمبابوي.
قانون كهرباء الريف (٢٠٠٢)	سمح القانون بإنشاء مجلس إدارة صندوق كهرباء الريف المسؤول عن حفظ وتوزيع تمويلات جميع مشروعات كهرباء الريف في جميع أنحاء البلد. ويسمح بالتوسع في الشبكة الكهربية الوطنية لتمتد للمؤسسات الحكومية في الريف، ومراكز الأعمال بدعم ١٠٠٪، ودعم ٦٠٪ لغير ذلك من عمليات الربط بالكهرباء. كما توفر بالمثل عمليات الكهرباء اللامركزية باستخدام الطاقة المتجددة.

Source: IEA, 2022

تحديات استخدام الطاقة المتجددة في زيمبابوي

يبدو أن عدم وجود هيكل سياسات متسقة يمتلك أطرًا تنظيمية واحدة يشكل أحد أهم التحديات التي تواجه القدرة على الاعتماد على الطاقة المتجددة بنسب معقولة، وحتى الآن فإن خطط الدولة تتجه نحو الاعتماد على الوقود الأحفوري، وذلك في نطاق زمني يمتد ليشمل العقدين القادمين.

١. التحديات التقنية والمالية

ترتبط التحديات التقنية بنقص الموارد، والتكنولوجيا وطبيعة المهارات البشرية المطلوبة لاستخدام مورد الطاقة المتجددة وصيانتها، وفيما يخص التحديات المالية يواجه استخدام الطاقة المتجددة في زيمبابوي تحديات ترتبط بارتفاع كلفة رأس المال الأولي اللازم للطاقة المتجددة، وارتفاع تكلفة الاستثمار، وارتفاع تكاليف النقل، وعدم وجود سبل للحصول على رأس مال، وعدم وجود دخل مخصص للإنفاق، ونقص القوة الشرائية مع وجود بدائل أرخص ثمنًا.

٢. التحديات الاجتماعية- الثقافية:

ثمة العديد من التحديات الاجتماعية والثقافية التي قد تحول دون نشر التقنيات الحديثة خاصة فيما يتعلق بالطهو، وتشير إحدى الدراسات إلى أن التحديات الاجتماعية- الثقافية تبرز حين تفشل التكنولوجيا في إشباع الاحتياجات الملموسة للمستخدمين، أو حينما تفشل التكنولوجيا في الاندماج مع القيم الاجتماعية والأيديولوجيات السائدة. فمثلًا، لم تستخدم الكثير من المنازل الريفية في زيمبابوي مواقد الطهو المحسنة، لأنها بحاجة إلى استخدام هذه المواقد في إشباع احتياجات أخرى ملموسة، مثل: الإنارة، وتدفئة المكان، وتجفيف المنتجات الزراعية، وحفظ البذور الزراعية، وتدخين منتجات اللحوم، وطرد الذباب والحشرات. وعلى الجانب الآخر، تميل عادات المجتمع المحلي إلى تفضيل بعض وصفات الطهو التي تطهى على النيران، مثل: البقوليات.

❖ حالة الطاقة المتجددة في ليسوتو

تشمل مصادر الطاقة المتجددة في ليسوتو الطاقة الشمسية، والرياح، والطاقة المائية. هذا وتستخدم الطاقة الشمسية على نطاق واسع لرفع المياه بالطلمبات، في المنازل والمدارس والمراكز الصحية، وفي المؤسسات العامة. ووفقًا للوكالة الدولية للطاقة المتجددة IRENA 2021، تعتمد ليسوتو على توليد الكهرباء بالأساس من الطاقة المائية.

وفقًا لسياسة حكومة ليسوتو للطاقة (٢٠١٣)، قد تلعب مصادر الطاقة المتجددة دورًا أكبر في المستقبل؛حيث يعتقد أن إمكانات الطاقة المائية التي تتمتع بها تبلغ نحو ١٤٠٠٠ ميجا وات. كما تتمتع ليسوتو أيضًا بموارد طاقة شمسية كثيفة.

الطاقة المائية

تتمتع ليسوتو بإمكانات هائلة لتوليد الكهرباء من الطاقة المائية، قدرت في أكثر من ٢٢ موقعًا بإجمالي يزيد على ١٤,٠٠٠ ميجا وات. تتركز في ٤ مواقع مائية كبيرة (٣١٣ ميجا وات وما يزيد على ١٥٠٠ جيجا وات/ساعة سنويًا) و١٨ موقعًا مائيًا صغيرًا بإجمالي نحو ١٣,٩٠٠ ميجا وات. ولدى ليسوتو أيضًا إمكانية لتخزين مياه مضخوخة يزيد على ٤٠٠٠ ميجا وات، يتكون من ١٠٠٠ ميجا وات في مونوتسا على نهر بيتسينج، و١٠٠٠ ميجا وات على الأقل في أربعة مواقع أخرى، و٢٤٠٠ ميجا وات في المرحلة الثانية من مشروع المياه في الأراضي المرتفعة بليسوتو LHWP في سد كاتسي. وحتى الآن فإن محطة مويلا للطاقة المائية (ذات الـ ٧٢ ميجا وات) هي المنشأة التجارية الكبيرة الوحيدة للطاقة المائية في ليسوتو.

الطاقة الشمسية:

تتمتع ليسوتو بإمكانات كبيرة لتوليد الطاقة الشمسية؛ حيث يقدر المتوسط السنوي للسطوع الشمسي اليومي في البلاد بنحو ٥,٤ كيلو وات/ساعة (١٩,٤٤ ميجا جول) لكل متر مربع، مما يوضح عظم إمكانية تسخين الماء بالطاقة الشمسية، والطاقة الفوتوفولتية للطاقة الشمسية، وتجفيف المحاصيل، وتجدر الإشارة إلى ضعف إسهام الطاقة الفوتوفولتية في الشبكة الوطنية حاليًا، حيث يقل عن ١٪ ولا توجد مشروعات كهرباء فوتو فولتية من الطاقة الشمسية متصلة بالشبكة حتى الآن بعد.

الرياح:

تعد ليسوتو واحدة من أربعة بلدان في الجنوب الإفريقي تتمتع بقدرات جيدة لتوليد الطاقة من الرياح، حتى ولو أن إجمالي قدرات الرياح ما زال غير محدد، فمتوسط سرعة الرياح ٣,٥ أمتار في الثانية بحد أقصى ٢٥ مترًا في الثانية. وتتميز نظم الرياح بوجودها في ٣ مواقع (ليتسينج - لا - تيراي، وماسيتيسي وساني) على ارتفاعات ٣٠-٥٠ مترًا فوق سطح الأرض؛ بهدف إنشاء حقول رياح في هذه المواقع لتوليد الكهرباء منها.

الكتل الحيوية:

دشَّن برنامج التكنولوجيا من أجل التنمية الاقتصادية، المدعوم من شركة الطاقة البيئة (EEP)، وقسم الطاقة وجامعة العلوم والتكنولوجيا ببكين، أكثر من ١٠٠ محطة غاز حيوي للمنازل الريفية في ٥ مواقع.

التحديات التي تواجه استكشاف الطاقة المتجددة:

توجد عدة عوائق تعرقل استخدام الطاقة المتجددة في ليسوتو، تتمثل أبرزها فيما يلي:

- **عوائق مالية:** تتمثل في محدودية الحصول على التمويل.
- **عوائق تنظيمية ومؤسسية:** مثل تداخل الصلاحيات المؤسسية لمختلف الهيئات، وعدم اكتمال الإطار القانوني والتنظيمي، والافتقار إلى المعايير التقنية، كل هذا يخلق مناخًا غير ملائم للاستثمار في الطاقة المتجددة.
- **عوائق تقنية:** محدودية الدراسات الخاصة بموارد الطاقة المتجددة، وضعف المشاركة المعرفية للمستويات الإدارية الأقل، مما يعرقل استخدام الطاقة المتجددة.
- **تحديات بيئية:** يؤدي تناقص مخزون الكتل الحيوية، وتزايد اختلافات هطول المطر وفترات الجفاف، ومحدودية إتاحة الأرض المناسبة لتنمية إنتاج الطاقة المتجددة إلى زيادة كلفة تنمية الطاقة المتجددة.
- **عوائق اجتماعية:** تراجع وعي الشعب بشأن الصحة العامة، والعوائد المتحققة من استخدام تقنيات الطاقة المتجددة، يشكل عائقًا أمام التوسع في استخدام الطاقة المتجددة.

حالة الطاقة المتجددة في مالاوي

تعد مالاوي الدولة الأكثر فقرًا في الطاقة الكهربائية في مجموعة إفريقيا الجنوبية SADC، حيث يتم توفير الكهرباء في الريف بمعدل ٣,٩٪ مقابل ٤٨,٧٪ في الحضر.

وتشير الإحصاءات إلى قدرات التوليد الكهربية في مالاوي لا تتجاوز ٣٦٧,٣ ميجا وات من الطاقة المائية، و١٦,٥٧ ميجا وات من مولدات الديزل الحرارية التي تديرها الشركة الوطنية لتوليد الكهرباء (EGENCO). وبطبيعة الحال هناك فجوة بين الطلب الذي يقدر بـ٤٧٠ ميجا وات وحجم توافر الكهرباء. ولتطوير قدرات توليد الكهرباء في مالاوي، تعتزم الشركة الوطنية الاعتماد على الطاقة المائية مستقبلًا، وهو ما يرجح معه أن تزيد قدرة التوليد إلى ٥٢١,٥ ميجا وات بحلول عام ٢٠٢٤ ثم إلى ١,٢٥٦,٥ ميجا وات بحلول ٢٠٢٩، ثم إلى ١,٦٣١ ميجا وات بحلول عام ٢٠٣٤.

مصادر الطاقة المتجددة في مالاوي:

أنتجت مالاوي في عام ٢٠١٨، ٣٥١ ميجا وات من الطاقة المائية، وتخطط لستة مشروعات كبيرة جديدة: في مناطق مباتامانجا (٣٠٠ ميجا وات)، وسونجوي (١٨٠ ميجا وات)، وقد تمَّ اعتماد المشروعين وينتظران التمويل؛ وفوفو (٢٦٠ ميجا وات)، وخولومبيدزو (٢٠٠ ميجا وات)، وهاملتون (١٠٠ ميجا وات) وكابتشيريا ٣ (١٠٠ ميجا وات)، وقد وضعت جميعها في الخطة لكن لم يتم اعتمادها بعد.

بلغ إجمالي القدرة الكهربائية المتولدة في مالاوي من مصادر الطاقة المتجددة وغير المتجددة خلال عام ٢٠٢١ نحو ٥٥١ ميجا وات، تمثل مشاركة الطاقة غير المتجددة ٢٦ ٪ منها بنحو ١٤١ ميجا وات، بينما تقدر نسبة الطاقة المتجددة بنحو ٧٤٪، بما يعادل ٤١٠ ميجا وات، كما يتضح من الجدول التالي:

جدول (٣٦) إنتاج الطاقة المتجددة في مالاوي ٢٠٢٠

القدرة الكهربية للطاقة في ٢٠٢٠	ميجا وات
طاقة مائية	٣٧٤
طاقة شمسية	٢٤
رياح	٠
طاقة حيوية	١٢
حرارة جوفية	٠

Source: IRENA, 2021

الوقود الحيوي:

يوفر الوقود الحيوي ٤٪ من الطاقة المستخدمة في وسائل النقل بالبلاد في ٢٠١٨، وتأتي من الإيثانول الحيوي والديزل الحيوي المنتجان محليًا ومخلوطان بوقود البترول بنسب ٢٠: ٨٠ و٩: ٩١ بالترتيب. وتوجد شركتان فقط تنتجان الإيثانول الحيوي في البلاد، والذي ينتج من المولاس المُستخرج من قصب السكر. من جهة أخرى، توجد حاليا شركة واحدة تنتج الديزل الحيوي المُستخرج من نبات الجاتروفا.

الطاقة المائية:

توجد مشروعات طاقة مائية صغيرة عديدة تعمل بكامل طاقتها في مالاوي، تشمل وفوو «Wovwe» (٤,٥ ميجا وات)، ولوجيري إيستيت «Lujeri Estate» (٨٤٠ كيلو وات)، وروو «Ruo» (٤٦٤ كيلو وات)، و«بوندو» Bondo (٦٠ كيلو وات) وليفينجستونيا «Livingstonia» (٢٠ كيلو وات). كما أن هناك مشروع تشيمجوندا «Chimgonda» (٦٠ ميجا وات). كما وضعت بالإضافة لذلك خطط لمشروعات طاقة مائية أخرى، وكلها مشروعات كبيرة.

الطاقة الشمسية:

تلجأ مالاوي لاستخدام الطاقة الشمسية بإضافة ٧٠ ميجا وات من قدرة الطاقة الشمسية إلى الشبكة القومية حيث أنشأ القطاع الخاص محطات للطاقة الشمسية في ثلاثة مواقع: نخوتاكوتا، وليلونجوي، وجولوموتي. بينما قامت JCM كأحد المنتجين المستقلين بإنتاج ٤٠ ميجا وات في منطقة ساليما وتتوسع أنشطتها في مناطق أخرى.

اتجاهات السياسيات العامة في إنتاج الطاقة المتجددة في مالاوي

تتجه الاستراتيجية الثالثة لنمو وتنمية مالاوي (MGDS III: 2017-2022) إلى اعتبار الطاقة مجالا مهما ذا أولوية، حيث أقر مجلس الوزراء سياسة الطاقة العامة في ٢٠١٨ وبدأ العمل بها في نوفمبر ٢٠١٩، وتهدف سياسة الطاقة إلى: تحسين كفاءة وفعالية صناعات الطاقة على المستويات التجارية؛ وتحسين نظم أمن الإمداد بالطاقة، وزيادة سبل الحصول على خدمات طاقة حديثة بأسعار مقبولة للقطاع الأكبر من السكان، وكذلك الحث على التنمية الاقتصادية وتنمية الريف للحد من الفقر.

وقد تم تحرير قطاع الطاقة من خلال التعاقد مع شركة تحدي الألفية Millennium Challenge Corporation Compact (MCC) في محاولة للسماح للقطاع الخاص بالمشاركة في توليد الطاقة. ومن خلال جهود الحكومة والمانحين، خاصة في مجال توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية، فإن وزارة الموارد الطبيعية، والطاقة، والتعدين، قد خططت لوضع سياسات، ولوائح، تسمح بزيادة الاستثمار والنمو السريع في قطاع الطاقة، فضلًا عن تبني استراتيجية مالاوي للطاقة المتجددة لتحقيق الأهداف التي وُضِعت في جدول أعمال الطاقة المستدامة للجميع بما يتطلبه ذلك من خطة للطاقة المدمجة.

التحديات:

تشمل التحديات الرئيسة في توليد الكهرباء عدم كفاية الطاقة الإنتاجية، والدور المحدود لمنتجي الطاقة المستقلين في هذا القطاع والاعتماد الزائد على نهر شاير لتوليد الكهرباء من الطاقة المائية؛ وعدم ترابط شبكة الكهرباء الوطنية الآن مع شبكات البلدان المجاورة، بموجب ترتيبات التبادل التجاري من خلال تجمع الطاقة في الجنوب الإفريقي أو تجمع الطاقة في شرق إفريقيا.

وكذلك تشمل التحديات محدودية القدرة الإنتاجية على المستوى الوطني الناتجة عن عدم كفاية الإمداد بالمولاس والمستخرج من قصب السكر، فضلًا عن محدودية البنية التحتية لمحطات الضخ للتعامل مع درجات الإيثانول الحيوي. ورغم أن مالاوي لا تستخدم المحاصيل الغذائية الأساسية، وبالذات الذرة والكاسافا، لإنتاج الإيثانول الحيوي، فمن المهم لسياسة الطاقة الوطنية ضمان ألا يهدد إنتاج الإيثانول الحيوي الأمن الغذائي - حيث تُستخدم حاليًا كميات قليلة من الفول السوداني لإنتاج الديزل الحيوي، وهذا لا يزيل الخطر المحتمل الذي قد ينجم عن استخدام المحاصيل الغذائية لإنتاج أنواع الوقود الحيوي.

من العوائق الأخرى لاستغلال الطاقة المتجددة كما تشرح سياسة مالاوي الوطنية للطاقة ٢٠١٨ تكاليف رأس المال اللازم لتوليد الطاقة المتجددة ونقص المهارات البشرية اللازمة على جميع مستويات إنتاج الطاقة المتجددة، وكذلك نقص المعلومات عن اتجاهات المستهلكين من السكان؛ ومحدودية آليات تنفيذ المعايير؛ مما يؤدي إلى تزايد المنتجات ذات النوعية السيئة.

❖ حالة الطاقة المتجددة في أنجولا

يعتمد توليد الكهرباء في أنجولا أساسًا على الوقود الأحفوري والطاقة المائية، كما أن ٤٢٪ فقط من السكان لديهم سبيل للحصول على الكهرباء. وطبقًا لذلك، فإن الهيئة التنفيذية الإنجولية، ووزارة الطاقة والمياه، قدَّمت مقترحات لتنمية مصادر الطاقة المتجددة لاستخدامها في توليد الطاقة، مع التركيز على التوسع في توفير الكهرباء المناطق الريفية. ذلك أن ٧,٥٪ على الأقل من الكهرباء سيتولد من الموارد المتجددة مثل الطاقة الشمسية والرياح.

وفي هذا السياق، تلتزم الحكومة بتطوير مصادر جديدة للطاقة المتجددة من أجل تزويد سكانها باحتياجاتهم من الكهرباء، خصوصًا أن غالبية المدن الصغيرة تعاني من مشكلات عدم توافر إمدادات الطاقة.

وطبقًا لدراسات وزارة الطاقة والمياه، هناك إمكانية لتوليد طاقة إضافية مقدارها ١٦,٣ جيجا وات من الطاقة الشمسية، و٣,٩ جيجا وات من طاقة الرياح، و١٨ جيجا وات من طاقة المياه في جميع أنحاء البلد.

وفي عام ٢٠١٨، بلغ إجمالي إمدادات الطاقة الأولية المتجددة من ٣١٥,٥٧٨ ميجاوات في الساعة. وفي عام ٢٠٢٠ وصل إنتاجها من

مصادر الطاقة نحو ٣,٧٩٤ ميجاوات، وهو ما يمثل ٦٤٪ من إجمالي إنتاج الطاقة، هذا ولم تساهم الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الحرارية الأرضية بأي نصيب في مزيج الطاقة، بينما شكلت الطاقة الحيوية ١٪ من إجمالي الطاقة المتجددة.

وفي هذا السياق، فإن هدف حكومة أنجولا أن تولد ٧,٥٪ على الأقل من كهرباء البلاد من مصادر الطاقة المتجددة وذلك بحلول عام ٢٠٢٥ (بما يعادل إنتاج ٨٠٠ ميجا وات).

ولتحقيق ذلك اتجهت الحكومة إلى:

- التوسيع في تجهيز البنية التحتية للطاقة المتجددة في المناطق الريفية (مثل مبادرة «القرية الشمسية»، وإنشاء شبكات توزيع ومقدمي خدمة في جميع المناطق).

- الترويج لاستخدام تقنيات الطاقة المتجددة الجديدة المرتبطة بالشبكة، وتشمل وضع أهداف ومعايير لكل نوع من أنواع الطاقة المتجددة.

- تشجيع الاستثمار العام والخاص، وذلك بوضع تشريع جديد للطاقة المتجددة، يشمل تحديد الأسعار والائتمان المتاح للقطاع الخاص.

الطاقة الشمسية:

تسطع الشمس بشكل كثيف ودائم على جميع أنحاء الدولة، وبقدرة توليد تبلغ ٥٥ جيجا وات، حيث يوجد سطوع شمس عام أفقي يتراوح ما بين ١,٣٧٠ و٢,١٠٠ كيلو وات ساعة/متر مربع/سنة.

الطاقة المائية:

تشكل الطاقة المائية فرصة كبيرة لتوليد الكهرباء في أنجولا، وذلك بالاعتماد على مشروعات صغيرة على مجاري أنهار متعددة، حيث تنتج نحو ١٨ جيجا وات من الكهرباء بينما تشكل أحواض أنهار كاتومبيلا وكونيني وكوانزا وكويفي -بما تملكه من معدل جريان كاف وشلالات- فرصة لإنتاج ما يزيد على ١٠ميجا وات إضافية.

طاقة الكتل الحيوية

تشكل غابات أنجولا، والمناطق الصالحة لزراعة قصب السكر أو غيره من المحاصيل المنتجة للطاقة، وتربية الحيوانات، والتعامل مع النفايات الصلبة فرصًا لتوليد ٣ جيجا وات من الكهرباء. فالمنطقة الوسطى (محافظات هوامبو، وبيي، وبنجويلا) والمنطقة الغربية (محافظات موكسيكو، ولوندا سول، ولوندا نورتي) هي أكثر المناطق صلاحية لإنتاج الكهرباء من طاقة الكتل الحيوية.

طاقة الرياح

وفقًا للدراسات الحديثة، توفِّر الرياح في الجنوب الغربي وفي المنحدر الأطلنطي، على طول محور الشمال-الجنوب، ظروفًا مثالية لإنشاء حقول رياح تنتج أكثر من ٣ جيجا وات.

❖ حالة الطاقة المتجددة في موزمبيق

تتمتع موزمبيق بأحد أكبر إمكانات الطاقة المائية في إفريقيا؛ حيث قدرت بما يزيد على ١٢,٠٠٠ ميجا وات في عام ٢٠٢٠، خاصة في منطقة تيتي على نهر الزامبيزي، حيث يقع مرفق «كاهورا باصا» الذي يمتلك أكثر من ٨٠٪ من إمكانات الطاقة. وتجذب مشروعات الطاقة المتجددة واسعة النطاق، لا سيما الطاقة الشمسية والطاقة المائية، اهتمام المستثمرين في موزمبيق. ويقدر إجمالي ما أنتجه منتجو الطاقة المستقلين من القطاع الخاص بنهاية ٢٠٢٠ بنحو ٥٨٢ ميجا وات، كما توجد مشروعات قدرها ٢٧٥ ميجا وات في مرحلة ما قبل دراسة الجدوى، وقد أطلق برنامج PROLER (الذي يدعم المرافق الوطنية في موزمبيق) ١٦٠ ميجاوات من المناقصات.

مصادر الطاقة المتجددة في موزمبيق:

بذلت موزمبيق في السنوات الأخيرة جهودًا دؤوبة لزيادة معدلات توليد الكهرباء، حيث ازدادت معدلات التوليد بشكل سريع وملحوظ من ٥٪ عام ٢٠٠١ إلى ٢٩٪ عام ٢٠١٩ و٣٤٪ عام ٢٠٢٠. إلا أن توصيل الكهرباء يتركز بشكل كبير في المناطق الحضرية؛ إذ حصل ٧٢٪ من سكان الحضر على الكهرباء في ٢٠١٩، مقارنةً بـ ٥٪ فقط من سكان الريف.

بلغ إجمالي القدرات الكهربائية في موزمبيق خلال عام ٢٠٢٠ من مصادر الطاقة المتجددة وغير المتجددة نحو ٢٩١٥ ميجاوات، وتشكل مصادر الطاقة غير المتجددة ٢١٪ منها، بإجمالي قدرة كهربائية تقدر بنحو ٦٠٢ ميجاوات، بينما تشكل مصادر الطاقة المتجددة نسبة ٧٩٪ من القدرة الكهربائية للبلاد، بإجمالي إنتاج يُقدر بنحو ٢٣١٣ ميجاوات، موزع كالتالي:

جدول (٣٧) القدرة الكهربائية في موزمبيق من مصادر الطاقة المتجددة ٢٠٢٠

القدرة الكهربية للطاقة المتجددة في ٢٠٢٠	ميجا وات	النسبة من إجمالي الطاقة في البلاد (٪)
طاقة مائية/بحرية	٢٢٠٤	٧٦
طاقة شمسية	٩٥	٣
رياح	٠	٠
طاقة حيوية	١٤	٠
حرارة جوفية	٠	٠
إجمالي الطاقة المتجددة	٢٣١٣	٧٩

(Source: IRENA, 2021)

الطاقة الشمسية

تتمتع موزمبيق بوفرة في مصادر الطاقة الشمسية، لكنها غير مستغلة، ويمكن استخدامها لتوفير احتياجات السكان من الكهرباء، غير أن ما يعرقل استغلال الطاقة الشمسية هو التغيير المستمر في سياسة الطاقة في موزمبيق وتناثر سكان الريف به. فضلًا عن أن نحو ٢,٧ جيجا وات فقط من إجمالي الإمكانات البالغة ٢٣,٠٠٠ جيجا وات يصلح لمشروعات الطاقة الشمسية المتماشية مع خطط الكهرباء الحالية وخطط تطوير الشبكات. وبالنظر إلى انتشار سكان الريف في مناطق متفرقة، فإن الأنظمة المنزلية للطاقة الشمسية خارج الشبكة والشبكات الصغيرة قد تكون خيارًا مجديًا على الصعيد الاقتصادي لمد الكهرباء المحملة على الشبكة للمجتمعات المحلية المعزولة والمتناثرة.

يملك برنامج الإدارة التنفيذية والتنظيم الإداري EDM واثنان من منتجي الطاقة النرويجيين المستقلين هما: «سكاتيس سولار «Scatec Solar» و «كيه إل بي نورثفاند انفستمنتس» «KLP Norfund Investments» تركيبات كهروضوئية (فوتو فولتية) ويشغلونها فعلًا على نطاق واسع، دخلت هذه التركيبات الخدمة منذ عام ٢٠١٩ وهي قريبة من موكوبا (٤٠ ميجا وات). أما شركة أي بي بي نيون (IPP Neoen) الفرنسية المستقلة» المنتجة للطاقة فهي مسؤولة عن بناء مرفق آخر قدرته ٤١ ميجا وات في «ميتورو»، و «كابو ديلجادو». وإن كانت الأخيرة تعاني من توترات سياسية قد تسفر عن تأخر المشروع. وقد خطط المستثمرون الدوليون لإنشاء ١٢ مشروعًا فوتو فولتيًا إضافيًا بقدرة إنتاجية تتراوح ما بين ١٥ إلى ٤٠ ميجا وات، حيث حصلت ثلاث من المحطات على الموافقة بالفعل، وبقية المشروعات في مراحل دراسة الجدوى.

الطاقة المائية

تملك موزمبيق أحد أكبر إمكانات طاقة المياه في إفريقيا، والتي قُدرت بما يزيد على ١٢,٠٠٠ ميجا وات في عام ٢٠٢٠، خاصة في إقليم تيتي، وعلى نهر الزامبيزي، حيث يقع مرفق كاهورا باصا الكبير بمعدل إنتاج متوقع ٨٠٪ أما الأحواض النهرية المهمة الأخرى القادرة على إنتاج جميع أنواع الطاقة المائية سواء أكانت متناهية الصغر، والصغيرة، والكبيرة، هي أومبيلوزي، ومابوتو، وإنكوماتي، وسيف، وليمبوبو، وبوسزي، وليكونجو، وبنجوي، ولريو، وليجونها، وميسالو وروفوما.

ونظرًا لطبيعة الانتشار السكاني، وحجم الاستثمارات المتاحة لتطوير قطاع الطاقة المتجددة، فإنه من غير المتاح ربط مشروعات طاقة المياه الكبيرة بالشبكة القومية. وبالتالي، قد يساعد تركيب محطات طاقة مائية متناهية الصغر على زيادة معدلات توليد الكهرباء؛ مما يؤدي إلى المزيد من إمكانات توظيف الطاقة المائية في توليد الكهرباء، لتوصيلها إلى المنازل في الريف، والمباني العامة، والتنمية الاقتصادية للقرى الريفية المحلية. وتُجرى الآن دراسات لتقدير فوائد وجدوى زيادة أعداد محطات الطاقة الكهربائية الصغيرة أو توسيعها، مثل المحطة الموجودة في منطقة مانيكا.

شكل (٣٥) محطات الطاقة المائية في موزمبيق ومواقعها

(Source: EDM, 2018)

ويبدو أن مشروعات الطاقة المائية الكبيرة التي خُطط لها تشمل ١,٢٤٥ ميجا وات، ومن بينها تطوير أُجري في ٢٠٢١ لمشروع كاهورا باصا الذي يقع على الشاطئ الشمالي، ومحطة طاقة جديدة قدرها ١,٥٠٠ ميجا وات (مفاندا نكووا) تقع على بعد ٦٠ كيلومترا من كاهورا باصا، حيث متوقع أن يبدأ إنتاجها في عام ٢٠٢٨. كما تشمل مشروعات الطاقة المائية الكبيرة التي خطط لها: كاهورا باصا على الشاطئ الشمالي (١٢٤٥ ميجا وات)، وباروما (٢٠٠-٤٠٠ ميجا وات)، ولوباتا (٦٠٠-٦٥٠ ميجا وات)، ولوريو (١٢٠ ميجا وات)، ومفاندا نكووا (١٥٠٠ ميجا وات)، ومالیما (٦٠ ميجا وات)، ومافوزي ٢ و٣ (٦٠ ميجا وات) علاوة على ماسينجير (٢٥-٤٠ ميجا وات).

طاقة الرياح

يبلغ إجمالي قدرة إنتاج طاقة الرياح في موزمبيق نحو ٤,٥ جيجا وات، ٢٥٪ منها يمكن ربطها بالنظام الموجود بالفعل. وتعد المحافظات الواعدة أكثر من غيرها هي مابوتو، وتيتي، وجازا، وسوفالا وإنهامبين. وقد اعتمد هذا التصنيف على المواقع ذات أعلى متوسط سرعة رياح، حيث يبلغ ٨٠ مترًا (أكثر من ٧ أمتار/ثانية في مابوتو وجازا) وأكثر من ٣,٠٠٠ ساعة تكافئ الطاقة الاسمية. أما القسم الأوسط من تيتي، علاوة على الحد بين محافظتي نامبولا وزامبيزيا فيهما أفضل مورد للرياح وأكثر متوسطات الطاقة كثافة.

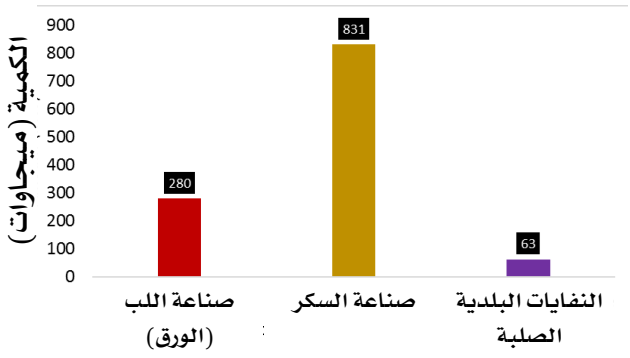
وقد تم اقتراح ثلاثة حقول رياح بإجمالي طاقة إنتاجية ١٦٠ ميجا وات سيبدأ العمل بهم العام الحالي.

الكتل الحيوية:

تمتلك موزمبيق موارد كتل حيوية، تقليدية وحديثة، تُشكِّل ٧٩,٢٪ من إجمالي استهلاك الطاقة ويُعد الفحم والحطب مصادر رئيسة للطاقة المستخدمة في الطهو في موزمبيق، كما في غيرها من بلدان جنوب إفريقيا. وتسمح الأراضي الاستوائية الجافة لموزمبيق بنمو أنواع مختلفة من الأشجار مثل الكولوفوسبيرمام موباني، التي توفر منتجًا عالي الجودة بطيء الاحتراق. لكن استخدام الفحم النباتي كوقود له عواقب وخيمة صحية، وبيئية،

فضلًا عن تسببها في تفاقُم الصراعات، وانتهاك حقوق السكان الأصليين، والعواقب البيئية مثل تجريف الأرض، واجتثاث الغابات. ومن هنا، فإن استخدام موارد الكتل الحيوية على نحو مستدام، طبقًا لمخططات المديرية الوطنية للطاقة الجديدة والمتجددة في موزمبيق ومساعدة شركاء من الاتحاد الأوروبي يمكن أن يجنب البلاد السلبيات سالفة الذكر.

شكل (٣٦) مصادر طاقة الكتلة الحيوية في موزمبيق



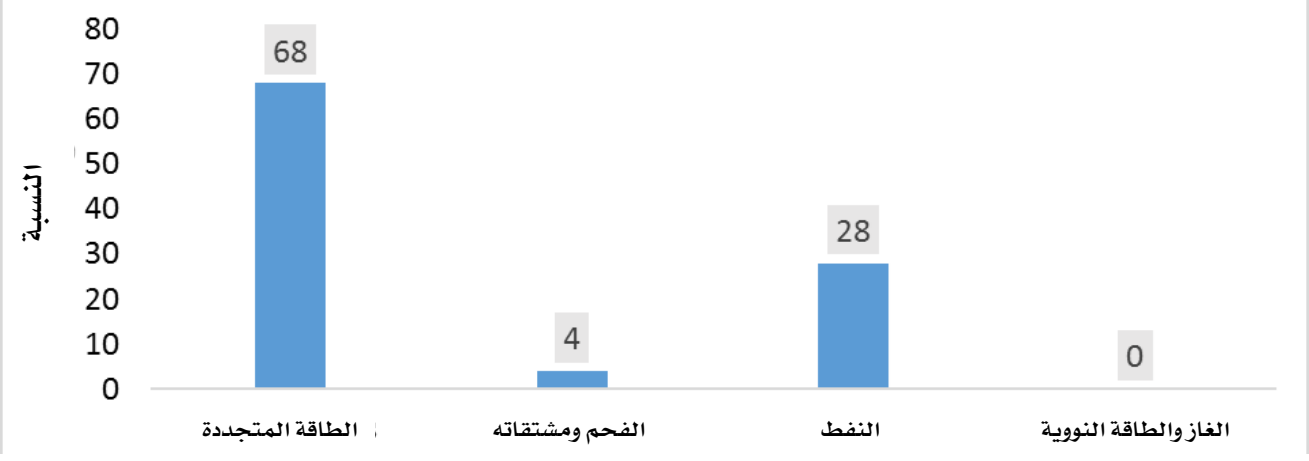
(Source: EDM, 2018)

❖ الطاقة المتجددة في سوازيلاند

تقع سوازيلاند (التي تسمى الآن إسواتيني) في منطقة الجنوب الإفريقي، وتبلغ مساحتها ١٧٣٦٤ كيلو مترًا مربعًا. البلد ليس له أي خط ساحلي؛ فهو «محصور» بين جنوب إفريقيا وموزمبيق، التي تشترك معه في حولي ثلاثة أرباع حدوده مع جنوب إفريقيا على طول الجنوب، والغرب، والشمال، ومع موزمبيق في الشرق.

تعتمد سوازيلاند بشدة على أنواع الوقود الصلب، مثل الخشب، والباجاس (الذي يُعد أحد نواتج صناعة السكر)، والفحم، ومنتجات البترول، ولا تمتلك شركة كهرباء إسواتيني (EEC) إلا نحو ٧٠ ميجا وات من الطاقة الإنتاجية؛ مع نقص يقدر بـ ١٧٠ ميجا وات، ونظرًا إلى أن توليد الكهرباء المحلي غير كاف لتلبية مطالب السوق، تعد سوازيلاند مستوردًا صافيًا للطاقة

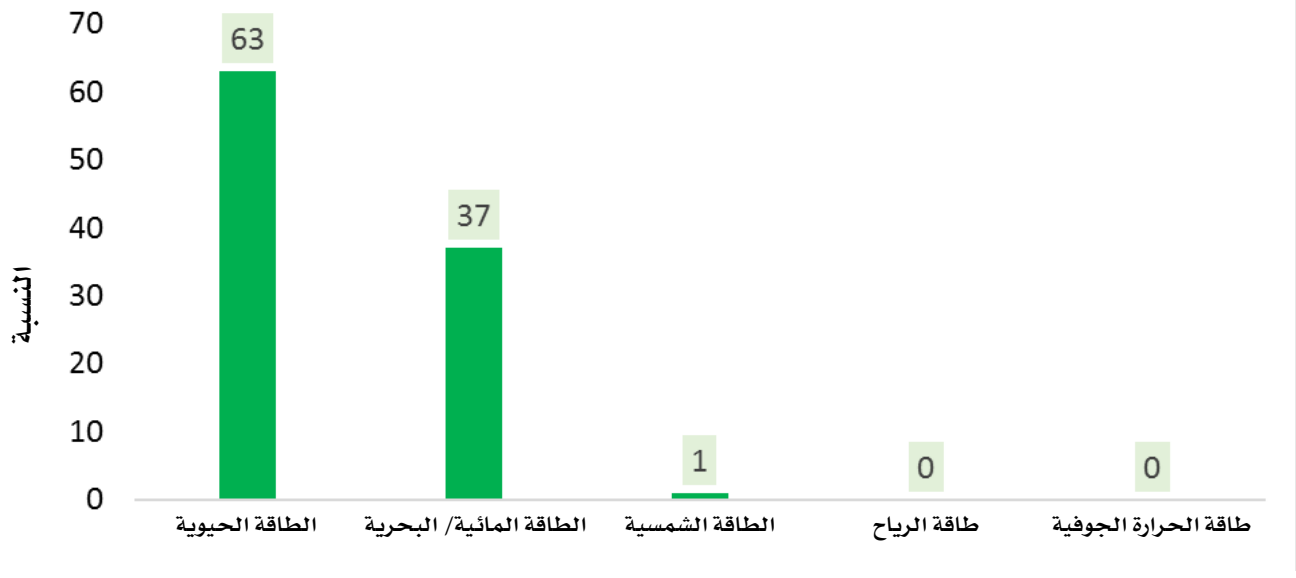
شكل (٣٧) مزيج الطاقة في سوازيلاند في ٢٠١٨



(Source: IRENA, 2021).

وفيما يتعلق بإنتاج الطاقة المتجددة في سوازيلاند، ففي عام ٢٠١٨، كانت النسبة الأكبر للطاقة الحيوية ٩٧٪، و٣٪ طاقة مائية. ولكن في ٢٠٢٠ تطورت قدرة الطاقة المتجددة لمعدل ٦٣٪ للطاقة الحيوية، و٣٧٪ للطاقة المائية، و١٪ للطاقة الشمسية.

شكل (٣٨) مزيج الطاقة المتجددة في سوازيلاند في ٢٠٢٠



(Source: IRENA, 2021).

وقد دعَّمت شركة «باور آفريكا» Power Africa إنشاء محطات إنتاج طاقة في سوازيلاند لإنتاج ١٠ ميجا وات؛ حيث شهد قطاع الطاقة تحولات سريعة مؤخرًا، مع تحرير صناعة الطاقة لجذب استثمارات القطاع الخاص. من بين هذه التطورات: إدخال تشريعات جديدة، ولتنظيم مجال الطاقة، والالتزام بالمعايير الكهربائية. وكل هذه التحسينات تستهدف زيادة معدلات توليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة. مما أدى إلى حصول ٧٣,٥٪ من السكان على مصادر الطاقة عام ٢٠١٧، مقارنة بنحو ٤٢,٩٪ عام ٢٠٠٧، ومن المرجح أن تزداد هذه النسبة إلى ٨٠٪ وفق التقديرات المتاحة.

الطاقة الشمسية:

تتمتع سوازيلاند بموارد طاقة شمسية جيدة. وفقًا لتقرير تقييم جاهزية مصادر الطاقة المتجددة في سوازيلاند (The Swaziland Renewables Readiness Assessment report)، تمتلك البلاد مكانات كبيرة نسبيًا للطاقة الشمسية مع سطوع شمسي أفقي عام يقدر بنحو ٤-٦ كيلو وات ساعة لكل متر مربع لكل يوم، وتستخدم الكهرباء الفوتوفولتية المستمدة من الطاقة الشمسية حاليًا بمعدل شديد الانخفاض. أما بؤر التركيز لمعظم جهود إنتاج الطاقة المتجددة غير المرتبطة بالشبكة فهي النظم الفوتوفولتية الكبيرة والمركبة على أسطح منازل الأفراد من ذوي الدخول المرتفعة، علاوة على الأعمال التجارية والمؤسسات بقدرة تزيد على ٢ كيلو وات.

طاقة الرياح:

أسهمت وزارة الموارد الطبيعية والطاقة في تحديد مناطق الطاقات المتجددة تحت إشراف

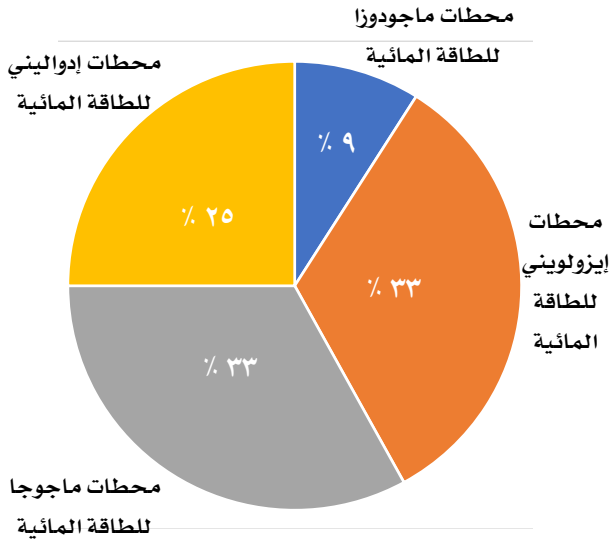
مبادرة ممر الطاقة النظيفة في إفريقيا التابع للوكالة الدولية للطاقة المتجددة «IRENA» الذي نتج عنه مخزون من المناطق التي يمكن إنشاء مشروعات طاقة رياح وطاقة شمسية فيها. حيث تم تحديد ١٧ منطقة لتوليد الكهرباء من الرياح، تبلغ في مجملها ٤,٣٠٠ ميجا وات من قدرة التوليد الممكنة. إجمالي التوليد المتوقع من هذه المناطق يتجاوز بكثير الطلب الوطني المتوقع على الطاقة في ٢٠٣٠.

الطاقة المائية:

أنشأت وزارة الموارد الطبيعية والطاقة (MNRE) -كجزء من أهدافها لتوسيع قطاع الطاقة المائية- قاعدة بيانات للمواقع ذات القدرة على توليد الطاقة، حددت أوليًا ٣٥ مخططًا متناهي الصغر وصغيرًا للطاقة المائية، يتراوح ما بين ٣٢ كيلو وات إلى ١,٥ ميجا وات. وقد تم خفض عدد هذه المخططات بعد ذلك إلى ٢٦ مخططًا، على أساس إمكان توليدها للكهرباء، منها ٤ مخططات صالحة، وتعمل وزارة الطاقة الجديدة والمتجددة على تطويرها وهي نهر المبولوزي (بحد أدنى ١٢٠ كيلو وات)، ونهر لوسوشوانا (٣٠٠ كيلو وات)، ونهر ميبولوزي (١٥٥ كيلو وات) ونهر يوسوثو العظيم (٤٩٠ كيلو وات).

وتقدم محطات الطاقة المائية الأربع ٦٠,٤ ميجا وات من الطاقة، وتسهم عادة بنحو ١٥-١٧٪ من إجمالي الطاقة المستهلكة في سوازيلاند، وهي محطات ماجودوزا (٥,٦ ميجا وات)، وإيزولويني (٢٠ ميجا وات)، وماجوجا (١٩,٨ ميجا وات) وإدواليني (١٥ ميجا وات). الشكل التالي يوضح ذلك:

شكل (٣٩) مصادر الطاقة المائية في سوازيلاند



Source: Hydropower sources in Eswatini, 2019.

يوجد حاليًا في سوازيلاند خمسة منتجين من القطاع الخاص، يديرون محطات طاقة يقترب إجمالي إنتاجها من ١١٠ ميجا وات، باستخدام الكتل الحيوية، والطاقة المائية، وتقنيات محطة الطاقة الكهروضوئية المُولدة من الطاقة الشمسية أيضًا. بقية الكهرباء تستورد من جنوب إفريقيا، وفي حالات محدودة من موزمبيق.

موارد الطاقة المحلية وخيارات تقنيات الطاقة:

❖ قصب السكر:

تمتلك سوازيلاند ثلاثة مصانع للسكر، هي مصانع مهلومي، وسيموني، وأبومبو، وتقع جميعها في الجزء الشرقي من البلد. وينتج عن عملية تصنيع السكر: «الباجاس» و «المولاس»، يستخدم الباجاس مع نشارة الخشب في المراجل (الغلايات) لإنتاج البخار الصناعي الذي يستخدم في توليد الطاقة، بينما يستخدم المولاس لإنتاج الإيثانول. ومن المتوقع أن يزداد إنتاج قصب السكر في البلاد في المستقبل القريب، مما يوفر فرصة لزيادة قدرة التوليد المشترك. وهو ما يمثل فرصة كبيرة

للتنوع في عائدات صناعة السكر. وقد عبرت شركات صناعة السكر عن اهتمامها بزيادة قدرة توليد الطاقة لديها من ١٠٦ ميجا وات إلى ١٦٠ ميجا وات.

❖ **المولاس:**

يعد المولاس منتجًا ثانويًا من صناعة السكر. وقد أنتج منه في السنة المالية ٢٠١٥-٢٠١٦ إجمالي ٢٥٣,٠٧٣ طنًا. يستخدم المولاس أساسًا لإنتاج الإيثانول لصناعات المشروبات والصناعات الدوائية، لكنه يدخل أيضًا في إنتاج الوقود الحيوي.

❖ **نشارة الخشب:**

يتزايد استخدام نشارة الخشب في سوازيلاند بسبب تزايد طلب شركات تصنيع السكر عليها للاستخدام في توليد الكهرباء. ويبلغ متوسط طلب صناعة السكر السنوي على نشارة الخشب حاليًا ٢٠٦ آلاف طن تقريبًا، غير أن صناعة الأخشاب لم تتمكن حتى الآن من تلبية الارتفاع في الطلب، مما دفع الفاعلين الرئيسين في صناعات الأخشاب والسكر لإنشاء اتحاد يقع على عاتقه استكشاف فرص توليد الطاقة باستخدام موارد الكتل الحيوية المتاحة. ولدى صناعة الأخشاب فرصة لأن تزيد من المعروض بالوقود لتلبية ما استجد من توليد الطاقة من الكتل الحيوية؛ من خلال التزويد بنشارة الخشب ونفايات الغابات.

❖ **الحطب:**

تشكل الكتل الحيوية ما يزيد على ٦٠٪ من المصادر الأولية للطاقة في سوازيلاند وتشمل أساسًا نفايات الصناعات الزراعية للتوليد المشترك للكهرباء، والكتل الحيوية التقليدية. ووفقا للإحصاءات منظمة الغذاء والزراعة التابعة للأمم المتحدة، تزايد إنتاج الحطب في سوازيلاند بنسبة ٢٥٪ في العقد الماضي، فوصل إلى ١,٠٩٣,٣٣٣ متر مكعب في عام ٢٠١٢. وزاد إنتاج الفحم النباتي بنسبة ٥٠٪ عبر الفترة نفسها، فوصل إلى ٤٤,٩٣٣ طن. ويمثل إجمالي المنطقة التي تغطيها الغابات في البلد البالغ ٦٢٤,٠٠٠ هكتار.

اتجاهات استخدام أنواع الوقود الحيوية في النقل:

أعلنت الحكومة أن خلط ما يصل إلى ١٠٪ من الإيثانول بالوقود سيكون إجباريًا مع نهاية العام الماضي. على أن يكون مصدر الإيثانول معامل تقطير الإيثانول المحلية (اتحاد مصنعي السكر الملكي بسوازيلاند ومقطري الولايات المتحدة الأمريكية)، الذي يُصنع من المولاس، كمنتج ثانوي لصناعة قصب السكر. وقد قدمت هذه السياسة إلى اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن التغير المناخي (UNFCCC) كجزء من إسهام البلاد على المستوى الوطني. أما عن الديزل الحيوي المستخرج من المواد الغذائية، فهو وقود مناسب ربما يتنافس مع الأمن الغذائي.

إجمالًا، تبدو مجموعة دول الجنوب الإفريقي بحاجة إلى دعم مباشر فيما يتعلق بالاستفادة من مصادر الطاقة المتجددة لديها، وهو اتجاه يبدأ من بلورة السياسات المناسبة التي من شأنها تشجيع الاستثمارات المحلية والإقليمية والدولية في هذا المجال، الأمر الذي يوفر فرصًا لدعم اقتصادات هذه الدول والتي يعاني غالبية سكانها من ارتفاع معدلات الفقر ومحدودية فرص التنمية المستدامة.

نحو دعم سياسيات الطاقة المتجددة في إفريقيا

ختامًا، فإن القارة الإفريقية، على ما يتوافر لديها من إمكانات هائلة من مصادر الطاقة المتجددة، في مقدمتها إمكانات الطاقة الشمسية الكهروضوئية بالقارة، والتي تصل إلى نحو ٧٩٠٠ جيجاوات، ما يجعل إفريقيا تمتلك أحد أكبر الإمكانات العالمية في مجال توليد الطاقة الشمسية، وبالرغم من هذا فإن العديد من هذه المصادر لا يزال غير مستغل بشكل كبير إلى وقتنا الراهن. ولا تتوقف الفرص الضائعة على القارة جرَّاء ذلك على جانب بعينه؛ إذ تمتد لتشمل كافة الجوانب. وفي مقدمتها النمو الاقتصادي والرفاهية الاجتماعية، حيث تشير الدراسات إلى أن تحول إفريقيا نحو نظم الطاقة المتجددة بعيدًا عن الوقود الأحفوري، يمكن أن يؤدي إلى ارتفاع إجمالي الناتج المحلي بنسبة تُقدر بـ ٦,٤٪، وتزايد فرص التوظيف على مستوى القارة بنسبة تبلغ ٣,٥٪، وتحسُّن مؤشر الرفاهية بدول القارة بنحو ٢٥,٤٪ بحلول عام ٢٠٥٠. هذا إلى جانب الأثر البيئي الإيجابي الذي تنطوي عليه كونها غير ملوثة للبيئة. فضلًا عن دورها في تقليل الصدمات الخارجية المحتملة على الاستثمارات في قطاع الطاقة نتيجة للتحركات المستمرة في أسعار الوقود الأحفوري.

وعلى هذا النحو، تبرز الحاجة إلى التحرك على وجه السرعة لدفع عجلة الاستثمار في مجال الطاقة المتجددة بالقارة الإفريقية، خصوصًا وأنه وفقًا لـ «الوكالة الدولية للطاقة المتجددة»، فإن إفريقيا لم تتلق على مدار العقدين الماضيين سوى ٢٪ فقط من الاستثمارات العالمية في هذا المجال، مع تدفق الغالبية العظمى من الاستثمارات إلى عدد محدود من الدول دون غيرها.

وبالنسبة لمصر، فإنه ثمة فرص واعدة للاستثمار بشكل أكبر في مصادر الطاقة المتجددة بالقارة، لا سيَّما وأن مصر تعد من بين النماذج الرائدة في توظيف الطاقة المتجددة في دعم الاقتصادات المحلية لدول القارة، إلى جانب المغرب وكينيا وجنوب إفريقيا.

وطبقًا للمشهد الإفريقي الراهن في مجال الطاقة المتجددة والذي أوضحه التقرير فربما يكون من الضرورة بلورة السياسيات الإفريقية لدعم عدد من الاتجاهات منها:

- ❖ الاهتمام بالطاقة الشمسية كأحد أهم الروافع لدعم قطاع الطاقة الإفريقي، وذلك بتكنولوجيا التخزين في البطاريات التي أثبت جدارتها في مواجهة تكنولوجيا الألواح الشمسية، خصوصًا في دول شمال إفريقيا.
- ❖ الانتباه للطاقة الحرارية الأرضية في إفريقيا والمنبعثة من الأخدود الإفريقي العظيم الممتد من زامبيا وحتى مصر مارًا بدول شرق إفريقيا ومتضمنًا كل من إثيوبيا والسودان.
- ❖ لَفت أنظار صناديق الاستثمار العالمية لتوجيه الاهتمام بمجالات الطاقة المتجددة في إفريقيا، وكذلك دعم البنية التحتية لشبكات الكهرباء القومية متعددة المصادر، وذلك نظرًا لانعكاس ذلك مباشرة على معدلات التنمية وبالتالي دعم معطيات الاستقرار السياسي في إفريقيا.
- ❖ دعم قدرات الدول الإفريقية من جانب صندوق دعم الدول المتضررة من التغير المناخي في استغلال طاقة الرياح المتوافرة في دول الساحل الإفريقي خصوصًا الصومال.
- ❖ الاهتمام بتحديث أجهزة الأرصاد الجوية في دول جنوب الصحراء بهدف الحصول على معلومات واقعية بشأن معدلات هطول الأمطار، وهو الأمر المنعكس على القدرات المتعلقة بالاستفادة من الطاقة المائية، خصوصًا على المساقط الصغيرة ومتوسطة الحجم.