African Journal of Advanced Pure and Applied Sciences (AJAPAS)
Online ISSN: 2957-644X
Volume 4, Issue 4, 2025
Page No: 42-53
Website: https://aaasjournals.com/index.php/ajapas/index
ISI 2025: 1.126 **SJIFactor 2024: 6.752** **معامل التأثير العربي: 1.62**

نماذج وأنماط دولية رائدة في استخدام تقنيات الطاقات المتجددة الخضراء

د. أحمد علي احمد العويني *
المركز الليبي لأبحاث ودراسات المياه والتربة ومكافحة التصحر، الهيئة الليبية للبحث العلمي، ليبيا

Leading international models and patterns in the use of renewable energies

Ahmed Ali Owainy *
Libyan Center for Water, Soil and Combating Desertification Research and Studies,
Libyan Authority for Scientific Research, Libya

*Corresponding author: ahmedalawyne@gmail.com

Received: August 08, 2025	Accepted: September 25, 2025	Published: October 07, 2025

الملخص

هذه الدراسة تغطي السياسات، والتجارب الرائدة حول العالم لأنماط ونماذج دولية في الطاقات المتجددة. ومن أبرز هده النماذج هو النموذج الألماني (Energiewende) الذي يهدف الى التحول الشامل من الوقود الأحفوري والطاقة النووية إلى الطاقة المتجددة. حيت ركزت السياسة الالمانية علي تقديم دعم مالي كبير لهذه المشاريع عبر تعرفة التغذية (Feed-in Tariff).و مشاركة المجتمعات المحلية في مشاريع الطاقة. الناتج أكثر من 40% من الكهرباء من مصادر متجددة (2023). تطوير صناعة وطنية في الطاقة الشمسية وطاقة الرياح. اما النموذج الدنماركي كان التركيز على طاقة الرياح الميزات هي أكثر من 50% من الكهرباء من طاقة الرياح. شبكات ذكية وتخزين متقدم. مشاركة مجتمعية قوية في مشاريع الرياح. في حين كانت الإستراتيجية المتبعة في النموذج الصيني هي الريادة الصناعية في إنتاج تكنولوجيا الطاقة المتجددة، والسياسات تمثلت في دعم التصنيع المحلي للطاقة الشمسية والبطاريات. أهداف واضحة ضمن خطط خمسية. النتائج: الصين أكبر منتج ومستخدم للطاقة الشمسية وطاقة الرياح عالميًا. استثمارات ضخمة في شبكات الطاقة الفائقة. اما النموذج المغربي فقد كان التركيز على الطاقة الشمسية والرياح مشروع نور للطاقة الشمسية: أحد أكبر المشاريع في العالم. إستراتيجية وطنية: تحقيق 52% من الكهرباء من مصادر متجددة بحلول 2030. النموذج الهندي التحفيز: الحاجة للطاقة وتلوث الهواء السياسات: مشاريع ضخمة للطاقة الشمسية (مثل: مشروع Rewa). دعم للتمويل والبنية التحتية. الأهداف: 500 جيغاوات من الطاقة المتجددة بحلول2030.

الكلمات المفتاحية: الطاقة المتجددة، تقييم السياسات والتكنولوجيا، تحديات الطاقة المتجددة، مستقبل الطاقة المتجددة، الاقتصاد الأخضر.

Abstract

This study covers policies and leading experiences around the world for international renewable energy models and approaches. The most prominent of these models is the German model (Energiewende), which aims for a comprehensive transition from fossil fuels and nuclear power to renewable energy. German policy focused on providing significant financial support for these projects through feed-in tariffs and local community participation in energy projects. More than 40% of electricity generated from renewable sources (2023) and the development of a national solar and wind energy industry. The Danish model focused on wind energy, with features including more than 50% of electricity generated from wind power, smart grids and advanced storage, and strong community participation in wind projects. The strategy pursued in the Chinese model was to be an industrial leader in renewable energy technology production, and policies supported local manufacturing of solar energy and batteries. Clear objectives were included in five-year plans. Results: China is the largest producer and user of solar

and wind energy globally. Huge investments in super grids. The Moroccan model focused on solar and wind energy. The Noor Solar Energy Project: one of the largest in the world. National strategy: achieving 52% of electricity from renewable sources by 2030. The Indian model: Motivation: Energy demand and air pollution. Policies: Mega-solar energy projects (e.g., Rewa). Support for financing and infrastructure. Goals: 500 gigawatts of renewable energy by 2030.

Keywords: Renewable energy, policy and technology assessment, renewable energy future, green economy.

مقدمة:

يشهد العالم تحوّلاً متسارعًا في أنظمة الطاقة، مدفوعًا بتحديات التغير المناخي، وتقلبات أسعار الوقود الأحفوري، ومخاوف أمن الإمدادات. في هذا السياق، أصبحت الطاقات المتجددة خيارًا استراتيجيًا يجمع بين الجدوى الاقتصادية والاستدامة البيئية. تهدف هذه الورقة إلى تحليل الاتجاهات الاقتصادية العالمية للطاقات المتجددة من حيث الاستثمارات، إضافة إلى إبراز التجربة المغربية كنموذج لدولة نامية نجحت في توظيف مواردها من الطاقة المتجددة التي تستمد من الموارد الطبيعية التي تتجدد باستمرار اي لا تنفذ. ويطلق عليها أيضا اسم الطاقة المستدامة لان مصادرها دائمة دوام الحياة على كوكب الأرض ولا تحتاج مصادرها الى استخراج او تعدين فهي طبيعية 100 %. وتسمى أيضا بالطاقة الخضراء لأنها لا ينتج عنها مخلفات او غازات تعمل على زيادة الاحتباس الحراري مثل ثاني وكسيد الكربون او أكسيدات النيتروجين. استخدام الطاقة المتجددة يساعد في توفير المال وضمان بيئة صديقة.

بالرغم من أن الطاقة المتجددة تُعتبر مصدرا جديدا للطاقة، إلا أنها كانت تستخدم منذ القدم في التدفئة والنقل والإضاءة وغيرها من الاحتياجات البشرية. إذ قامت الرياح بتشغيل قوارب الإبحار وطواحين الهواء لطحن الحبوب. وقدمت الشمس الإضاءة خلال النهار وساعدت في التدفئة في الأيام الباردة. ولكن تحول البشر بشكل متزايد إلى مصادر طاقة مكلفة أقل وأقوى مثل الفحم والغاز الطبيعي منذ الخمس مئة عام الأخيرة. وتنتج الطاقة المتجددة من الطاقة الشمسية، طاقة الرياح التي تعتبر اكثر الموارد المتجددة نمواً، كذلك من طاقة الأمواج، الطاقة المائية، الطاقة الجوفية، طاقة المد والجزر والطاقة الحيوية المستمد من الكائنات الحية سواء النباتية أو الحيوانية منها، و تتوفر الطاقة المتجددة بكميات هائلة وغير محدودة لكن لم تستخدم ولم تستثمر منها إلا كميات قليلة بسبب عدم توفر التكنولوجيا ورأس المال اللازم [1].

بدا الاهتمام بالطاقة المتجددة والسعي نحو الاستفادة منها بعد أزمة البترول عام 1973م؛ لكن أصبحت مسألة مهمة جداً ولا يخضع الاهتمام بها لتقلبات أسعار البترول أو الغاز، حيث أصبحت تحركها نظرة واقعية لمحدودية مخزون الطاقة القابلة للنفاذ وآثارها المدمرة على البيئة وحجم الطلب المتنامي على الطاقة حول العالم وأثرها على الاقتصاد العالمي والسياسة الدولية. وتنبع أهمية الطاقة من أنها تدخل في مفهوم الموارد الاقتصادية سواء كانت بيولوجية أو فيزيائية، وعند استغلالها تعود بالنفع على الدول وشعوبها وكثير من الشواهد تدل على ذلك. تكتسب الطاقات المتجددة أهمية اقتصادية متزايدة فهي وسيلة هامة لتقليل الاعتماد على الوقود الاحفوري خيارا مستقرا في التكلفة مقارنة بتقلب أسعار النفط والغاز. ومحركا مهم لخلق فرص عمل في مجالات التركيب والصيانة والتصنيع. كما إنها محفز للابتكار التكنولوجي. ويساهم الاستثمار في الطاقة المتجددة في تحسين التوازن التجاري للدول المستوردة للطاقة، ودعم الناتج المحلي الإجمالي، وزيادة مرونة الاقتصاد [2].

أهم العوامل التي دفعت الدول بالاهتمام بالطاقة المتجددة وهي [3] :

- كون الطاقة التقليدية تصنف من المواد الناضبة.
- اعتبار الطاقة التقليدية من أهم الأسباب الداعية التلوث البيئي
- السياسات المعيقة للاستهلاك وإنتاج الطاقة التقليدية في العالم
- الاهتمام العالمي المتزايد بالتنمية المستدامة والطاقات المتجددة خاصة الطاقة الشمسية.
- الاهتمام المتزايد من الدول العربية بتنمية إمكانياتها من الطاقات المتجددة خاصة منها الطاقة الشمسية والرياح .

مشكلة الدراسة:

رغم التطور العالمي في مجال الطاقات المتجددة. الا ان اختلاف السياسات والنمآذج بين الدول يخلق تفاوت في معدلات النجاح والتحديات. مما يستدعي اجراء مقارنة بين هده النماذج للاستفادة منها.

أهداف الدراسة:

1. عرض وتحليل نماذج مختارة من الدول الرائدة في الطاقات المتجددة.
2. مقارنة بين السياسات والاليات المستخدمة في كل تجربة.
3. استنتاج أفضل الممارسات

فرضية الدراسة:

لمحاولة الإجابة على إشكالية الدراسة، يتم تبني الفرضية الآتية:

يوجد توجه عالمي كبير نحو إنتاج واستغلال الطاقات المتجددة.

أهمية الدراسة :

1. تبرز أهمية البحث من الأهمية العالمية المتزايدة للبيئة، وأهمية الطاقة المتجددة في حماية البيئة لأجل التنمية المستدامة،
2. إبراز التجارب العالمية التي يمكن الاستفادة منها في تطوير استراتيجيات الطاقات المتجددة .
3. المساهمة في فهم التوجهات العالمية نحو الاستدامة في الطاقة.
4. تقديم توصيات يمكن الاستفادة منها في التسريع للانتقال لطاقات المتجددة .

الدراسات السابقة:

تشير الدراسات (IEA.2023; IRRMA.2024) الي ان الطاقات المتجددة تمتل اكثر من 30% من انتاج الكهرباء عالميا و تؤكد الابحاث والدراسات ان نجاح الدول في هذا المجال يتمثل في محاور رئيسية هي : التمويل والاستثمار، السياسات الحكومية ، والابتكار التكنولوجي [4-5] تبين دراسة فريدة كاي (2016)بعنوان الطاقات المتجددة بين التحديات الواقع ومأمول المستقبل: التجربة الالمانية نموذجا : وقد استخدمت الباحثة في هذه الدراسة المنهج الوصفي التحليلي لوصف وتحليل البيانات عن واقع الطاقات المتجددة في المانيا وتوصلت الي عدة نتائج أبرزها: ان السبب الأساسي لعرقلة استخدام الطاقات المتجددة هو الاعتماد علي الطاقات الاحفورية وان الحل الأمثل لربط بين اقتصاد قوي وبيئة نظيفة هو التحول إلي استخدام الطاقات المتجددة . كما ان المانيا في الآونة الأخيرة تبنت سياسات قوية وتحفيزية للطاقات المتجددة ومنحت امتيازات لتمويل وتحفيز مشاريع الطاقات المتجددة وهو ما جعلها تجربة رائدة يحتدا بها في هدا المجال [6].

(2014) Performance of Renewable Energy Auctions: Experience in Brazil, China and India

تناولت هذه الورقة البحثية تصميم وأداء آليات المزادات المستخدمة لنشر الطاقة المتجددة في ثلاثة اقتصاديات ناشئة: البرازيل والصين والهند. ويركز التحليل على تجارب هذه الدول في أبعاد مختلفة، بما في ذلك خفض الأسعار، وديناميكيات العطاءات، والتنسيق مع تخطيط النقل، واستراتيجيات توزيع المخاطر، ومسألة المحتوى المحلي. وقد لجأت العديد من الدول إلى المناقصات التنافسية العامة كآلية لتطوير قطاع توليد الطاقة المتجددة في السنوات الأخيرة. على ارتفاع عدد الدول التي تطبق نوعًا من إجراءات المزاد من تسع دول في عام مند 2009 إلى 36 دولة بحلول نهاية عام 2011 وحوالي 43 دولة في عام 2013. وبشكل عام، يُعد استخدام المزادات أمرًا منطقيًا عندما تتوقع الجهة المتعاقدة عددًا كبيرًا من العطاءات المناسبة المحتملة، بحيث تُعوّض مكاسب المنافسة وتكاليف التنفيذ [7].

حيث تناولت العديد من الدراسات العلمية التجارب الدولية في مجال الطاقات المتجددة، نظرًا لأهميتها في تحقيق الأمن الطاقي وتقليل الانبعاثات الكربونية. وتشير دراسة Jacobson et al. (2017) إلى أن الانتقال الكامل إلى طاقات متجددة بنسبة 100% ممكن تقنيًا واقتصاديًا في معظم دول العالم، شريطة تبني سياسات داعمة واستثمارات مستدامة في البنية التحتية. وقد ركّز الباحثون على حالات محددة مثل الولايات المتحدة وألمانيا والدنمارك، معتبرين أن هذه الدول أظهرت قابلية فعلية للانتقال نحو مصادر طاقة نظيفة [8].

في السياق الأوروبي، أوضحت دراسة Schmid and Schreiber (2019) أن التجربة الألمانية في "التحول الطاقي " (Energiewende)تمثل نموذجًا متقدمًا، حيث ساعدت الحوافز المالية والتشريعات البيئية الصارمة على رفع نسبة مساهمة الطاقات المتجددة إلى أكثر من 40% من مزيج الكهرباء. ومع ذلك، أشار الباحثان إلى تحديات تتعلق بتقلبات الإنتاج والحاجة إلى تطوير تقنيات التخزين [9]

.أما في الصين، فقد ركزت دراسة Zhao et al. (2020) على التطور السريع في صناعة الطاقة الشمسية، حيث تُظهر النتائج أن السياسات الحكومية الموجهة، والدعم الصناعي، والتوسع في التصنيع المحلي ساهمت في جعل الصين المنتج الأول عالميًا للألواح الشمسية، مع نمو سنوي تجاوز 20% خلال العقد الأخير[10]

.وفي السياق العربي، تناولت دراسة Ben Ali and Mahjoub (2021) تجربة المغرب، مشيرة إلى أن مشروع "نور" للطاقة الشمسية في ورزازات يُعدّ من أكبر المشاريع المركّزة للطاقة الشمسية في العالم، وأنه يمثّل خطوة نوعية نحو تحقيق هدف البلاد المتمثل في تغطية أكثر من 50% من حاجتها للطاقة من مصادر متجددة بحلول عام 2030 [11] .

من جانب آخر، تناولت دراسة Kaldellis and Zafirakis (2018) دور طاقة الرياح في دول مثل اليونان والدنمارك، مشيرين إلى أن التوسع في مزارع الرياح يتطلب تحسين تقنيات الشبكات الكهربائية ونماذج التنبؤ بالطلب .تشير هذه الدراسات مجتمعة إلى أن نجاح تجارب الطاقات المتجددة يعتمد على مزيج من العوامل: الإرادة السياسية، التمويل، التطوير التكنولوجي، وإشراك المجتمع المحلي. ومع ذلك، تظل التحديات المتعلقة بالتخزين، واستقرار الشبكات، وتكامل مصادر الطاقة المتجددة مع أنظمة الطاقة التقليدية قائمة، وتدعو لمزيد من البحث والتجريب يمكن أن تلعب التقنيات الخضراء دورًا حاسمًا في تحسين الاستدامة البيئية من خلال تعزيز التنمية المستدامة والحد من الآثار البيئية السلبية. وقد ساهم استهلاك مصادر الطاقة التقليدية، مثل الوقود الأحفوري، في تغير المناخ وتلوث الهواء ومشاكل بيئية أخرى [12]. من ناحية أخرى، صُممت التقنيات الخضراء للحد من الآثار البيئية للأنشطة الاقتصادية مع تعزيز النمو المستدام . وتشمل التقنيات الخضراء مجموعة واسعة من الحلول المبتكرة والمستدامة، مثل مصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الكهرومائية، والمباني والأجهزة الموفرة للطاقة، وأنظمة النقل المستدامة. تتمتع هذه التقنيات بالقدرة على تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وتلوث الهواء والماء والتأثيرات البيئية السلبية الأخرى المرتبطة بالنمو الاقتصادي.

أهمية الطاقات المتجددة

إن الأنشطة البشرية وخاصة الصناعية تثقل كاهل الغلاف الجوي بمجموعه من الغازات يأتي في مقدمتها غاز ثاني أكسيد الكربون . هذه الغازات هي بمثابة غلاف حاصر للحرارة. والنتيجة هي مجموعة من التأثيرات الضارة، التي باتت ملحوظة الآن في كوكبنا . وخلال السنوات السبعين الماضية ازداد ثاني أكسيد الكربون بنسبة 20 % مما تسبب في ارتفاع درجة حرارة ارض بمقدار 2^0C وأدى إلى زيادة سخونة الأرض بمقدار Wat 6. وكذلك زيادة انبعاث غاز الميثان بمعدل 7% الذي يسبب في سقوط الأمطار الحمضية. كما أدي إلي زيادة الأمطار في بعض مناطق الكرة الأرضية وانحباسها في مناطق أخرى. وسقوط الأمطار قد ازداد بنسبة 15% مما أدى إلى ارتفاع مستوى سطح البحر بمقدار 10.5cm خلال القرن الماضي مما أدى إلى انغمار بعض الأراضي الصالحة للزراعة ، وذوبان الثلوج واختفاء الغابات في مناطق أخري, ان غاز ثاني أكسيد الكربون وغيره من انبعاث الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي، ومعظم هذه الانبعاثات تأتي من الوقود الأحفوري مثل الفحم والغاز الطبيعي [13].

وفي مؤتمر كيوتو باليابان اتفق معظم رؤساء الدول على تخفيض إنتاج ثنائي أكسيد الكربون في الأعوام القادمة وذلك لتجنب التهديدات الرئيسية لتغير المناخ بسبب التلوث واستنفاذ الوقود الأحفوري، بالإضافة للمخاطر الاجتماعية والسياسية للوقود الأحفوري والطاقة النووية.

وتنبع أهمية الطاقة من أنها تدخل في مفهوم الموارد الاقتصادية سواء كانت بيولوجية أو فيزيائية، وعند استغلالها تعود بالنفع على الدول وشعوبها وكثير من الشواهد التاريخية تدل على ذلك، لكن كانت هذه الموارد موارد قابلة للنفاذ مثل الفحم الحجري والنفط والغاز وتسمى الموارد غير المتجددة بمعنى أنها موجودة في الطبيعة بكميات محدودة وما يستنفذ منها لا يعوض، رغم ان وجود الموارد أو احدها يشكل ثروة لأى بلد وبالتالي تؤثر على اقتصاديات هذا البلد بدءً من نوعية النشاط الاقتصادي ومسار خطط التنمية والازدهار والرفاه الاقتصادي. وينبغي أن نضع في اعتبارنا أن هذه الموارد غير المتجددة يكون لها تأثير سلبي على البيئة حيث أنها تؤثر على النظم البيئية، والتلوث، واستنزاف الموارد الذي سوف يؤثر على الاجيال القادمة التي لن تجد هذه الموارد متاحة والتي هي ليست ملك جيل واحد فقط، أيضاً السعي الى هذه الموارد يشعل الصراعات والحروب الاقليمية والدولية. وتكمن أهمية الطاقة المتجددة في كونها لا تنفذ، يمكن أن توفر كل من الرياح القوية، والسماء المشمسة، والمواد النباتية الوفيرة، والحرارة من الأرض، والمياه سريعة الحركة، إمدادا هائلا ومتجددا من الطاقة.

من بين أهم مصادر الطاقة المتجددة في العالم ما يلي:

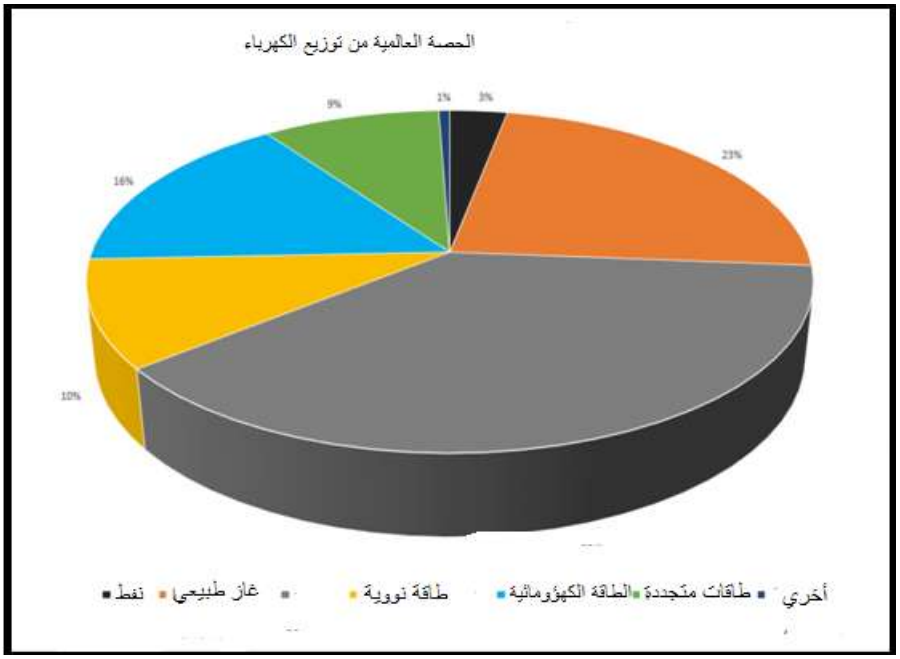
أولا/ الطاقة الشمسية.

الطاقة الشمسية هي من أهم أنواع الطاقة التي يمكن للإنسان استغلالها ، فهي طاقة دائمة ومتجددة ونظيفة، تشع علينا من الشمس يوميا بمقدار ثابت، ولا ينتظر أن تفنى إلا عند فناء العالم، فالشمس كرة متوهجة من الغازات يبلغ قطرها1.39 مليون كيلومتر، وتبلغ درجة حرارتها عند السطح حوالي 5762 درجة مطلقة، وتستمد الشمس هذه الطاقة العظيمة من تفاعلات الاندماج النووي الذي يحدث بين أنوية ذرات الهيدروجين والتي تتحول في النهاية إلى ذرات هليوم. وتهبط طاقة الشمس على هيئة إشعاعات كهرومغناطيسية ، حيث يكون حوالي 4%منها أشعة مرئية، ونحو % 45 منها أشعة تحت الحمراء، ونحو % 8 منها أشعة فوق البنفسجية وتنبعث طاقة الشمس بمعدل ثابت تقريبا يسمى بالثابت الشمسي ويقدر بنحو 1.35كيلو وات/م 2 ، ولا يصل من هذه الطاقة إلى الأرض إلا نحو% 70 ، منها وينعكس الباقي وهو % 30 إلى الفضاء مرة أخرى على هيئة موجات وإشعاعات وعلى رغم المساهمة المتواضعة للطاقة الشمسية من إجمالي الطاقات المتجددة فقد إستقطبت إهتماما واسعا وتميزت بمعدلات نمو عالية نسبيا حوالي % 60 سنويا، وهي تعتمد على السقوط المباشر لأشعة الشمس، ولذلك فهي مناسبة للمناطق الصحراوية وقدر إجمالي الطاقة المركبة في العالم التي تنتج من المحطات الحرارية الشمسية بنحو 354 ميغاواط في عام2005 [14] .

الاتجاهات العالمية لسياسات الطاقة المتجددة

تقسم مصادر الطاقة المتجددة إلى فئتين وهما الطاقات المتجددة والطاقة الكهرومائية. وتقوم الفئة الثانية على الطاقة المائية التي كانت موجودة منذ فترة طويلة. وما تزال الطاقة المائية تنتج الكهرباء عالميا بنسبة أكبر مقارنة بما تنتجه فئة الطاقة المتجددة التي ترتكز في المقام الأول على طاقة الرياح والطاقة الشمسية اللتان تشهدان نموا سريعا، علاوة على التكنولوجيات المتجددة الأكثر نضجا على غرار طاقة الحرارة الأرضية والطاقة الناتجة عن الكتلة الحيوية. ومن أجل رؤية هذه الأرقام من منظورها الصحيح، يوضح الرسم البياني التالي الحصص العالمية التي ساهم بها كل مصدر من مصادر الطاقة الرئيسية في توليد الكهرباء. و في سنة 2020 قد تم تعزيز الانتشار العالمي للطاقة المتجددة من خلال مجموعة من العوامل، بقيادة سياسات حكومية استباقية. وتشمل هذه العوامل تطبيق معايير محفظة الطاقة المتجددة، وتوفير تعريفات التغذية، وآليات المزاد، وتوافر الإعفاءات الضريبية [14]. وقد أدت هذه السياسات، إلى جانب المبادرات المخصصة لتعزيز البحث والتطوير، إلى تهيئة أرض خصبة لازدهار قطاعات الطاقة المتجددة. وفي الوقت نفسه، أدى التهديد الوشيك لتغير المناخ، إلى جانب الوعي الحاد بالآثار الضارة لاستهلاك الوقود الأحفوري، إلى زيادة الاهتمام بالطاقات المتجددة [15]. وقد ترجم الوعي البيئي المتزايد للمجتمع إلى طلب قوي على بدائل طاقة أنظف ومستدامة، مما يمثل تحولًا نموذجيًا في تفضيلات الطاقة [16]. ومع ذلك، وعلى الرغم من الخطوات الجديرة بالثناء التي تم إحرازها في مجال الطاقة المتجددة، فإن الرحلة

ليست خالية من العقبات. فهناك تحديات ملحة تتطلب اهتمامًا وحلًا عاجلين لتمهيد الطريق للتوسع السلس للطاقة المتجددة. تشمل هذه التحديات قضايا تتعلق بتكامل الشبكة، وانقطاع بعض مصادر الطاقة المتجددة، والحاجة الملحة إلى حلول فعّالة لتخزين الطاقة، والتعامل مع البيئات التنظيمية، وتنمية القبول العام. ومع التقدم التكنولوجي المستمر والعزيمة السياسية المتنامية، هناك مسار واضح للتغلب على كل هذه التحديات. ومن المتوقع أن يحافظ مسار النمو الدولي للطاقة المتجددة على اتجاهه التصاعدي مع توجه المجتمع العالمي نحو حلول تعالج مشاكل البيئة بسبب تغير المناخ، وتعزز أمن الطاقة، وتحفز النمو الاقتصادي المستدام. وتقف الطاقة المتجددة في قلب هذا التحول، وهي على أهبة الاستعداد للعب دور لا غنى عنه في تشكيل مشهد الطاقة العالمي المستقبلي [10،11]. وبينما نشهد اليوم تطورًا مستمرًا في التكنولوجيا، مدعومًا بسياسات داعمة وتأييد عالمي، فإن الطاقة المتجددة على وشك ترسيخ مكانتها كمساهم رئيسي في منظومة الطاقة العالمية، مما يبشر بعصر جديد للاستخدام المستدام للطاقة.



الشكل (1): الحصص العالمية في إنتاج الكهرباء من مصادر الطاقة المختلفة

لا يزال الفحم مصدر الكهرباء المهيمن في جميع أنحاء العالم، على الرغم من أن الغاز الطبيعي احتل الصدارة في الولايات المتحدة. مع ذلك، سجلت مصادر الطاقة المتجددة نموا سريعا خلال العقد الماضي، وهي اليوم على وشك الإطاحة بالطاقة النووية على مستوى العالم. ففي سنة 2018، كانت الطاقة النووية مسؤولة عن توليد 2.701 تيراواط ساعي من الكهرباء، مقارنة بنحو 4.193 تيراواط ساعي للطاقة المائية و2.480 لمصادر الطاقة المتجددة. في المقابل، أنتج الفحم طاقة أكبر من جميع الفئات الثلاث مجتمعة [17].

مع ذلك، تشير معدلات نمو الفئات المختلفة لتوليد الكهرباء إلى مسألة مغايرة. فعلى امتداد العقد الماضي، وبين سنة 2007 و2017، نمت الكهرباء الناتجة عن الفحم في العالم بمعدل سنوي قدره 1.7 بالمئة. وفي الواقع، انخفض توليد الطاقة النووية خلال تلك الفترة بنسبة 0.4 بالمئة سنويا، وذلك نتيجة كارثة فوكوشيما النووية في سنة 2011. في الأثناء، نما توليد الطاقة المائية بمعدل سنوي متوسط قدره 2.8 بالمئة، وبالتالي، تعتبر معدلات النمو هذه إشارة إلى مصادر الطاقة الناضجة. لكن، لنقم بمقارنة معدلات النمو هذه مع تلك المتعلقة بمصادر الطاقة المتجددة.

بين سنة 2007 و2017، نمت فئة الطاقات المتجددة بمعدل سنوي متوسط قدره 16.4 بالمئة. ولكن ضمن هذه الفئة، نمت الطاقة المتأتية من الحرارة الأرضية والكتلة الحيوية بمعدل سنوي قدره 7.1 بالمئة. وعلى النقيض من ذلك، نمت الطاقة المتأتية من الرياح بمعدل سنوي قدره 20.8 بالمئة ومن الشمس بمعدل سنوي قدره 50.2 بالمئة، على امتداد العقد الماضي وفيما يلي، الاتجاهات العالمية للطاقة الشمسية منذ سنة 2000 [18]:

توليد الطاقة الشمسية العالمية

في سنة 2018، تصدرت الصين قائمة أكبر المنتجين للطاقة الشمسية في العالم مرة أخرى، حيث حصلت على 30.4 بالمئة من الحصص على مستوى العالم. وقد حافظ البلد الآسيوي على معدل نمو هائل في 2018، مع ارتفاع معدل توليد الطاقة الشمسية بنسبة 50.7 بالمئة مقارنة بسنة 2017. ومن سنة 2007 إلى 2017، زادت الصين من توليد الطاقة الشمسية بمعدل سنوي متوسط يزيد عن 100 بالمئة بقليل [19].

من جانبها، ما تزال الولايات المتحدة تحتل المرتبة الثانية على مستوى العالم بحصة تبلغ نسبتها 16.6 بالمئة. وقد ارتفع توليد الطاقة الشمسية في الولايات المتحدة بنسبة 24.4 بالمئة خلال سنة 2017. وعلى مدار العقد الماضي، زادت الولايات المتحدة من الطاقة الشمسية بمعدل سنوي متوسط قدره 53.2 بالمئة. وتلي الصين والولايات المتحدة، على قائمة الدول الخمسة الأولى في توليد الطاقة الشمسية، كل من اليابان (12.3 بالمئة) وألمانيا (7.9 بالمئة) والهند (5.3 بالمئة). وما تزال طاقة الرياح تتقدم الطاقة الشمسية في توليد الكهرباء على مستوى العالم. ففي سنة 2018، استُخدمت طاقة الرياح لتوليد 1.270 تيراواط ساعي من الكهرباء، مقابل 585 تيراواط ساعي للطاقة الشمسية. مع ذلك، تسير الطاقة الشمسية على الدرب الصحيح من أجل تجاوز طاقة الرياح خلال العقد المقبل.

تحديد الأهداف

أهداف الطاقة المتجددة هي أهداف كمية للقدرة المركبة أو توليد الطاقة المتجددة. حتى عام 2016، وضعت 176 دولة أهدافًا للطاقة المتجددة على المستوى الوطني أو دون الوطني (REN21 2017). أمثلة على أهداف الطاقة المتجددة معروضة في الجدول (1) التالي:

الجدول (1): أمثلة على أهداف الطاقة المتجددة لبعض الدول المصدر: شبكة سياسات الطاقة المتجددة للقرن الحادي والعشرين 2017

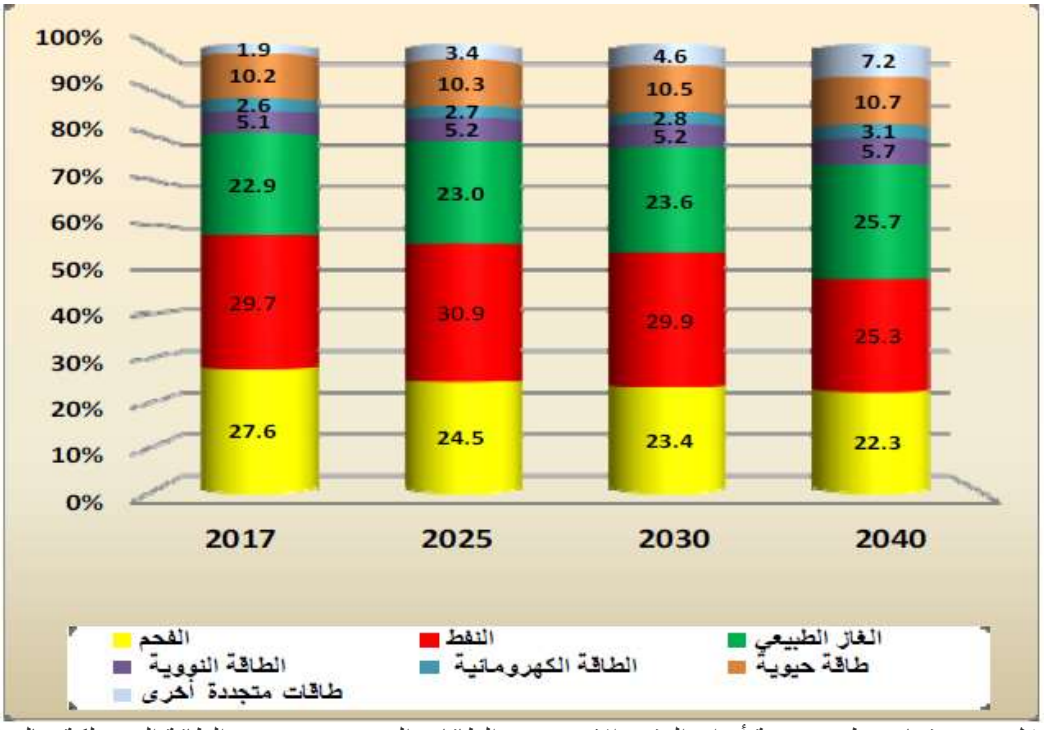
1	أوروبا	100٪ كهرباء متجددة بحلول عام 2030
2	الصين	110 جيجا وات من الطاقة الشمسية الكهروضوئية و210 جيجا وات من طاقة الرياح بحلول عام 2026
3	إثيوبيا	7 جيجا وات من طاقة الرياح بحلول عام 2030
4	اليابان	1.5 جيجا وات من طاقة المحيطات بحلول عام 2030
5	المكسيك	20 جيجا وات من الطاقة المتجددة المُركّبة بحلول عام 2026
6	.المغرب	2 جيجا وات من الطاقة الشمسية و٢ جيجا وات من طاقة الرياح بحلول عام 2030

وضع السياسات:

وضعت العديد من الدول والحكومات المحلية حول العالم سياساتٍ لدعم تطوير ونشر الطاقة المتجددة تاريخيًا، صُممت سياسات وحوافز الطاقة المتجددة للمساعدة في نشر مستويات مستهدفة من سعة الطاقة المتجددة، إما من خلال المتطلبات التنظيمية أو من خلال ضمان فرص استثمارية مربحة. وتشمل الأمثلة الإعفاءات الضريبية، والتزامات شراء الطاقة المتجددة، ورسوم التغذية، والتي لا يزال الكثير منها مُطبقًا. مع ذلك، لم تعد سياسات الطاقة المتجددة اليوم تُركز فقط على شراء قدرات جديدة للطاقة المتجددة؛ وبدلاً من ذلك، تتبنى هذه الحكومات منظورًا أكثر شمولية لتوسيع وتشغيل الشبكة الكهربائية بمستويات عالية من انتشار الطاقة المتجددة.

تشمل أمثلة السياسات والحوافز الجديدة تدابير لتقليل تكلفة السياسات (مثل المزادات)، وتوفير خدمات دعم الشبكة والخدمات المساعدة، وتحفيز مصادر توليد مرنة (ميلر وآخرون، 2013؛ كوتور وآخرون، 2015 .[20]

تساعد البيانات والتحليلات الدقيقة على ضمان تصميم سياسات دقيقة واقتصادية. تُشكل البيانات الجغرافية المكانية، إلى جانب البيانات الاقتصادية وبيانات تكلفة الطاقة المتجددة، أساسًا لتحليل مسارات تحقيق أهداف نشر الطاقة المتجددة. وبالمثل، يمكن استخدام البيانات لإجراء تحليلات لفهم كيفية تأثير تنفيذ سياسات معينة على الإمكانات الاقتصادية لتطوير الطاقة المتجددة بشكل أفضل. تُسهم هذه التحليلات في تطوير السياسات والحوافز المناسبة للسياقات المحلية والوطنية المحددة. على الرغم من أن السياسات المُختارة ستعتمد على الظروف الخاصة بكل بلد، إلا أنه يُمكن استخدام البيانات والتحليلات المُقدمة لتوجيه عملية صنع سياسات الطاقة المتجددة على نطاق واسع. كما يبين الشكل (2) توقعات تطور حصة أنواع الوقود الاحفوري والطاقات المتجددة في مزيج الطاقة المستهلكة عالميا، بحسب سيناريو السياسات الجديدة



الشكل (2) توقعات تطور حصة أنواع الوقود الاحفوري والطاقات المتجددة في مزيج الطاقة المستهلكة عالميا.

يُسلّط الجدول رقم (2) الضوء على بعض الأسئلة الرئيسية التي يجب مراعاتها عند وضع سياسات الطاقة المتجددة. وعلى البيانات والتحليلات التي يُمكن أن تُواجّه هذه الأسئلة.

أسئلة رئيسية لوضع سياسات الطاقة المتجددة	ما هي احتياجات الطاقة الحالية والمستقبلية في المنطقة؟
	ما أنواع موارد الطاقة المتجددة المتاحة، وما هي خصائصها النسبية؟
	ما هي القيود الطبوغرافية والبيئية واستخدام الأراضي الرئيسية التي ستُسهم في تطوير الطاقة المتجددة؟
	كيف يُمكن لسياسات مُعينة (التعريفات المُتخصصة، حوافز الاستثمار، الأهداف) دعم الأهداف/النتائج الرئيسية (مثل نشر الطاقة المتجددة، حشد الاستثمارات، أهداف المناخ والتنمية، إلخ)؟
	ما هي المصالح والمخاطر الرئيسية للمطورين والمستثمرين التي ينبغي مراعاتها عند وضع السياسات؟

احتلّت ألمانيا الاتحادية المرتبة الأولى في إنتاج الطاقة المتجددة على مستوى الاتحاد الأوروبي في ظل هذا السباق العالمي نحو إنتاج الكهرباء من طاقة الرياح البحرية تفتخر الصين حاليا بامتلاكها أكثر من 135 ألف توربين، تولد أكثر من 235 غيغاواتا من الكهرباء سنويا، كما أنها أكبر دولة مصدرة للألواح الشمسية على مستوى العالم فإن تشينغهاي إحدى مقاطعات شمال غرب الصين تمكنت من العمل بالطاقة النظيفة لسبعة أيام متتالية من يوم 17 إلى 23 /2017 ، وتعد تشينغهاي رابع أكبر مقاطعة في الصين بكثافة سكانية تصل إلى 6 ملايين نسمة، وهي اليوم تولد نسبة 82.8% من كامل احتياجاتها التي تعادل 23.4 مليون كيلوواط اعتمادًا على طاقة الرياح، والطاقة الشمسية، ومصادر طاقة مائية.
ووفقًا للوكالة الصينية فقد استمدت المقاطعة 1.1 مليار كيلوواط/ساعة من مصادر متجددة، واستمدت نسبة 72% من الطاقة اعتمادًا على المحطات المائية، بينما قسمت النسبة المتبقية بين طاقة الرياح والطاقة الشمسية، وتعادل الطاقة المولدة الناتجة عن احتراق 535 ألف طن من الفحم [21-22].

الصين تتصدر الطاقة النظيفة في العالم

أرادت الصين عبر هذه التجربة إثبات إمكانية تشغيل إحدى مقاطعاتها اعتمادًا على مصادر متجددة نظيفة فقط، لتثبت لنفسها والعالم أنها قادرة على الوفاء بأي وعد قطعته على نفسها، إذ تعهدت الصين بأن تكون رائدة إنتاج الطاقة المتجددة في العالم، واليوم هي كذلك بالفعل متغلبة على الولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي في هذا، وأصبحت الدولة الأولى التي تثبت إمكانية العمل على المصادر المتجددة بشكل كامل.
ولمكافحة ظاهرة التغير المناخي والوفاء بالتزاماتها الدولية في هذا الجانب، تصدرت الصين دول العالم في التوسع في استثمارات مشروعات الطاقة المتجددة، حسب تقرير للجنة المناخ الأسترالية الصادر عام 2013.

توظف نحو 40% من القوة العاملة في قطاع الطاقة المتجددة في العالم على الرغم من الاندفاع الكبير نحو استغلال الرياح البحرية فإن الصين ليست أكبر سوق لطاقة الرياح البحرية في العالم، فلا تزال المملكة المتحدة في الصدارة، بقدرة إنتاجية تبلغ 10.4 غيغا وات، أي أكثر بـ3 أضعاف من ألمانيا والصين.

مقارنة بين النماذج الدولية في الطاقات المتجددة:

تظهر التجارب الدولية إن نجاح التحول نحو الطاقات المتجددة لا يرتبط فقط بوفرة الموارد الطبيعية، بل يعتمد بالدرجة الأولى على الإرادة السياسية، السياسات الداعمة، والاستثمارات طويلة الاجل أيضا التكنولوجيا المستخدمة ونظم التخزين وطرق الربط الكهربائي جميعها تمثل عناصر هامة وحاسمة في استدامة هدا التحول . وكما هو مبين في الجدول رقم 3 مميزات والتحديات لكل نموذج. وللاستفادة من النماذج والأنماط الدولية كالتجربة الصينية في التصنيع المحلي، ومن النماذج الألمانية والدنماركية في دمج المجتمع، ومن النموذج الإماراتي والمغربي في المشاريع العملاقة، كل هذا يمكن أن يفتح آفاق كبيرة لتحقيق أمن طاقي مستدام وتنميه اقتصادية خضراء.

جدول (3) : ترتيب الدول الخمس الرائدة في الاستثمار في مجال الطاقات المتجددة.

الدولة	نقاط القوة الأساسية	المصدر الرئيسي	نسبة / أهداف الطاقة المتجددة	ابرز التحديات
ألمانيا	سياسة حكومية قوية، دعم مالي ، مشاركة مجتمعيه	الرياح+ الشمس	>45% كهرباء متجددة (2023)	ارتفاع تكاليف التخزين والاعتماد على الغاز
الصين	إنتاج صناعي ضخم استثمارات في التقنيات الحديثة	الرياح+ الشمس	أكبر منتج عالمي للطاقة الشمسية	الطلب الداخلي الكبير ، التلوث الصناعي
الدنمارك	ريادة تكنولوجيه، تصدير الخبرة، مشاركة تعاونية	الرياح خصوصا البحرية	هدف 100% كهرباء متجددة 2030	محدودية الموارد الشمسية ، الاعتماد على الرياح
المغرب	موقع جغرافي ممتاز، مشروعات كبرى (نور ورزازات)	الرياح+ الشمس	هدف 52% كهرباء متجددة 2030	التمويل والتكنولوجيا المستوردة
الإمارات	استثمارات ضخمة، مشاريع عالمية (نور أبوظبي)	الرياح+ الشمس	خطط الهيدروجين الأخضر	استهلاك مرتفع لطاقة- المناخ الصحراوي

والجدول رقم 4 يعرض مقارنة بين مختلف ميزات سياسات المزادات المطبقة في البرازيل والصين والهند

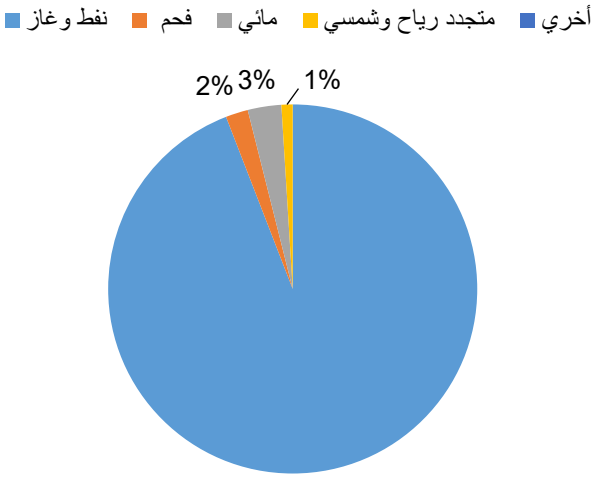
الجدول 4 - مقارنة بين مختلف سياسات المزادات المطبقة في البرازيل والصين والهند

	الصين	الهند	البرازيل
دراسة الحالة	الطاقة الشمسية: حوالي 2.7. جيجا وات مُنحت في 15 مزادًا خلال الفترة 2011-2013 طاقة الرياح: حوالي 3.5جيجاواط مُنحت في 5 مزادات خلال الفترة 2007-2020	الطاقة الشمسية: حوالي 0.3 جيجا وات مُنحت في مزادين خلال الفترة 2010-2020	طاقة الرياح: تم منح حوالي 11.7 جيجا وات في 10 مزادات في الفترة 2013-2020
سياسة الطاقة المتجددة	دف NSM: 20 جيجا وات من الطاقة الشمسية بحلول عام 2022 - سياسة هجينة: قائمة على نظام RPO على المدى الطويل، مدعومة بالمزادات ورسوم التغذية.	خطط خمسية: 200 جيجا وات من طاقة الرياح، و50 جيجا وات من الطاقة الشمسية بحلول عام 2022. - سياسة أساسية قائمة على نظام FIT.	- لا يوجد هدف رسمي للطاقة المتجددة - مزادات متفرقة خاصة بالتكنولوجيا؛ فوائد ضريبية ومالية
انواع المزادات	مزادات على المستوى الوطني (واسعة النطاق وعلى أسطح المنازل) والمزادات على مستوى الولايات - تطبيقات لامركزية	العطاءات المركزية فقط، تختلف باختلاف نوع التكنولوجيا	المزادات العادية والمزادات الاحتياطية - كلاهما منظم مركزيًا، لكنهما يختلفان في توزيع المسؤوليات

أهداف الرئيسية للمزادات	لوسائل الرئيسية لتوفير الطاقة الشمسية بتكلفة منخفضة في مرحلة توسيع نطاق تطوير الطاقة الشمسية	دعم آلية اكتشاف الأسعار لتحديد معايير تحديد تعريفات التغذية	استغلال أوجه التآزر بين طاقة الرياح والطاقة الكهرومائية، وتقييم مساهمة طاقة الرياح في النظام بشكل صحيح
تصميم أساسي للمزاد	مزاد خاص بالتكنولوجيا - عروض مغلقة - اتفاقية شراء الطاقة بدون تصعيد - التزامات وغرامات واضحة - مناقصة خاصة بمشروع لمواقع الامتياز	- عروض مغلقة - اتفاقية شراء الطاقة بدون تصعيد - التزامات وغرامات غير واضحة	- مزادات محايدة تكنولوجيًا أو خاصة بالتكنولوجيا - اكتشاف أسعار هجين - اتفاقية شراء الطاقة (PPA) مرتبطة بالتضخم - التزامات وعقوبات واضحة
ابتكارات تصميمية فريدة	تسعير "L1" في بعض الولايات - خطط دعم رأس المال وVGF	اختيار الفائزين بناءً على معايير متعددة - معيار "متوسط السعر"	- تسويات سنوية وأربعية لحماية المستثمرين من عدم اليقين بشأن توليد طاقة الرياح - محاولات تنسيق توليد الطاقة من الرياح
المحتوى المحلي	لم يُطبَّق نظام DCR في العديد من مزادات الدولة؛ وتمَّ إرسال إشارات مختلطة إلى المصنّعين.	كان نظام DCR بنسبة 50-70% مُطبَّقًا حتى عام 2009. الصناعة المحلية حاليًا تنافسية	DCR غير المباشر"، المطلوب للتقدم بطلب للحصول على قروض جذابة من بنك الدولة BNDES الحكومي

حالة الطاقة المتجددة في الدول العربية

يمثل إنتاج الدول العربية من النفط نحو 30 % من الإنتاج العالمي، وتشكل صادراتها منه نحو 67 % من إجمالي ايراداتها السنوية. وتستحوذ الدول العربية على ما يقرب من ثلثي الاحتياطي العالمي للنفط، وثلث احتياطي الغاز الطبيعي .لدا تعتمد الدول العربية بنسبة حوالي 94 في المائة على الوقود الأحفوري كمصدر رئيسي لإنتاج الكهرباء مع مساهمة متواضعة من مصادر الطاقة المتجددة اعتماداً على الطاقة الشمسية وطاقة الرياح فيما عدا دولة السودان التي تعتمد على نهر النيل بشكل أساسي في الحصول على الطاقة الكهربائية إلى جانب النفط .ويوضح الشكل (3)نسبة مساهمة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة المنتجة في المنطقة العربية.

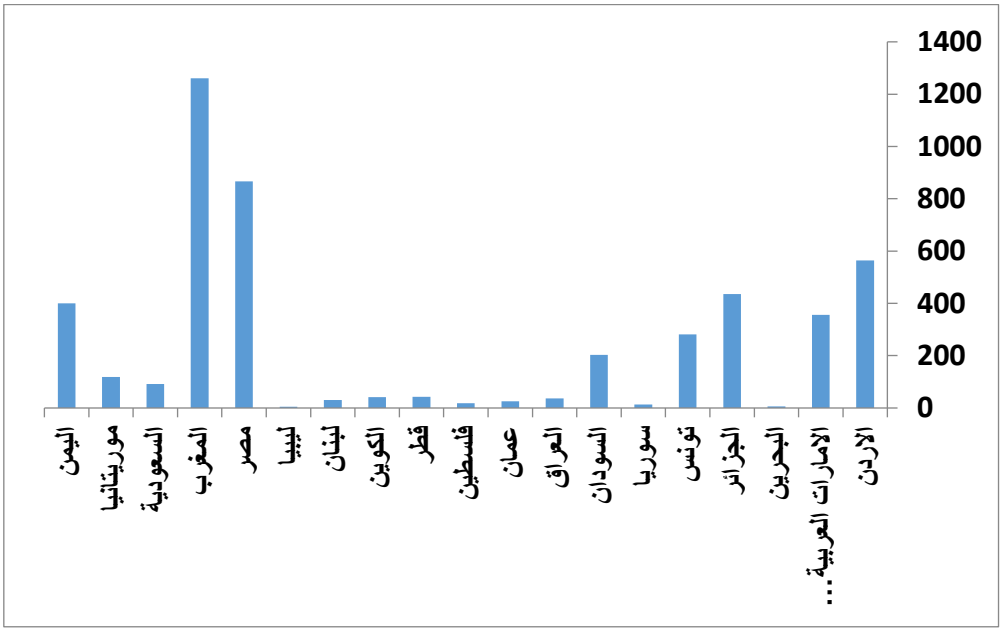


الشكل (3) نسبة مساهمة الطاقة المتجددة في خليط الطاقة الكهربائية المنتجة في المنطقة العربية خلال 2022.

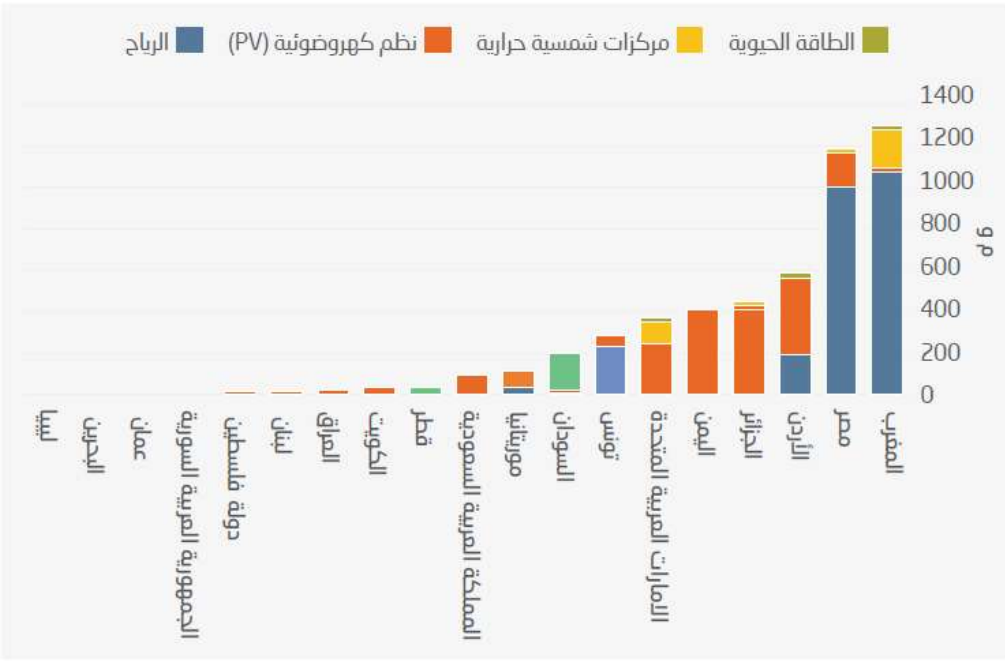
لقد تزايد الاهتمام باستخدام الطاقة المتجددة في انتاج الكهرباء في الدول العربية و خاصة الشمسية والرياح بهدف المساهمة في تنويع مصادر الطاقة بحسب ما تتمتع به كل دوله من وفرة في الموارد الطبيعية للطاقة. حيث بلغ اجمالي القدرات المركبة في المنطقة العربية الي حوالي 5100 ميجا وات .

وكما هو مبين بالشكل رقم (4) تحتل المغرب المراكز الاول في نتاج الكهرباء من المصادر المتجددة للطاقة. تم مصر ويليها الأردن. ويرجع السبب في ذلك إلى الي عدة أسباب من أهمها عدم كفاية مصادرها الأحفورية للطاقة للوفاء بالطلب المتزايد على الطاقة وارتفاع كلفة استيراد الطاقة، زيادة الاهتمام الحكومي بتنمية استخدام طاقة الرياح

في ظل وجود مناطق تتميز بهيكل رياح جيد من حيث توزيع وتردد ومتوسط سرعات الرياح على مدار العام في كل منها، بُناءً على دراسات فنية مسبقة، إلى جانب تشجيع التصنيع المحلي لبعض مكونات معدات طاقة الرياح، بما أسهم في تحسين اقتصاديات مشروعات مزارع الرياح في هذه الدول والقدرة على المنافسة مع الطاقة التقليدية المستوردة كما أن الجزائر حققت تقدما بارزا في استخدام الطاقة الشمسية رغم أنها دولة نفطية. في حين تبقي ليبيا دون المستوي المطلوب مقارنة بتونس والجزائر بسبب الاوضاع السياسية والاقتصادية التي تمر بها ليبيا في الآونة الأخيرة وهو ما انعكس سلبا عل استخدام الطاقات المتجددة في ليبيا. كما ان وفرة الطاقة التقليدية في ليبيا والدول العربية ساهم بشكل كبير في تأخر إنشاء الكثير مشاريع الطاقات المتجددة في ليبيا.



الشكل رقم (4) / يبين انتاج الكهرباء في الوطن العربي من المصادر المتجددة للطاقة.



الشكل 5 : يبن القدرات المركبة (ميجا وات) من المصادر لمختلفة الطاقة المتجددة في كل دوله عربية حتى نهاية 2017.(E/ESCWA/SDPD/2019/INF.1)

النتائج والتوصيات:

العديد من مصادر الطاقة المستخدمة اليوم تعتمد على الطاقات الناضبة أو المستنفذة والتي منها النفط، والغاز الطبيعي، والفحم. وتعتبر مسألة نفاذها مسألة وقت، إضافة لموضوع التلوث البيئي والانبعاثات التي تطلقها مصادر الطاقة التقليدية، ومن المؤكد أن العالم سيشهد احتياجات متزايدة على الطاقة خلال السنوات القادمة نتيجة للتطور الصناعي والطلب المتزايد على الطاقة الكهربائية.

الخاتمة :

إن النجاح لا يتوقف على وفرة الموارد فقط بل على الإرادة السياسية، التمويل ، الابتكار. يمكن الاستفادة من تجارب بعض الدول الرائدة في استخدام وإنتاج الطاقات المتجددة.. ومن خلال عرض عدد من النماذج الدولية للتحول الي الطاقات المتجددة دراسة السياسات القائمة والابتكارات التكنولوجية والتطورات في البنية التحتية في تسهيل الانتقال إلى الطاقة المتجددة ، يقدم هذا البحث مساهمة مميزة ، حيث يوفر منظورًا متوازنًا ومتعمقًا لسيناريو الطاقة المتجددة الدولي وتقدمه ، والتفاعل المعقد بين التنمية المستدامة والحفاظ على البيئة وتحويل الطاقة . إن البحث والمثابرة في إيجاد الحلول و البدائل للطاقة الإحفورية ما هو إلا جزء مكمل لاستمرارية دور الدول العربية كدول مصدرة لطاقة والحفاظ على المستوى الاقتصادي الذي تتمتع به الدول العربية ومن اجل مواكبة باقي دول العالم في هدا المجال. لذا نطرح مجموعة من التوصيات:

1. الدعم المادي والمعنوي وتشجيع حركة البحث في مجالات الطاقة المتجددة
2. يجب زيادة التعاون بين دول المغرب العربي وتبادل الخبرات في الطاقة المتجددة.
3. القيام بمشاريع رائدة وعلى مستوى يفيد البلد كمصدر من مصادرالطاقة وتدريب الكوادر العربية
4. تشجيع طرق التبادل العلمي والمشورة العلمية بين البلدان العربية وذلك عن طريق عقد الندوات واللقاءات الدورية وتبادل الخبرات في مجال الطاقة المتجددة .
5. توسيع التعاون مع الدول المتقدمة في مجال الطاقات المتجددة للاستفادة من خبراتها.

قائمة المراجع

1. Jenny Corry, Rabia Ferroukhi&al**, « Renewables, 2017 Global Status Report ,** REN 21, Renewable Energy Policy network for the 21st century, 2017, UN environment, IDB, Federal Ministry
2. Gabriela Elizondo, AzuelaLuiz Barroso, Ashish Khanna, Xiaodong Wang, Yun Wu, Performance of Renewable Energy Auctions: Experience in Brazil, China and India (2014).7062.(
3. Zhang, Z. & Li, Y. (2011). ***The impact of carbon tax on economic growth in China***. Energy rocedia, pp 1757–1761.
4. IEA (2024c), Global EV Outlook 2024, https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024
5. IEA (2023), Global EV Outlook 2023, https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023.
6. فريدة كاي الطاقات المتجددة بين تحديات الواقع ومأمول المستقبل: التجربة الألمانية نموذجاً" المجلد 25، العدد 75.74، مايو 2016
7. Elizondo Azuela, Gabriela & Barroso, Luiz & Khanna, Ashish & Wang, Xiaodong & Wu, Yun & Cunha, Gabriel, 2014. "**Performance of renewable energy auctions : experience in Brazil, China and India**," Policy Research Working Paper Series 7062, The World Bank..
8. Jacobson, M. Z., Delucchi, M. A., Cameron, M. A., & Mathiesen, B. V. (2017). Matching demand with supply at low cost in 139 countries among 20 world regions with 100% intermittent wind, water, and solar for all purposes. Renewable Energy, 123, 236–248. https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.02.009 .
9. Schmid, G., & Schreiber, S. (2019). Germany's Energiewende: A critical appraisal. Energy Policy, 132, 145–153. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.05.019.
10. Zhao, X., Zhang, S., & Wang, S. (2020). The development of solar energy in China: Current status and future prospects. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 134, 110281. https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110281..
11. Ben Ali, A., & Mahjoub, O. (2021). Renewable energy development in Morocco: Challenges and opportunities. Energy Policy, 149, 112023. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.112023.
12. 6. Kaldellis, J. K., & Zafirakis, D. (2018). The wind energy (r)evolution: A short review of a long history. Renewable Energy, 126, 1–12. https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.03.045
13. Dincer, I. (2000). Renewable energy and sustainable development: a crucial review. Renewable and sustainable energy reviews, 4(2), 157-175.

14. Behera, B., Behera, P., & Sethi, N. (2023). Decoupling the role of renewable energy, green finance and political stability in achieving the sustainable development goal 13: empirical insight from emerging economies. Sustainable Development.
15. Hannan, M. A., Al-Shetwi, A. Q., Ker, P. J., Begum, R. A., Mansor, M., Rahman, S. A., ... & Muttaqi, K. M. (2021). Impact of renewable energy utilization and artificial intelligence in achieving sustainable development goals. Energy Reports, 7, 5359-5373.**Mid-Ocean University.**
16. Aderinto, T. and H. Li (2019). "Review on power performance and efficiency of wave energy converters." Energies 12(22): 4329, https://doi.org/4310.3390/en12224329.
17. Martin, D., X. Li, C.-A. Chen, K. Thiagarajan, K. Ngo, R. Parker and L. Zuo (2020). "Numerical analysis and wave tank validation on the optimal design of a two-body wave energy converter." Renew Energy 145: 632-641, https://doi.org/610.1016/j.r enene.2019.1005.1109.
18. de Andres, E. Medina-Lopez, D. Crooks, O. Roberts, H. Jeffrey On the reversed LCOE calculation: design constraints for wave energy commercializationInt. J. Mar. Eng., 18 (2017), Article 88e108, 10.1016/j.ijome.2017.03.008.
19. Koçak, E., S¸ arkgünes¸ i, A.,) 2017(. The renewable energy and economic growth nexus in black sea and Balkan Countries. Energy Pol. 100, 51-57.
20. M. Ram, D. Bogdanov, A. Aghahosseini, A. Gulagi, A.S. Oyewo, T.N.O. Mensah, C. Breyer Global energy transition to 100% renewables by 2050: not fiction, but much needed impetus for developing economies to leapfrog into a sustainable future Energy, 246 (2022), Article 12341