واقع الطاقات المتجددة في العالم خلال عام 2022

اعداد

الدكتور المهندس يونس علي

2023

مقدمة:

تشير المعطيات الحالية للطاقات المتجددة بأنها أصبحت واقعاً وتحتل جزءاً مهماً من سياسات الطاقة للدول المستهلكة وأن العالم مقدم على ظاهرة متزايدة من التنوع في مزيج الطاقة العالمي وخاصة في قطاع توليد الطاقة الكهربائية.ويتوقف مستقبل الطاقات المتجددة في مزيج الطاقة العالمي على عدد من العوامل والتي من اهمها التقدم التكنولوجي ودوره في تخفيض التكاليف، والشروط البيئية والضريبية المتزايدة التي تفرض ها الدول المستهلكة على الوقود الاحفوري، فضلا عن الدعم المالي والتشريعي الحكومي، والاتجاهات المستقبلية لأسعار النفط العالمية.

لا شك أن التوسع الكبير في استغلال الطاقات المتجددة يجابه بتحديات متعددة منها وصول بعض تقنيات الطاقات المتجددة في توليد الكهرباء إلى مراحل ناضجة ومستويات مستقرة في تكاليفها بحيث يصعب تحقيق مزيد من التخفيضات في تلك المستويات في المستقبل المنظور، بينما تعتمد امكانية تخفيض التكاليف في البعض الأخر على التقدم التكنولوجي واقتصاديات الحجم وتحسين مستوى الكفاءة

تشهد الطاقة المتجددة في جميع أنحاء العالم للطاقة المتجددة توسعاً سريعاً و نموا ملحوظا، وجزء مهم من هذا التوسع في النموتشهده طاقة الرياح والطاقة الشمسية بنوهيها الحراري والكهروضوئي والطاقة الجوفية على وجه الخصوص، ويعد هذا النمو السريع في مصادر الطاقة المتجددة جزء من التحول إلى مصادر طاقة تتسم بانخفاض الانبعاثات .وقد تم تحقيق هذا التوسع بفضل التقدم التكنولوجي والدعم الحكومي من أجل تنفيذ عدد من السياسات المحددة التي تبنتها العديد من الدول المستهلكة الرئيسية للطاقة.

وعلى الرغم من هذا التوسع، لا تزال سياسات الدعم تمثل عنصرا أساسيا في نمو مصادر الطاقة المتجددة يذكر في هذا السياق ، أن معظم مستهلكي الطاقة الرئيسيين ، بما في ذلك الولايات المتحدة الأمريكيةوالهند والصين والاتحاد الأوربي ، لاتزال حتى الآن تدعم تلك السياسات وبأشكال مختلفة كالحوافز الضريبية والاعانات ولدوافع نشر الطاقة المتجددة على أساس العديد من المبررات وعلى رأسها أمن الطاقة وتنويع المصادر.

وظّف قطاع الطاقة المتجددة العالمي 13.7 مليون شخص بشكل مباشر وكذلك بشكل غير مباشر في عام 2022. وقد تزايد العدد على مدى العقد الماضي، من 7.3 مليون في عام 2012، وذلك بفضل الطاقة الشمسية الكهروضوئية والطاقة الحيوية والطاقة الكهرومائية وطاقة الرياح بشكل أساسي. وتشير النماذج الاجتماعية والاقتصادية إلى أن الاستثمار واسع النطاق المطلوب لوضع العالم على مسار آمن مناخيا من شأنه أن يخلق ملايين عديدة من فرص العمل الإضافية في العقود المقبلة.

ويتأثر التطوير المستمر للطاقة المتجددة . وبالتالي تشغيل العمالة في هذا القطاع . بعدة عوامل: وأبرزها القدرة التنافسية من حيث التكلفة في مواجهة تكنولوجيات الطاقة الأخرى؛ انحسار وتدفق الاستثمارات؛ والحجم الناتج للأسواق الوطنية والإقليمية؛ مدى توفر المدخلات المطلوبة (المكونات والمواد الخام) ووجود القوى العاملة الماهرة. وتتشكل هذه الاستراتيجيات من خلال استراتيجيات الشركات ومجموعة من تدابير السياسة العامة (الحوافز واللوائح التنظيمية) التي تهدف إلى تسهيل توسيع نطاق النشر، وبناء سلاسل توريد قابلة للاستمرار، وتدريب العمال. تغييرات السياسة يمكن أن يؤدي إلى زيادة في النشاط أو يمكن أن يؤدي إلى اتخاذ قرارات بتأجيل الاستثمارات في مجال الطاقات المتجددة.

بعد ركود مستويات الإنفاق إلى حد كبير في الأعوام بين 2015 و2020، ارتفعت الاستثمارات السنوية في الطاقة المتجددة (بما في ذلك رأس المال الخاص والإنفاق العام) من 348 مليار دولار أمريكي في عام 2020 إلى 499 مليار دولار أمريكي في عام 2022 - بزيادة قدرها 43٪. وذهب الجزء الأكبر من الأموال إلى صناعات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، التي ارتفعت حصتها مجتمعة من إجمالي استثمارات الطاقة المتجددة من 82٪ في عام 2013 إلى نسبة مذهلة بلغت 97٪ في عام 2022. ويتم توجيه غالبية الأموال إلى قطاع الطاقة، مع قطاعات الاستخدام النهائي. تمثل 10% فقط. ليس من المفاجئ إذن أن تكون الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح من أكثر تقنيات الطاقة المتجددة ديناميكية، مما يظهر نموًا قويًا في كل من القدرات والوظائف.

ويعتمد مكان خلق الوظائف على البصمة الجغرافية لتصنيع المعدات وتركيبات القدرات، فضلا عن مدخلات المواد الخام والمكونات شبه المصنعة والخدمات على طول سلسلة القيمة. تعتمد متطلبات العمالة على حجم المشاريع. وتميل كثافة العمالة إلى الانخفاض مع نضوج التكنولوجيا، و وارتفاع مستوى الاتقان والتعلم ، وارتفاع الأتمتة، واستخدام التكنولوجيات الجديدة مثل الذكاء الاصطناعي (AI).

وفي جميع أنحاء العالم، تم تركيب حوالي 295 جيجاوات من الكهرباء المتجددة في عام 2022، بقدرة تراكمية تصل إلى 3372 جيجاوات. تظل الطاقة المائية المتجددة أكبر مساهم بـ 1256 جيجاوات، على الرغم من إضافة 20 جيجاوات فقط في عام 2022. وأضافت الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح 191.5 جيجاوات و74.7 جيجاوات، على التوالي، بإجمالي قدرات مركبة تراكمية تبلغ 1047 جيجاوات و899 جيجاوات. تبلغ القدرة التراكمية لطاقة الطاقة الحيوية 149 جيجاوات، مع إضافة حوالي 7.6 جيجاوات في عام 2022.

وبلغت القدرة الحرارية الشمسية التراكمية في نهاية عام 2022 حوالي 542 جيجاوات حرارية، أي ما يعادل 774 مليون متر مربع مجمعات شمسية. وكانت الزيادة الصافية البالغة 19 جيجاواط (27 مليون متر مربع) إضافة أقل مما كانت عليه في العام السابق؛ ولم تتمكن المساهمات القوية من الأسواق الأوروبية من مواجهة الانخفاض في الأسواق الصينية والهندية. ويبدو أن الإنتاج العالمي من الوقود الحيوي السائل سيرتفع بشكل طفيف في عام 2022، بنسبة 6%، مقارنة بـ 162 مليار لتر في عام 2021.

تم تركيب نصف قدرة طاقة الرياح الجديدة في العالم و45% من قدرة الطاقة الشمسية الكهروضوئية في الصين. وتلي الصين الولايات المتحدة والبرازيل والمملكة المتحدة وألمانيا والسويد وفرنسا في تركيب طاقة الرياح، والولايات المتحدة والهند والبرازيل وهولندا وألمانيا في تركيب قدرة الطاقة الشمسية الكهروضوئية.

نمو القدرة الانتاجية لمصادر الطاقة المتجددة بواقع 9.6% في عام 2022 رغم أزمة الطاقة يؤكد التوجه المتنامي لتبني مصادر الطاقة المتجددة أمام انحسار القدرة الانتاجية الجديدة للوقود ألحفوري . كشف تقرير جديد صدر عن الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (آيرينا) وصول القدرة الانتاجية للطاقة المتجددة إلى 3372 جيجاواط

في نهاية عام 2022 لتزيد مخزون الطاقة المتجددة بنسبة 9.6% أو 295 جيجاواط. وتم إنتاج 83% من إجمالي القدرة الانتاجية الجديدة للعام 2021من مصادر الطاقة المتجددة. وأشار تقرير إحصائيات القدرة الانتاجية للطاقة المتجددة 2022 ، إلى استمرار نمو الطاقة المتجددة بمستويات قياسية رغم حالة عدم اليقين التي تكتنف العالم، بما يؤكد انحسار التوجه نحو توليد الطاقة من الوقود االحفوري.يعكس هذا النمو القياسي المستمر المرونة التي تتمتع بها الطاقة المتجددة في ظل أزمة الطاقة المستمرة. وساهمت حالة الأعمال القوية لمصادر الطاقة المتجددة إلى جانب السياسات الداعمة، في نمو حصة الطاقة المتجددة من مزيج الطاقة العالمي عاماً تلو الآخر. ولكن يجب أن تكون الاضافات السنوية من القدرة الانتاجية للطاقة المتجددة ثالثة أضعاف مستوياتها الحالية بحلول عام 2030 إذا أردنا الحفاظ على مسارنا لوقف ارتفاع درجات الحرارة عند 1.5 درجة مئوية". في حين زادت العديد من الدول قدرتها الانتاجية من الطاقة المتجددة في عام 2022 ، إلا أن النمو الكبير تركز في عدد من الدول والمناطق مثل آسيا، والولايات المتحدة، وأوروبا. وتظهر بيانات الوكالة أن حوالي نصف إجمالي القدرة الانتاجية الجديدة لعام 2022 تمت إضافتها في آسيا، وأثمر ذلك عن وصول إجمالي القدرة الانتاجية للطاقة المتجددة بحلول نهاية عام 2022 إلى 1,63 تيراواط. وكانت الصين المساهم الأكبر في هذه الزيادة عبر إضافة أ كثر من 141جيجاواط إلى القدرة الانتاجية الجديدة للقارة. و نمت مصادر الطاقة المتجددة في أوروبا والولايات المتحدة بنسبة 57.3 جيجاواط و29.1 جيجاواط على التوالي. كما واصلت أفريقيا زيادة قدرتها الانتاجية المتجددة بمقدار 2.7 جيجاواط، مسجلًة زيادة طفيفة عن العام السابق. بينما حافظت أوقيانوسيا على نمو من خانتين بواقع 5.2 جيجاواط، وكذلك الأمر في أمريكا الجنوبية بزيادة بلغت 18.2 جيجاواط. في حين سجلت منطقة الشرق الأوسط أعلى زيادة في تاريخها ، حيث بلغت القدرة الانتاجية للمشاريع الجديدة 3.2 جيجاواط في عام ،2022 بزيادة بلغت .%12.8.

في ضوء التوقعات بزيادة الطلب على الطاقة في العديد من مناطق العالم، يتطلب تحّول قطاع الطاقة تغييرا يُحدثٍ تدريجيا تحولاً استراتيجياً يتخطى إزالة الكربون من جانب العرض. وبالنظر إلى الاحداث الدوليةٍ يجب الربط بين أي توسع في القدرات الانتاجية الجديدة للطاقة غير المتجددة والمساعي الرامية لتسريع وتيرة تحول قطاع الطاقة لتعزيز مرونة نظام الطاقة وجعله أكثر شمولاً ومقاومة للتغير المناخي. على الرغم من استئثار الطاقة الكهرومائية بالحصة الاكبر من إجمالي القدرة الانتاجية العالمية للطاقة المتجددة بواقع 1250 جيجاواط، إلى أن طاقتي الشمس والرياح مستمرتان في السيطرة على القدرة الانتاجية الجديدة مع مساهمتهما معاً بنسبة 90% من مجمل هذه القدرة في عام .2022 وحلّت القدرة الانتاجية للطاقة الشمسية في

المرتبة الأولى بزيادة قدرها ،22% تليها طاقة الرياح التي ازدادت قدرتها االنتاجية بنسبة . 9%.

التطورات الأبرز بحسب التكنولوجيا خلال عام 2022 ، كانت على النحو التالي:

- الطاقة الكهرومائية: ازدادت قدرة الطاقة الكهرومائية المتجددة بمقدار 21 جيجاواط (2%+)، بتوسع متسق خلال السنوات الأخيرة.
- طاقة الرياح: استمر النمو المتباطئ لطاقة الرياح مقارنة بالعامين السابقين، بزيادة بلغت 75 جيجاواط (9%+).
- الطاقة الشمسية: استأثرت الطاقة الشمسية الكهروضوئية بمعظم الزيادة في الطاقة الشمسية في عام 2022، بزيادة بلغت 191 جيجاواط.
- الطاقة الحيوية: تباطأ نمو الطاقة الحيوية نوعاً ما في عام 2022(7.6+ جيجاواط بالمقارنة مع 8.1+جيجاواط في عام 2021).
- الطاقة الحرارية الأرضية: حققت زيادة متواضعة بلغت 181 ميجاواط.
- الكهرباء غير المتصلة بالشبكة: نمت القدرة الانتاجية للكهرباء غير المتصلة بالشبكة بمقدار 1237 ميجاواط في عام 2022 (11%+) لتصل إلى 12.4 جيجاواط.

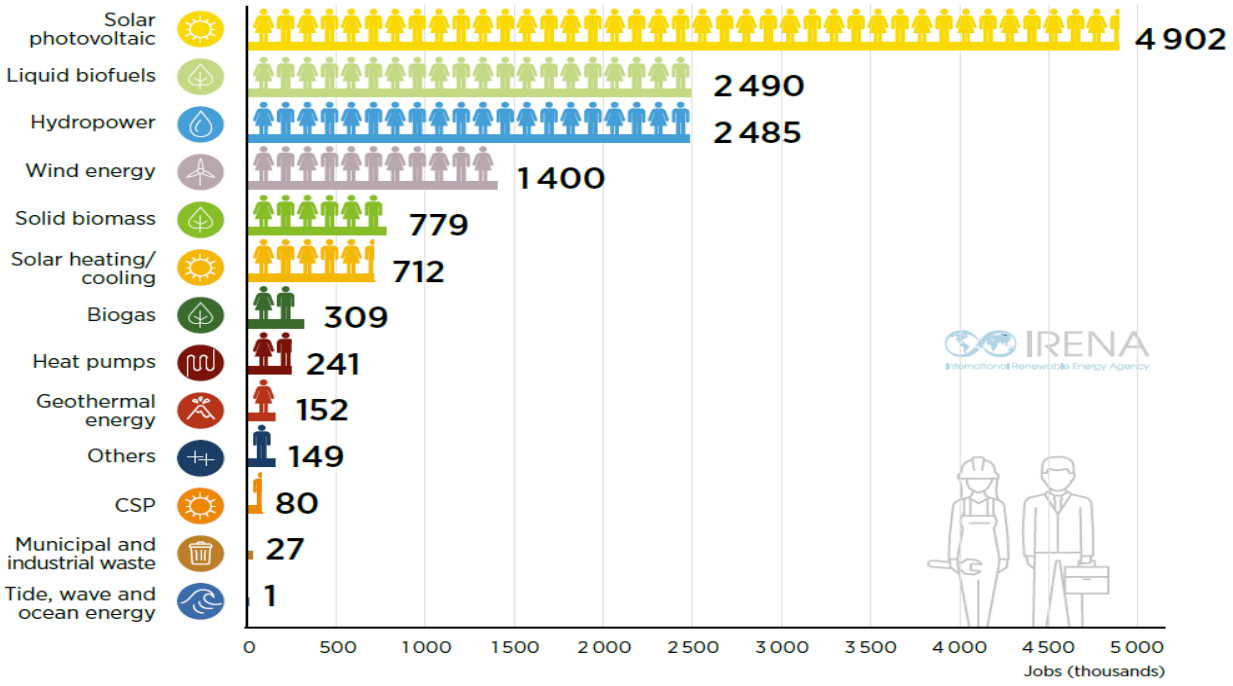
تتضمن الدراسة الحالية الأقسام التالية: يعرض القسم الأول اتجاهات التوظيف حسب التكنولوجيا الرئيسية. ويناقش القسم الثاني نتائج الوظائف في العديد من البلدان الرائدة وفي العديد من البلدان الإضافية في مناطق مختلفة من العالم. ويسلط القسم الثالث الضوء على مشهد السياسات المتغير فيما يتعلق بتصنيع المعدات، والذي سيؤثر مع مرور الوقت على جغرافية خلق فرص العمل في مجال الطاقة المتجددة. ويتضمن القسم الرابع تغير القيم الاحصائية لمساهمة الطاقات المتجددة بمختلف أنواعها في موازين الطاقة العالمية منذ عام 2013 لغاية نهاية 2022 .

القسم الأول

اتجاهات التوظيف حسب التكنولوجيا الرئيسية للطاقات المتجددة

يعرض هذا القسم تقديرات العمالة في مجال الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح والطاقة الكهرومائية والوقود الحيوي السائل. توظف تقنيات الطاقة المتجددة الأخرى، المدرجة في الشكل 1، عددًا أقل من الأشخاص، وعادةً ما تكون المعلومات المتاحة عنها أقل تفصيلاً. بالنسبة لأي تقنية معينة، يعد تصنيع

المعدات والبناء والتركيب والتشغيل والصيانة (O&M) هي قطاعات سلسلة القيمة الرئيسية، إلى جانب مجموعة من خدمات الدعم الأخرى.



الشكل رقم -1- التوظيف العالمي في مجال الطاقة المتجددة، حسب التكنولوجيا، 2022

1-1- <u>الطاقة الكهروضوئية</u>:

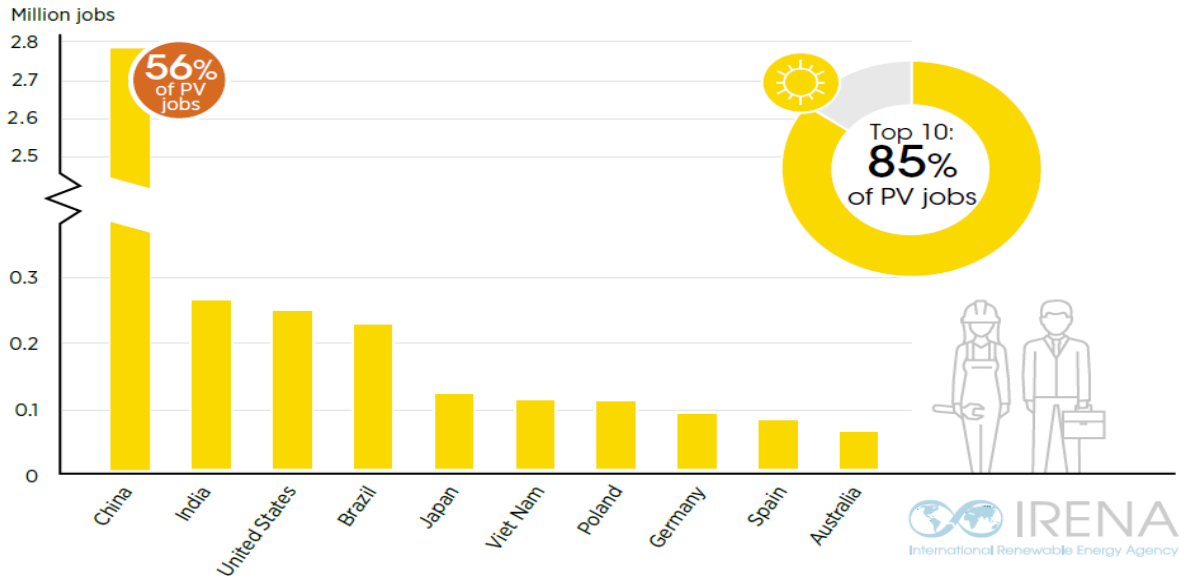
تم تسجيل رقم قياسي آخر في عام 2022 - مع إضافة 191.4 جيجاوات من قدرة الطاقة الشمسية الكهروضوئية في جميع أنحاء العالم، ارتفاعًا من 141.2 جيجاوات في عام 2021. وشكلت الصين 45٪ من هذه المنشآت، أو 86 جيجاوات، وتبعتها الولايات المتحدة والهند وباكستان. البرازيل. وجاءت هولندا وألمانيا واليابان وإسبانيا وأستراليا وجمهورية كوريا في المراكز العشرة الأولى.

وتعد الصين موطنا للغالبية العظمى من التصنيع العالمي للطاقة الشمسية الكهروضوئية، مدعومة بسياسات صناعية شاملة. وتحتفظ الدولة بمكانة رائدة عبر سلسلة التوريد، بدءًا من السبائك والرقائق وحتى الخلايا والوحدات النمطية. لقد أصبح جنوب شرق آسيا مركزاً مهماً للإنتاج والتصدير، ولكنه أصغر كثيراً، في حين تتمتع بقية دول العالم بحصة هامشية في سلسلة التوريد

ارتفعت واردات أوروبا من الطاقة الكهروضوئية خلال النصف الأول من عام 2022 بسبب الأزمة الأوكرانية والجهود اللاحقة لتقليل الاعتماد على واردات النفط والغاز. ومع ذلك، تأخرت معدلات التركيب بسبب نقص العواكس والعمالة الماهرة، مما أدى لاحقًا إلى تباطؤ الواردات خلال النصف الثاني من العام. انخفضت واردات الهند من االألواح بشكل ملحوظ بعد الربع الأول من عام 2022 بمجرد دخول الرسوم الجمركية الأساسية حيز

التنفيذ. وفي البرازيل، انطلقت موجة من عمليات التركيب بسبب احتمال صدور قانون يفرض رسوم الشبكة على المشاريع الموزعة صغيرة النطاق.

تقدر الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA) التوظيف العالمي للطاقة الشمسية الكهروضوئية بنحو 4.9 مليون في عام 2022، ارتفاعًا من حوالي 4.3 مليون في عام 2021. ومن بين الدول العشر الرائدة الموضحة في الشكل 2، أربعة في آسيا، واثنتان في الأمريكتين وثلاثة في أوروبا. وتمثل العشرة الأوائل مجتمعة ما يقرب من 4.1 مليون وظيفة، أو 85% من الإجمالي العالمي. تستضيف البلدان الآسيوية 73% من وظائف الطاقة الكهروضوئية في العالم، مما يعكس استمرار هيمنة المنطقة على التصنيع وحضورها القوي في المنشآت. وكانت الوظائف المتبقية في الأمريكتين (11.5% من جميع الوظائف)، وأوروبا (11%؛ وتمثل الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي 10.6%) وبقية العالم (4.8%).



الشكل -2- توظيف الطاقة الشمسية الكهروضوئية في عام 2022: الدول العشر الأولى

شكلت الصين حوالي 56% من العمالة الكهروضوئية في جميع أنحاء العالم، أو حوالي 2.76 مليون وظيفة. ووصل التوظيف في الطاقة الكهروضوئية في الولايات المتحدة إلى 264000 وظيفة في عام 2022. وقدرت العمالة الكهروضوئية في أوروبا بنحو 540000 في عام 2022، منها 517000 وظيفة في الاتحاد الأوروبي. الدول الأعضاء. ويقدر إجمالي وظائف الطاقة الشمسية في الهند بنحو 281400 وظيفة. ويقدر أن الطاقة الشمسية المتصلة بالشبكة قد ولدت 201400 وظيفة، مع 80600 وظيفة أخرى خارج الشبكة. أدت زيادة تركيبات الطاقة الشمسية الكهروضوئية في البرازيل إلى زيادة فرص العمل في هذه الصناعة إلى 241000 وظيفة. أضافت اليابان قدرة أقل في عام 2021 مقارنة بالعام السابق. وتقدر الوكالة الدولية للطاقة المتجددة قوتها العاملة بنحو

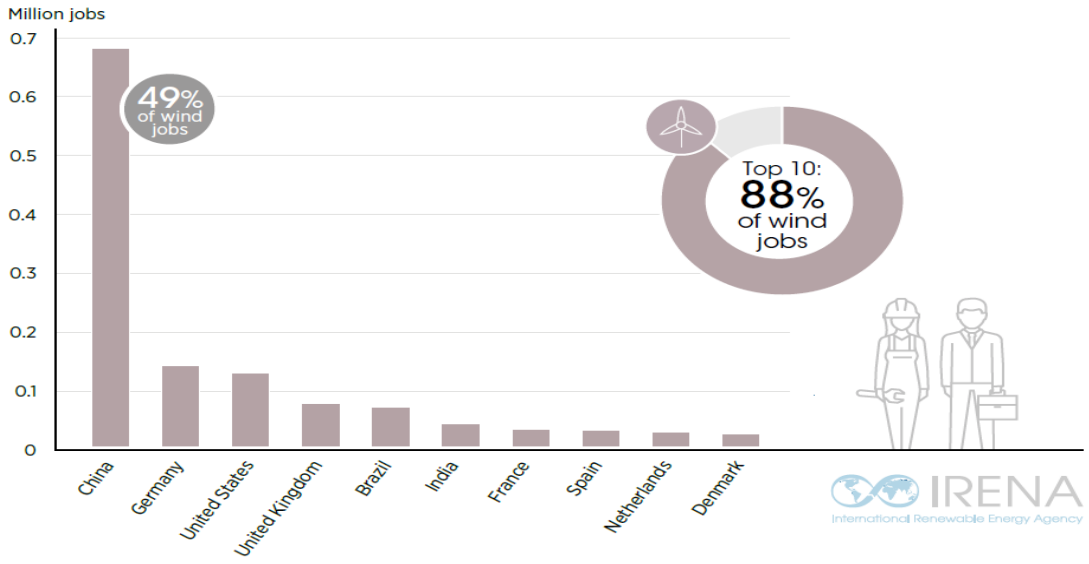
127000. بينت الاحصاءات العالمية أن تمثيل المرأة أعلى في القوى العاملة في مجال الطاقة الشمسية الكهروضوئية مقارنة بتقنيات الطاقة المتجددة الأخرى.

1-2- طاقة الرياح:

في عام 2022، قام قطاع طاقة الرياح بتركيب 74.6 جيجاوات من القدرة، أي أقل بنسبة 19% من العام السابق وأبطأ بنسبة 33% من الوتيرة القياسية في عام 2020. وباستثناء السويد وفرنسا، كانت إضافات القدرات الجديدة في جميع البلدان الرائدة أقل من ذلك في عام الذروة، وقد احتفظت الصين بالصدارة بما يقرب من نصف الإضافات العالمية، متقدمة بفارق كبير عن الولايات المتحدة والبرازيل والمملكة المتحدة والسويد وتركيا وألمانيا والهند وفرنسا وإسبانيا.

ظلت العمالة العالمية في طاقة الرياح البرية والبحرية ثابتة عند 1.4 مليون وظيفة في عام 2022. وتركزت العمالة في طاقة الرياح في عدد صغير نسبيًا من البلدان. وشكلت الصين وحدها 48% من الإجمالي العالمي، تليها آسيا (تمثل 55%)، وأوروبا (تمثل 29%)، والأمريكتين (تمثل 16%)، وأفريقيا وأوقيانوسيا (تمثل 0.7%). توظف البلدان العشرة الأولى المبينة في الشكل 3 مجتمعة 1.23 مليون شخص. أربعة منها في أوروبا وأربعة في آسيا واثنان في الأمريكتين. وكانت الظاهرة الأخيرة المتمثلة في ارتفاع تكاليف المدخلات سبباً في دفع الشركات المصنعة للمعدات الأصلية إلى تعزيز الجهود الرامية إلى الاستعانة بمصادر خارجية لإنتاج بعض مكوناتها في البلدان ذات الأجور المنخفضة. وسيساهم ذلك في تغيير التركيبة الجغرافية لهذه الصناعة.

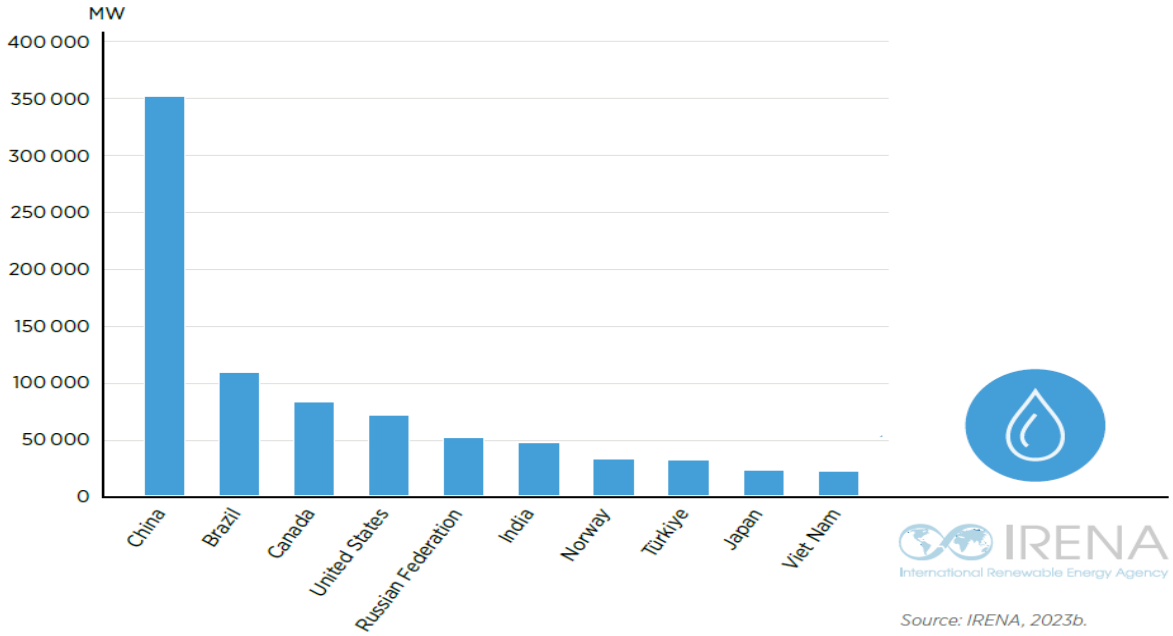
في المتوسط، يمكن أن يؤدي تركيب 1 جيجاوات من طاقة الرياح البرية إلى خلق 130 ألف فرصة عمل في التطوير والبناء والتركيب على مدى خمس سنوات و12 ألف فرصة عمل سنويًا خلال مرحلة التشغيل والصيانة التي تبلغ 25 عامًا. وفي الوقت نفسه، فإن التعقيد الأكبر للمكونات مثل الأساسات والمحطات الفرعية والكابلات وأوعية التثبيت يخلق متطلبات عمالة أعلى لمزارع الرياح البحرية مقارنة بالمنشآت البرية.



الشكل 3: توظيف طاقة الرياح في عام 2022: البلدان العشرة الأولى

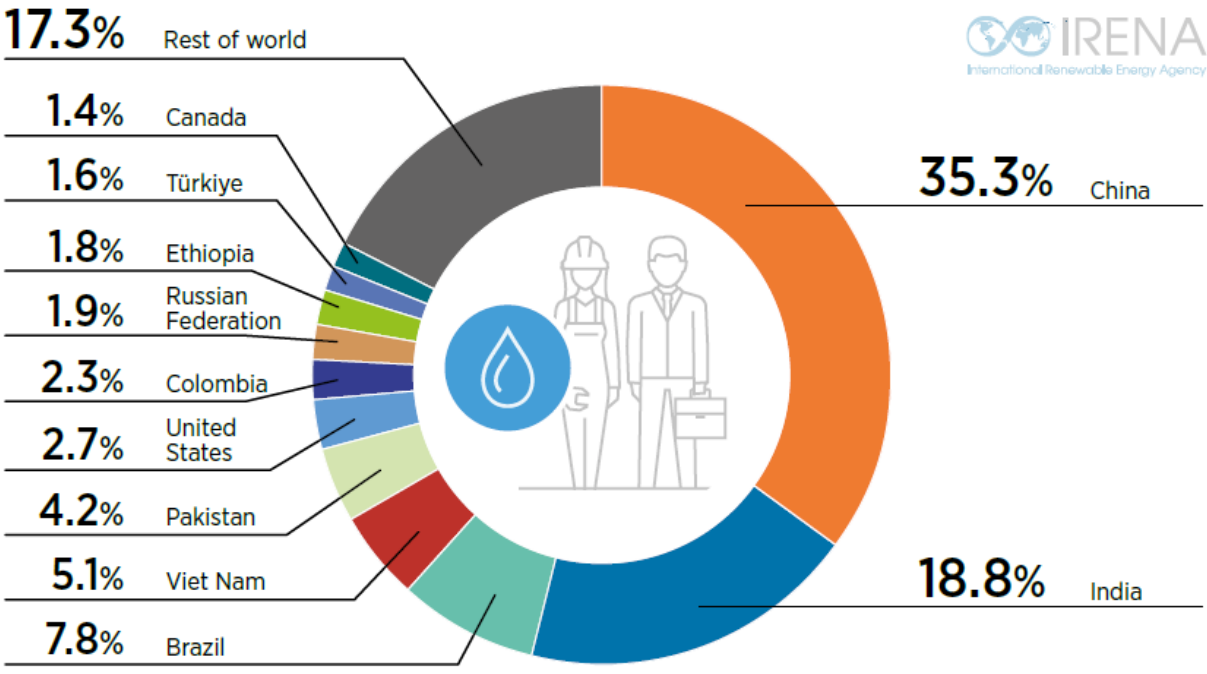
3-1- الطاقة الكهرومائية:

تظل الطاقة الكهرومائية في طليعة مشهد الطاقة المتجددة، حيث تتمتع بقدرة عالمية تتجاوز 1255 جيجاوات اعتبارًا من عام 2022. ويُترجم هذا الرقم إلى نسبة مذهلة تبلغ 37٪ من إجمالي قدرة الطاقة المتجددة العالمية. يتجاوز إجمالي قدرة الطاقة الكهرومائية المركبة طاقة الرياح والطاقة الشمسية الكهروضوئية، على الرغم من أن الإضافات السنوية أقل بكثير الآن - حوالي 20.5 جيجاوات في عام 2022. وكما هو مبين في الشكل 4، تعد الصين والبرازيل وكندا والولايات المتحدة من بين الجهات الفاعلة الرئيسية في هذا القطاع.



الشكل-4- قدرة الطاقة الكهرومائية في البلدان العشرة الأولى، 2022

ولتقييم أعداد الوظائف في مجال الطاقة الكهرومائية، تستخدم الوكالة الدولية للطاقة المتجددة نهج عامل التوظيف مقترنًا ببيانات على المستوى الوطني لبلدان مختارة. وبالنظر إلى مراجعات البيانات منذ الإصدار السابق من المراجعة السنوية، يقدر أحدث تقرير أن حوالي 2.49 مليون فرد كانوا يعملون بشكل مباشر في هذا القطاع في عام 2022، بزيادة 2.3٪ عن العام السابق. واتساقًا مع النتائج السابقة، يمثل التشغيل والصيانة ثلثي الوظائف المباشرة، ويرتبط 30% من الوظائف بأنشطة البناء والتركيب، وحوالي 6% في تصنيع المكونات. ويتعلق الجزء المتبقي بخدمات التشغيل والصيانة، والتي تمثل أصغر نسبة من القوى العاملة. ولا تزال الصين تهيمن على توظيف الطاقة الكهرومائية بحصة تبلغ 35% من الإجمالي العالمي. وتأتي الهند (في المرتبة الثانية بعد الصين بحصة 19%)، تليها البرازيل وفيتنام وباكستان، بين المراكز الخمسة الأولى (ما هو مبين في الشكل -5-).



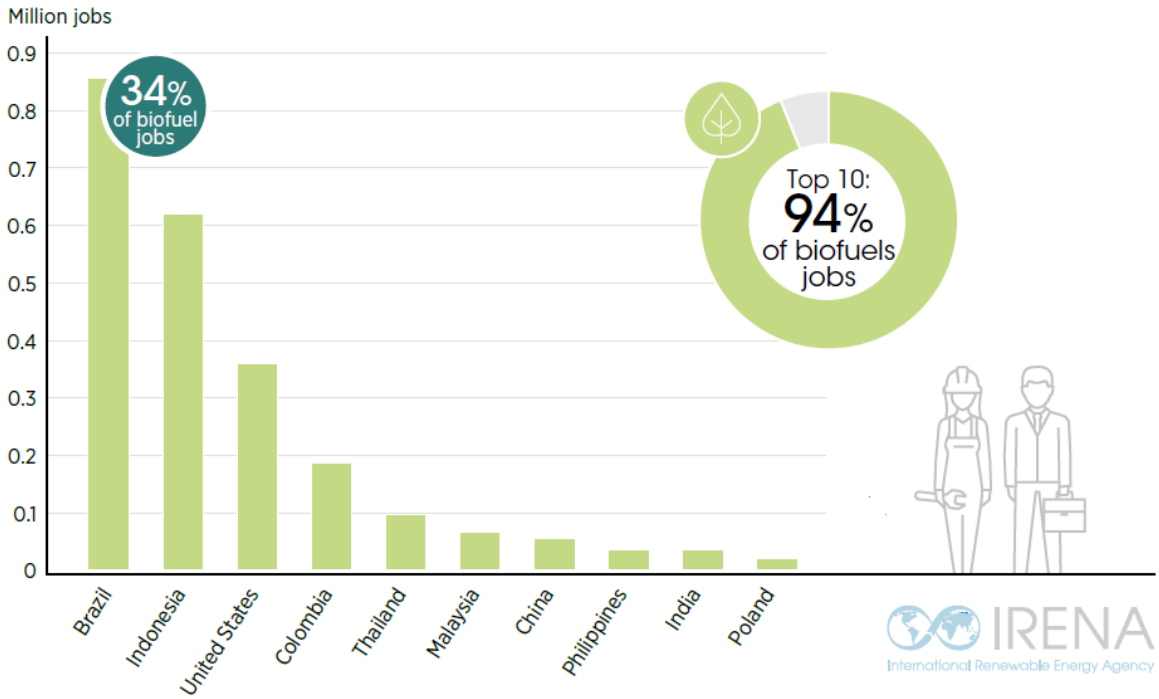
الشكل -5- : توظيف الطاقة الكهرومائية (الوظائف المباشرة)، حسب البلد، 2022

1-4- الوقود الحيوي السائل:

تم إنتاج ما مجموعه 162 مليار لتر من الوقود الحيوي السائل على مستوى العالم في عام 2022 (عودة إلى مستويات 2019 بعد انخفاض في عام 2020، حيث ساهم الإيثانول الحيوي بـ 106 مليار لتر، والديزل الحيوي بحوالي 46 مليار لتر، وأضاف الزيت النباتي المعالج بالهيدروجين [الديزل المتجدد] ما يقرب من 10 مليارات لتر.

وفقًا للتقديرات الأولية الصادرة عن خدمة الزراعة الخارجية التابعة لوزارة الزراعة الأمريكية (USDA-FAS)، ارتفع الإنتاج بين كبار منتجي الوقود الحيوي في العالم بشكل طفيف في عام 2022. وكما هو الحال في السنوات السابقة، كانت الولايات المتحدة والبرازيل والاتحاد الأوروبي هي الدول المهيمنة على الإيثانول. المنتجين. قاد أعضاء الاتحاد الأوروبي إنتاج وقود الديزل الحيوي، تليها إندونيسيا والبرازيل والولايات المتحدة.

وتشير تقديرات الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA) إلى أن عدد العاملين في مجال الوقود الحيوي في جميع أنحاء العالم في عام 2022 سيصل إلى 2.5 مليون شخص، معظمهم في عمليات المواد الأولية. وتمثل أميركا اللاتينية 42% من كل الوظائف في مجال الوقود الحيوي على مستوى العالم، في حين تمثل آسيا (جنوب شرق آسيا في الأساس) 37%. وتمثل القطاعات الزراعية الأكثر اعتماداً على الآلات في أمريكا الشمالية وأوروبا حصصاً أصغر من العمالة (15% و6% على التوالي). وتمثل البلدان العشرة الأولى مجتمعة حوالي 94% من العمالة العالمية المقدرة (الشكل 6).



الشكل 6: توظيف الوقود الحيوي السائل في عام 2022: البلدان العشرة الأولى

في الولايات المتحدة، كانت هناك حاجة إلى 360 ألف شخص للعمل المباشر وغير المباشر في عمليات المواد الأولية للوقود الحيوي ومعالجته في عام 2022. وفي الدول الأعضاء السبع والعشرين في الاتحاد الأوروبي، خلق الوقود الحيوي ما يقدر بنحو 148300 وظيفة في عام 2021 (ارتفاعًا من 141600 وظيفة في عام 2020). لم يتغير إجمالي إنتاج الوقود الحيوي في الاتحاد الأوروبي نسبيًا في عام 2022 (USDA-FAS, 2022e). وبالتالي، يمكن أيضًا افتراض أن التوظيف ظل عند مستوى عام 2021.

وتعتمد العديد من البلدان عمليات إنتاج المواد الخام كثيفة العمالة، مع وجود فرص عمل غير رسمية وموسمية في سلسلة التوريد الزراعية. وتظل البرازيل أكبر جهة توظيف في العالم في العمليات المتعلقة بالوقود الحيوي السائل (حوالي 856000 وظيفة)، وتأتي في المرتبة الثانية بعد الولايات المتحدة في إنتاج الوقود الحيوي. وتشمل البلدان الأخرى التي تشير التقديرات إلى أن لديها قوى عاملة كبيرة في مجال الوقود الحيوي إندونيسيا (619 000)، وكولومبيا (186 700)، وتايلاند (97 100)، وماليزيا (66 600)، والفلبين (44 900).

1-5- مصادر الطاقة المتجددة اللامركزية:

وفي أعقاب تراجع النشاط الناجم عن فيروس كورونا في عام 2020 (عندما تم تركيب 340 ميجاوات فقط)، انتعش القطاع خارج الشبكة، مضيفًا 690 ميجاوات من القدرات الجديدة في عام 2021 و1400 ميجاوات في عام 2022 (IRENA, 2023). ومن بين مختلف التقنيات الناشئة، برزت الطاقة المتجددة اللامركزية كحل قابل للتطبيق لتوفير طاقة موثوقة ونظيفة للمجتمعات، وخاصة في المناطق النائية. وإلى جانب الفوائد البيئية، يعمل هذا النهج اللامركزي على خلق فرص عمل محلية وفرص ممتازة لتعزيز التنوع..

1-5-1-الشبكات الصغيرة:

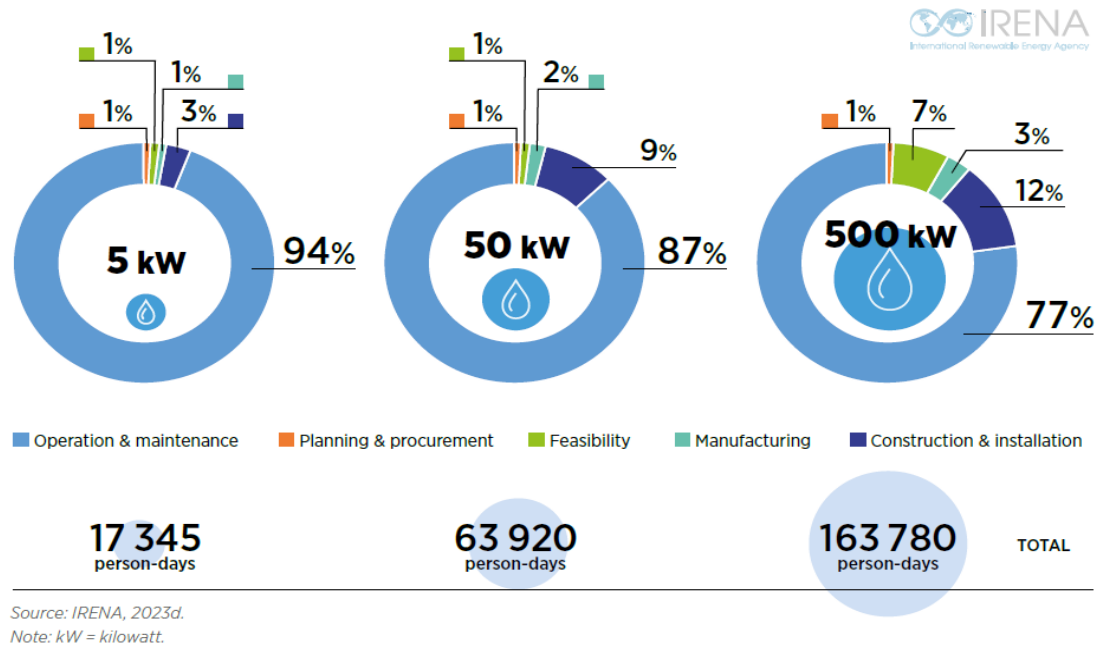
وسوف تلعب الشبكات الصغيرة دوراً متزايد الأهمية في سد الفجوات القائمة في الوصول إلى الطاقة، وخاصة في المناطق الريفية النائية. وفي عام 2010، كان هناك حوالي 500 منشأة للشبكات الصغيرة في أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى. وبينما ارتفع العدد بشكل ملحوظ، ليصل إلى أكثر من 3000 منشأة في الوقت الحاضر، إلا أن هناك حاجة إلى مزيد من التسريع. ووفقاً لأحد التقديرات، هناك حاجة إلى أكثر من 160000 شبكة صغيرة لتلبية احتياجات الوصول.

1-5-2- الطاقة الكهرومائية الصغيرة:

توفر أنظمة الطاقة الكهرومائية الصغيرة فوائد عديدة للمجتمعات المحلية والبيئة. فهي لا توفر الكهرباء فحسب، بل يمكنها أيضًا دعم خدمات الري وربط المجتمعات بالشبكة المركزية. كما أنها تجعل من الممكن بيع الطاقة الفائضة، مما يخلق فرصًا لتوليد دخل إضافي. وبهذه الطريقة، فإنها تساعد في تحويل الاقتصادات المحلية وتوليد النمو الشامل من خلال تمكين المرأة الريفية من المشاركة في هذه الأنشطة. علاوة على ذلك، تعمل الشبكات المائية الصغيرة المجتمعية على تحفيز المجتمعات المحلية على استعادة مستجمعات المياه المحيطة والحفاظ عليها، مما يساهم في الاستدامة البيئية.

توفر سلسلة تنفيذ الطاقة الكهرومائية الصغيرة النطاق الكثير من فرص العمل المحلية. ويمكن خلق الوظائف نتيجة لدراسات الجدوى، والتخطيط والمشتريات، وتصنيع المعدات، والتركيب والتوصيل، والتشغيل والصيانة.

وفقًا لأحدث تحليل للوكالة الدولية للطاقة المتجددة حول الاستفادة من القدرات المحلية (إيرينا، 2023ج)، يتطلب تنفيذ محطة الطاقة الكهرومائية صغيرة الحجم عمالة كبيرة. على سبيل المثال، تتطلب محطة بيكو المائية (بمتوسط 5 كيلوواط) أكثر من 17000 شخص في اليوم، وتتطلب المنشأة المائية الصغيرة (50 كيلوواط) حوالي 64000 شخص في اليوم، ويتطلب النظام المائي الصغير (500 كيلوواط) أكثر من 160000 شخص في اليوم، هناك حاجة إلى غالبية العمالة لأعمال التشغيل والصيانة على مدار عمر النظام. وتمثل أعمال التشغيل والصيانة هذه 94% و87% و78% من إجمالي أيام عمل الفرد في مشاريع الطاقالعنفات الكهرومائية البيكو والميكرو والميني على التوالي (انظر الشكل 7).



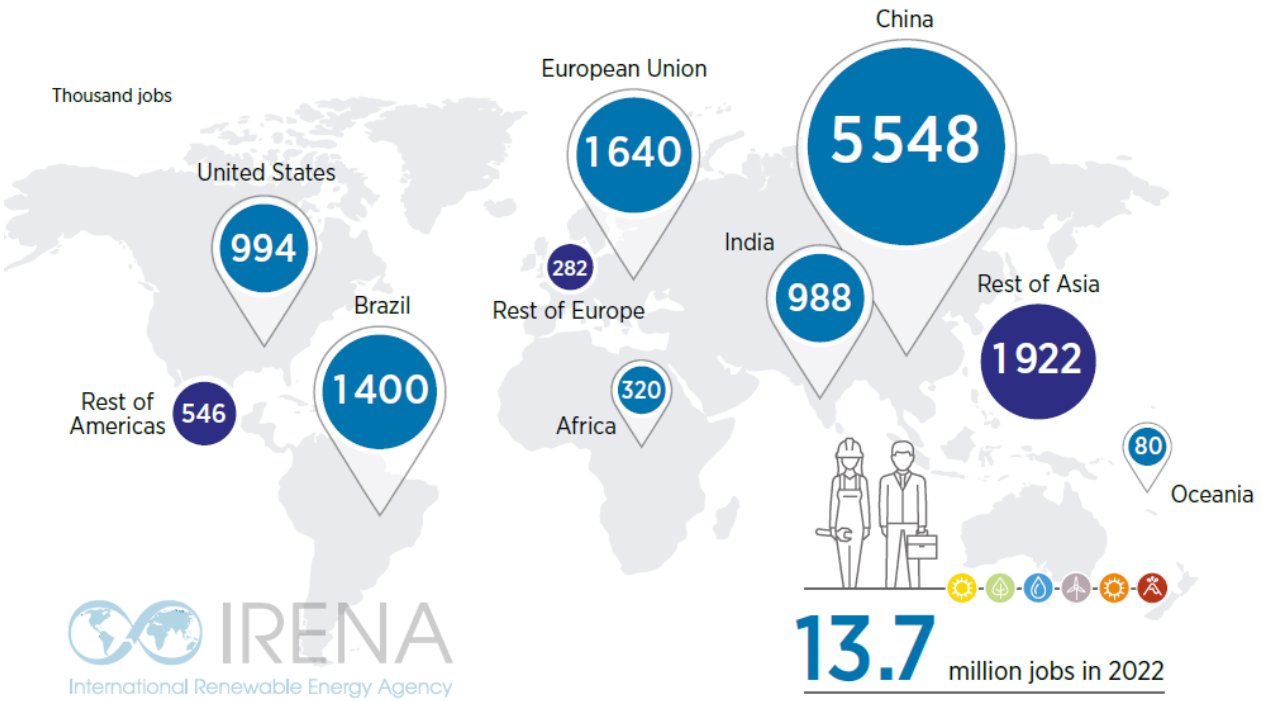
الشكل-7- توزيع العمالة المطلوبة على طول سلسلة القيمة للبيكو، محطات الطاقة المائية الصغيرة والصغيرة

إن ربط إمدادات الطاقة المتجددة بالأنشطة المدرة للدخل، المعروفة باسم الاستخدامات النهائية المنتجة، لديها القدرة على تعزيز الإنتاجية وزيادة الدخل وخلق فرص العمل المحلية وتحفيز الاقتصادات الريفية. ومع ذلك، فإن ترجمة الوصول إلى الطاقة إلى تحسينات في سبل العيش تتطلب الاستثمار في نظام بيئي اجتماعي يعزز الحلول التكنولوجية المصممة لتلبية الاحتياجات المحددة للمجتمعات المحلية. وينبغي أن يشمل هذا الاستثمار التمويل، والتدريب على القدرات والمهارات، والوصول إلى الأسواق، ودعم السياسات عبر القطاعات لتحقيق فوائد حلول الطاقة المتجددة اللامركزية بشكل كامل.

القسم الثاني

توظيف الطاقة المتجددة في بعض البلدان الرائدة في هذا المجال

يناقش هذا القسم تقديرات التوظيف في العديد من البلدان. كما هو الحال في الإصدارات السابقة، ينصب التركيز الأساسي على البلدان الرائدة في تصنيع المعدات وتركيبها - الصين والبرازيل والهند والولايات المتحدة وأعضاء الاتحاد الأوروبي. يتم تسليط الضوء على هذه البلدان في الشكل 8، مع بيانات أكثر تفصيلاً في الجدول رقم – 1-. بشكل عام، يقع الجزء الأكبر من العمالة في مجال الطاقة المتجددة في البلدان الآسيوية، والتي شكلت 62٪ من جميع الوظائف في عام 2022. وفي حين أن الجغرافيا السياسية والسياسات التجارية التقييدية تؤثر بشكل متزايد على صنع السياسات بشأن إنتاج ونشر معدات الطاقة المتجددة، فإن مشهد الوظائف يتغير أيضًا.



الشكل- 8- التوظيف في مجال الطاقة المتجددة في بلدان ومناطق مختارة

الجدول 1: الوظائف المباشرة وغير المباشرة المقدرة في مجال الطاقة المتجددة في جميع أنحاء العالم، حسب الصناعة، 2021-2022

	World	China	Brazil	United States	India	European Union (EU27)[n]
Solar PV	4 902	2 760	241	264[f]	282[i]	517
Liquid biofuels	2 490	55	856[e]	360[g]	35	148
Hydropower[a]	2 485	876	194	66[h]	466	83
Wind power	1 400	681	68	126	40	319
Solid biomass[b,c]	779	195		47[i]	58	354
Solar heating and cooling	712	557	41	n.a.	19	38
Biogas	309	160		n.a.	85	47
Geothermal energy[b]	152	87		8.6[i]		7
Concentrated solar power	80	59.4		n.a.		5
Total	**13 720[d]**	**5 548**	**1 400**	**994[k]**	**988**	**1 534[o]**

1-2 - الدول الرائدة:

الصين:

ارتفعت العمالة في مجال الطاقة المتجددة في الصين من 5.37 مليون في عام 2021 إلى 5.55 مليون في عام 2022. ويعكس تفوقها في توظيف الطاقة الشمسية الكهروضوئية مكانتها القوية باعتبارها الدولة المصنعة للمعدات المهيمنة بالإضافة إلى موقعها القيادي في تركيب القدرات. ورغم أن تكاليف العمالة المنخفضة تشكل عاملاً من عوامل نجاح الصين، فإن ذلك يرجع إلى حد كبير إلى توفير البنية الأساسية والسياسات الصناعية، التي دعمت تطوير سلسلة توريد متكاملة بأبعاد لا مثيل لها.

وفقًا لجمعية الصناعة الكهروضوئية الصينية، أنتجت البلاد 827000 طن من البولي سيليكون، و357 جيجاوات من رقائق السيليكون، و318 جيجاوات من الخلايا، و289 جيجاوات من وحدات الطاقة الشمسية في عام 2022. وارتفعت صادراتها بنسبة 80% لتصل إلى 51 مليار دولار أمريكي مقارنة بالعام الماضي. العام، مما يعكس الطلب العالمي القوي. تلقت أوروبا الجزء الأكبر من صادرات الوحدات (86.6 جيجاوات)، مع كميات أصغر ذهبت إلى آسيا والمحيط الهادئ (28.5 جيجاوات)، والأمريكتين (24.8 جيجاوات)، والشرق الأوسط (11.4 جيجاوات)، وأفريقيا (3.4 جيجاوات).

أضافت الصين 86 جيجاوات من قدرة الطاقة الشمسية الكهروضوئية في عام 2022، وهو رقم قياسي آخر ويعادل 45% من الإضافات العالمية. وفي الوقت نفسه، في مجال طاقة الرياح، كانت الإضافات البالغة 37 جيجاوات أقل بكثير من الإضافات القياسية في عام 2020 وحتى الإضافات الأصغر في عام 2021. ومع ذلك، تمثل هذه المنشآت نصف الإجمالي العالمي.

وفقًا لتقديرات جمعية الطاقة المتجددة الصينية (CRES، 2023)، وظفت البلاد 2.76 مليون شخص في مجال الطاقة الشمسية الكهروضوئية في عام 2022، أي حوالي 80 ألف وظيفة أكثر مما كانت عليه في عام 2021. وتتم موازنة تأثيرات التوظيف الناجمة عن تزايد التصنيع والنشر إلى حد ما من خلال ارتفاع الأتمتة مما يقلل من احتياجات الصناعة من العمالة. وشكلت أنشطة التصنيع ما يقدر بنحو 1.8 مليون فرصة عمل، كما شكلت أنشطة البناء والتركيب والتشغيل والصيانة 918000 وظيفة.

وفي قطاع طاقة الرياح، أضافت الصين 32.9 جيجاوات من القدرة البرية في عام 2022 - أكثر قليلاً مما كانت عليه في العام السابق (عندما أدى انتهاء الدعم إلى تباطؤ نشاط البناء)، ولكنها لا تزال أقل من نصف القدرة القياسية المضافة في عام 2020. تقدمت الطاقة بشكل أبطأ بشكل ملحوظ في عام 2022 مقارنة بالعام السابق، حيث بلغت التركيبات الجديدة 4.1 جيجاوات مقارنة بـ 17.4 جيجاوات . وعلى الرغم من أن قدرة الشبكة ستستمر في تقييد التوسع في مشاريع الطاقات المتجددة، فإن هدف حياد الكربون في الصين لعام 2060 سيدفع المزيد من نمو طاقة الرياح.

منذ 2008-2010، أنشأت شركات طاقة الرياح الصينية سلسلة توريد كبيرة لخدمة السوق المحلية في المقام الأول. وبفضل الاستثمارات الكبيرة وصنع السياسات الصناعية الاستراتيجية، وأصبحت أكبر مركز في العالم لإنتاج المكونات الرئيسية ومعالجة المواد الخام. وهذا تترجم إلى مزايا كبيرة من حيث التكلفة. على سبيل المثال، تشير التقارير إلى أن شركات طاقة الرياح الصينية قادرة على تصنيع توربينات بنحو 60% من تكلفة منافسيها.

تضاعفت طلبات توربينات الرياح المكتملة والثابتة التي ملأها المصنعون الصينيون بين عامي 2020 و2021 إلى 50.7 جيجاوات، وزادت بنسبة 18% لتصل إلى 59.8 جيجاوات في عام 2022. الجزء الأكبر من الإنتاج مخصص للسوق المحلية الكبيرة. وفي الوقت نفسه، تتغير ديناميكيات السوق، وتؤدي هوامش التكلفة والربح المواتية على المنافسين الغربيين إلى دفع المصنعين الصينيين إلى التطلع أكثر نحو أسواق التصدير. ومن المتوقع أن تنمو المنافسة والتعاون مع الشركات المصنعة الأوروبية. وإلى جانب مبيعات التصدير، تقوم الشركات الصينية ببناء أو التخطيط لبناء مصانع تصنيع في الهند والبرازيل وأسبانيا والمملكة المتحدة.

وفقًا للتقديرات ، تخطط الصين لإضافة 17 جيجاوات من سعة الشفرات الجديدة في الفترة 2023-2024 لخدمة الطلب المحلي والأجنبي. وهذا يتناقض بشكل حاد مع الأسواق الغربية، حيث يقوم المصنعون الذين يعانون من انخفاض الطلب وارتفاع التكاليف وانخفاض الربحية بالاستعانة بمصادر خارجية لإنتاج المكونات. وظفت صناعة طاقة الرياح الصينية ما يقدر بنحو 681000 شخص في عام 2022، ارتفاعًا من 654000 في عام 2021. وشكل التصنيع 234000 من هذه الوظائف، ومثل البناء والتركيب 276000 وشكل التشغيل والصيانة 171000وظيفة.

وفي مجال الطاقة الكهرومائية، كانت إضافات القدرات العالمية في عام 2022 في الغالب في الصين، حيث وظف قطاع الطاقة الكهرومائية فيها حوالي 927200 شخص بشكل مباشر، وفقًا لتقديرات الوكالة الدولية للطاقة المتجددة. تشير التقديرات إلى أن التدفئة والتبريد بالطاقة الشمسية توفر 557000 وظيفة مباشرة، بانخفاض من 636000 وظيفة في عام 2021. وتمثل الطاقة الشمسية المركزة 59400 وظيفة أخرى، وهو نفس العدد تقريبًا في عام 2021. وتوفر الحرارة والطاقة الأرضية 87000 وظيفة، بارتفاع طفيف أيضًا. اعتبارًا من عام 2021. وشكلت تقنيات الطاقة الحيوية 410000 وظيفة، ارتفاعًا من 386000 وظيفة في عام 2021. ومن هذا المجموع، كانت هناك 240000 وظيفة في تصنيع المعدات و170000 في التشغيل والصيانة. ظل إنتاج وقود الإيثانول في الصين أقل من قيمة الذروة لعام 2019، لكن إنتاج وقود الديزل الحيوي وصل إلى مستوى قياسي آخر . تشير التقديرات إلى أن قطاع الوقود الحيوي في الصين وظف 55000 شخص في عام 2022، وهو ارتفاع طفيف .

البرازيل:

كان لدى البرازيل ما يقدر بنحو 1.4 مليون وظيفة في مجال الطاقة المتجددة في عام 2022. وظل الوقود الحيوي، الذي يوفر ما يقدر بنحو 856200 وظيفة في عام 2022، أكبر صاحب عمل في مجال الطاقة المتجددة، على الرغم من انخفاض أعداد الوظائف بشكل طفيف عن عام 2021.

قُدر إنتاج وقود الديزل الحيوي بنحو 6.37 مليار لتر في عام 2022، بانخفاض حوالي 6% عن عام 2021. وفي نوفمبر 2021، تم تخفيض مزيج وقود الديزل الحيوي الإلزامي في وقود المركبات من 13% إلى 10% نظرًا لزيادة تكلفة فول الصويا (مادة التغذية الأولية). وتقدر الوكالة الدولية للطاقة المتجددة وجود 282400 وظيفة مرتبطة بالديزل الحيوي في البرازيل في عام 2022، بانخفاض من 343500 في العام السابق.7 أحدث تقدير متاح للتوظيف في الإيثانول الحيوي هو لعام 2021، عند 344500 وظيفة، إلى جانب ما يقرب من 200000 وظيفة غير مباشرة في تصنيع المعدات . ارتفع إنتاج الإيثانول المبني على قصب السكر في البرازيل بنحو 8.5% في عام 2022. وتطبيق هذه النسبة المئوية للتغيير على التوظيف سيشير إلى حوالي 573800 وظيفة مرتبطة بالإيثانول في عام 2022. ويتم إنتاج معظم الإيثانول من قصب السكر، لكن إنتاج إيثانول الذرة آخذ في التوسع، حيث يرتفع بنسبة 37%. في عام 2022 .

واحتلت البرازيل المرتبة الرابعة في تركيب قدرة الطاقة الشمسية الكهروضوئية الجديدة في عام 2022، بعد الصين والولايات المتحدة والهند. وأضافت 9.9 جيجاوات، لتصل القدرة المركبة التراكمية إلى 24 جيجاوات . وقد أبلغت شركة ABSOLAR (2023) عن أرقام أعلى ووجدت أن 29% من القدرة الكهروضوئية التراكمية اعتبارًا من عام 2022 كانت في مرافق التوليد المركزية، بانخفاض عن 76% في عام 2018. وكان الجزء الأكبر من التوسع الكهروضوئي على مدى السنوات القليلة الماضية في التوليد الموزع.

يعد بنكا التنمية البرازيليان BNB وBNDES المصدرين الرئيسيين لتمويل الطاقة الكهروضوئية واسعة النطاق. وإجمالاً، تمت الموافقة على حوالي 42.4 جيجاوات من مشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية الجديدة في الفترة ما بين مارس 2022 وفبراير 2023، منها 4.9 جيجاوات كانت قيد الإنشاء بحلول منتصف عام 2023 و7.5 جيجاوات كانت قيد التشغيل بالفعل.

لا تزال البرازيل تعتمد بشكل كبير على واردات الوحدات الكهروضوئية (الصينية الصنع في الغالب). ارتفعت الواردات لكل من المشاريع الكبيرة والموزعة من 4.8 جيجاوات في عام 2020 إلى 10.4 جيجاوات في عام 2021 وارتفعت إلى 17.8 جيجاوات في عام 2022 . ومن ثم، يتم خلق فرص العمل بشكل أساسي في مجالات المبيعات والتركيبات والتشغيل والصيانة، والتي تتولاها عادةً المؤسسات الصغيرة. تقدر الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA) حوالي 241100 وظيفة في قطاع الطاقة الشمسية الكهروضوئية في البرازيل في عام 2022. وهذه زيادة

كبيرة من 131000 وظيفة في عام 2021، مما يعكس حقيقة أن النشر التراكمي في القطاع الموزع كثيف العمالة قد تضاعف تقريبًا.

أضافت البرازيل 1.78 مليون متر مربع من قدرة تسخين المياه بالطاقة الشمسية في عام 2022، أي أقل بنسبة 2% فقط من الرقم القياسي المثير للإعجاب المسجل في عام 2021 . وتقدر إيرينا 41100 فرصة عمل في مجال تسخين المياه بالطاقة الشمسية.

وفي صناعة طاقة الرياح، تمت إضافة 4 جيجاوات من القدرة في عام 2022، ارتفاعًا إلى حد ما من 3.8 جيجاوات في عام 2021. احتلت البرازيل المرتبة الثالثة في زيادة طاقة الرياح في العالم، بعد الصين والولايات المتحدة . وتشير تقديرات الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA) إلى أن القوى العاملة في مجال طاقة الرياح في البلاد تبلغ حوالي 67700 شخص، معظمهم في قطاع البناء، يليه التشغيل والصيانة.

الولايات المتحدة:

كان لدى الولايات المتحدة ما يقرب من مليون وظيفة في مجال الطاقة المتجددة في عام 2022، بما في ذلك حوالي 406700 وظيفة في الوقود الحيوي، وطاقة الكتلة الحيوية، ووقود الكتلة الحيوية الخشبية؛ حوالي 263900 في الطاقة الشمسية الكهروضوئية؛ ما يقرب من 122500 في مختلف تقنيات التدفئة والتبريد المتجددة؛ حوالي 66300 في الطاقة الكهرومائية و 8600 في الطاقة الحرارية الأرضية. بالإضافة إلى ذلك، تم إنشاء حوالي 251500 فرصة عمل لمختلف التقنيات المتعلقة بتحول الطاقة. وتشير تقديرات أخرى إلى أن كفاءة استخدام الطاقة وظف حوالي 2.2 مليون شخص في عام 2022، بزيادة قدرها 50500 شخص عن العام السابق.

في عام 2022، قامت الولايات المتحدة بتركيب ما يقدر بـ 17.6 جيجاوات من قدرة الطاقة الشمسية الكهروضوئية، وهي ثاني أعلى إضافة لقدرة بعد 19.2 جيجاوات تم تركيبها في عام 2021. واجهت الصناعة اضطرابات في سلسلة التوريد بسبب تحقيق مكافحة التحايل الذي تم الإعلان عنه في مارس 2022 (الذي أثر على الخلايا الكهروضوئية والوحدات المستوردة من كمبوديا وماليزيا وتايلاند وفيتنام) وإنفاذ "قانون منع العمل القسري للأويغور"، مما أدى إلى احتجاز العديد من شحنات الوحدات من منطقة شينجيانغ الويغورية ذاتية الحكم لمدة أشهر.

وفقًا للتعداد الوطني لوظائف الطاقة الشمسية لعام 2022، ارتفعت العمالة في مجال الطاقة الشمسية في الولايات المتحدة إلى ما يقرب من 264000 وظيفة في عام 2022، أي بزيادة 3.6٪ عما كانت عليه في عام 2021. وكانت التطورات مختلطة في قطاعات السوق المختلفة. وبالنسبة للمشاريع على نطاق المرافق، تباطأت وتيرة التركيبات، مع فقدان ما يقدر بنحو 6000 وظيفة. ومع ذلك، ارتفع معدل التوظيف في مجال الطاقة الشمسية السكنية، والذي يعتمد بشكل أكبر على الوحدات المحلية، بنسبة 40٪، مع إضافة 9500 وظيفة.

وفي صناعة طاقة الرياح، انخفضت القدرة على تصنيع الشفرات في الولايات المتحدة بنسبة 63% بين عامي 2021 و2022، من 8.3 جيجاوات إلى 3.1 جيجاوات فقط. ونتيجة لذلك، تم تسريح أكثر من 2000 عامل (Lico, 2022b). وفي أكتوبر 2022، أعلنت شركة جنرال إلكتريك أنها ستسرح 20% من القوى العاملة في مجال طاقة الرياح البرية في الولايات المتحدة، إلى جانب عمال آخرين في أمريكا اللاتينية والشرق الأوسط وأفريقيا . وتم استبدال الإنتاج المحلي الأمريكي بواردات متزايدة من المكسيك والهند، وبكميات أصغر قادمة من أسبانيا والبرازيل، وكميات أقل بكثير من الصين. تسعى استراتيجيات الاستعانة بمصادر خارجية للشركات إلى الاستفادة من مستويات الأجور المنخفضة في العديد من هذه البلدان في بيئة زادت فيها تكاليف العمالة والمواد. تمثل عمالة التصنيع والتجميع 35% من تكلفة شفرات الألياف الزجاجية، وتتطلب الشفرة النموذجية أكثر من 2000 ساعة من مدخلات العمالة.

وفي عام 2022، تم تركيب 7.8 جيجاوات فقط من طاقة الرياح في الولايات المتحدة، أي ما يزيد قليلاً عن نصف ما يزيد عن 14 جيجاوات تمت إضافتها في كل من عامي 2020 و2021. ومع ذلك، يُقدر عدد وظائف طاقة الرياح في عام 2022 بنحو 125580 وظيفة، ارتفاعًا من 120164 وظيفة في عام 2021، نظرًا لاحتياجات التشغيل والصيانة المتزايدة. بالنسبة لتوظيف طاقة الرياح البرية، كان القطاع الأكبر هو البناء بحصة 36%، تليها الخدمات المهنية والتجارية بحصة 26%. وبالنسبة لطاقة الرياح البحرية، شكلت هذه الخدمات 48%، يليها البناء بحصة تشغيل تبلغ 32%.

تشير التقديرات إلى أن الوقود الحيوي يوفر 359700 وظيفة في الولايات المتحدة. وظل إجمالي إنتاج الوقود الحيوي في عام 2022 أقل من مستوى الذروة لعام 2018 البالغ 68 مليار لتر. وارتفع إنتاج الإيثانول بشكل طفيف مقارنة بعام 2021، لكن أحجام وقود الديزل الحيوي استمرت في الانخفاض. تشير نمذجة المدخلات والمخرجات إلى أن الإيثانول الحيوي ربما وظف 296500 شخص في عام 2022 في الولايات المتحدة، بما في ذلك 78800 بشكل مباشر و217700 بشكل غير مباشر في سلسلة التوريد الزراعية (يمثل الإيثانول ما يقرب من 40٪ من محصول الذرة في البلاد بأكمله؛ ونسبة كبيرة من وبالتالي فإن نظام الزراعة الصناعية يشارك في إنتاج هذا الناتج). ويشمل العدد الإجمالي للوظائف ما يقرب من 30000 وظيفة مرتبطة بالتصدير . انخفض إنتاج وقود الديزل الحيوي إلى 6.14 مليار لتر في عام 2022، بانخفاض 5٪ من 6.5 مليار لتر في عام 2021 (تقييم الأثر البيئي الأمريكي، 2023). وتقدر الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA) عدد الوظائف المرتبطة بالديزل الحيوي بنحو 63200 وظيفة في عام 2022، انخفاضًا من 66650 وظيفة في عام 2021.

الهند:

كان لدى الهند ما يقدر بنحو 988000 وظيفة في مجال الطاقة المتجددة في عام 2022. وكانت الطاقة الكهرومائية، التي توفر حوالي 466000 وظيفة، أكبر جهة توظيف في مجال الطاقة المتجددة، تليها الطاقة الشمسية الكهروضوئية، التي تضم 282000 شخص يعملون في الأنظمة المتصلة بالشبكة وخارجها. وتمثل مصادر الطاقة المتجددة الأخرى أعدادا أقل بكثير.

أضافت الهند 13.5 جيجاوات من قدرة الطاقة الشمسية الكهروضوئية في عام 2022، ارتفاعًا من 10.3 جيجاوات في عام 2021. وكانت كلا القيمتين بمثابة أرقام قياسية جديدة سجلتها البلاد . نمت الطاقة الإنتاجية المحلية للوحدات في الهند من 10.4 جيجاوات في عام 2021 إلى 24.7 جيجاوات في عام 2022، على الرغم من أن الإنتاج الفعلي لم يواكب وتيرة الإنتاج وانخفض استخدام القدرات من 36% إلى 28% . وفي حين لا تزال الهند تعتمد بشكل كبير على الواردات، فإن صادراتها من وحدات الطاقة الشمسية في عام 2022 تضاعفت أكثر من خمسة أضعاف، مستفيدة من قيود الاستيراد الأمريكية المفروضة على المنتجات الصينية.

استنادًا إلى تحليل عامل التوظيف، تشير تقديرات الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA) إلى أن الهند لديها 201400 وظيفة في مجال الطاقة الشمسية الكهروضوئية المتصلة بالشبكة في عام 2022، بزيادة قدرها 47٪ عن عام 2021. ويعمل ما يقرب من 80000 شخص في مجال الطاقة الشمسية خارج الشبكة.

تحتل الهند المرتبة الرابعة في العالم من حيث قدرة توليد طاقة الرياح التراكمية، على الرغم من أن عام 2022 كان عامًا بطيئًا آخر، حيث تمت إضافة 1.9 جيجاوات فقط، مقارنة بذروة التركيب البالغة 4.1 جيجاوات في عام 2017. وأضاف قطاع طاقة الرياح 600 وظيفة جديدة فقط في البناء والتركيب. تمتلك الهند قدرة تصنيع محلية سنوية لمولدات توربينات الرياح تبلغ 10-12 جيجاوات ، مما يشير إلى إمكانية النمو في المنشآت المحلية والصادرات. وتشير تقديرات الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA) إلى أن قطاع طاقة الرياح الهندي سيوفر 40 ألف وظيفة في عام 2022، يمثل التشغيل والصيانة نصفها تقريبًا.

أوروبا:

كان لدى البلدان في أوروبا ما مجموعه 1.8 مليون وظيفة في مجال الطاقة المتجددة، منها حوالي 1.6 مليون في الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي البالغ عددها 27 دولة.

وتشير تقديرات الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA) إلى أن طاقة الرياح الأوروبية وفرت 402000 وظيفة في عام 2022، منها 319000 وظيفة في دول الاتحاد الأوروبي الـ 27. ووصل إجمالي قدرة توليد الرياح في القارة إلى 240 جيجاوات في عام 2022، مع إضافة رقم قياسي جديد قدره 18.6 جيجاوات. قامت دول الاتحاد الأوروبي السبعة والعشرين بتركيب الجزء الأكبر من هذه القدرة الجديدة (15.7 جيجاوات) بإجمالي 204.1 جيجاوات.

وفي قطاع الطاقة الشمسية الكهروضوئية، أضافت أوروبا ككل حوالي 37.7 جيجاوات في عام 2022، وهو ما يمثل زيادة كبيرة مقارنة بـ 27.3 جيجاوات المضافة في عام 2021 - وهو في حد ذاته رقم قياسي جديد. ويمثل أعضاء الاتحاد الأوروبي 36 جيجاوات و25.7 جيجاوات، على التوالي، من الإجمالي.

ويقدر تقرير وظائف الطاقة الشمسية في الاتحاد الأوروبي لعام 2022 وجود 465600 موظف بدوام كامل في عام 2022، ارتفاعًا من حوالي 357000 في عام 2021.ونظرًا لتركيز بولندا القوي على أنظمة الأسطح السكنية كثيفة العمالة - والتي تتطلب ثلاثة أضعاف العمالة التي تتطلبها المشاريع الكبيرة فإن قطاع الطاقة الشمسية الكهروضوئية في البلاد كان لديه 113000 وظيفة في عام 2022، ارتفاعًا من 90000 في عام 2021. وتشمل البلدان ألمانيا (حوالي 86900 وظيفة)، وإسبانيا (65600)، وهولندا (36400)، واليونان (33700)، وفرنسا (33200)، وإيطاليا (24300). وقد حقق كل منهم مكاسب كبيرة في التوظيف خلال العام السابق، مما يعكس نمو عمليات التوسع الجديدة.

يتمتع قطاع الطاقة الحيوية الأوروبي بأكبر حصة من العمالة، بإجمالي 549200 شخص. بلغ عدد القوى العاملة في الكتلة الحيوية الصلبة (للتدفئة والكهرباء) حوالي 353800 في عام 2022. وتم توظيف 148300 آخرين في الوقود الحيوي و47100 في الغاز الحيوي.

ارتفع استخدام الكتلة الحيوية الصلبة في الاتحاد الأوروبي الـ 27 بشكل كبير، ليصل إلى مستويات الذروة في عام 2022. ويتم تلبية أكثر من 95% من احتياجات الاتحاد الأوروبي من الكتلة الحيوية الصلبة محليًا، مما يُترجم إلى توظيف محلي كبير في عمليات المواد الأولية. وكان أكبر أصحاب العمل في هذا الصدد بولندا وألمانيا، حيث يوجد لكل منهما أكثر من 40 ألف وظيفة، تليها فرنسا وهولندا والسويد وإيطاليا (لكل منها أكثر من 20 ألف وظيفة).

وارتفع إنتاج وقود الإيثانول في الاتحاد الأوروبي الـ27 إلى ذرى جديدة بلغت 5.2 مليار لتر و5.35 مليار لتر في عامي 2021 و2022 على التوالي. وفي الوقت نفسه، ظل إنتاج وقود الديزل الحيوي في كلا العامين أقل قليلاً من إنتاجه في عام الذروة 2020، عند حوالي 19 مليار لتر . ومع ذلك، لا تزال القدرات الكبيرة لإنتاج الوقود الحيوي معطلة. حوالي 148300 وظيفة مرتبطة بالوقود الحيوي في الاتحاد الأوروبي في عام 2021، ارتفاعًا من 141600 وظيفة في عام 2020. وبالنظر إلى أن إجمالي إنتاج الوقود الحيوي كان أعلى قليلاً في عام 2022، فمن المنطقي أن التوظيف في ذلك العام كان متسقًا بشكل وثيق بقيمة 2021.

بلدان اخرى:

وفي غرب آسيا، وصلت منشآت الطاقة الشمسية الكهروضوئية الجديدة في تركيا إلى رقم قياسي جديد قدره 1.6 جيجاوات في عام 2022، لكن إضافات طاقة الرياح كانت أقل من نصف الوتيرة في عام 2021. وكان الهدف

الرئيسي هو تعزيز حصة معدات الطاقة المتجددة المنتجة محليا. وقد اعتمدت تركيا التعريفات الجمركية وقواعد مكافحة الإغراق للحد من الواردات، وتقدم حوافز ضريبية لإنتاج الوحدات المحلية. يوجد في البلاد الآن أكثر من 60 شركة وحدات. علاوة على ذلك، يقوم عدد من الشركات الكبيرة في صناعات مثل المنسوجات بإنشاء خطوط إنتاج وحدات لتلبية احتياجاتها الخاصة . تتوقع الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA) توفير 26000 وظيفة في مجال الطاقة الشمسية الكهروضوئية و13000 وظيفة في مجال طاقة الرياح في تركيا.

وفي شرق آسيا، وصلت القدرة التراكمية للطاقة الشمسية الكهروضوئية في اليابان إلى 78.8 جيجاوات في عام 2022. وهذه هي ثالث أكبر قدرة لأي بلد في جميع أنحاء العالم، ولكن الإضافات الجديدة (4.6 جيجاوات) لا تزال أقل بكثير من الرقم القياسي الذي تم تحقيقه في عام 2019 وهو 7 جيجاوات. وتقدر الوكالة الدولية للطاقة المتجددة حوالي 127000 فرصة عمل للطاقة الشمسية الكهروضوئية في عام 2022 عندما تمثل الوحدات المنتجة في الخارج 90٪ من إجمالي الشحنات.

أنشأت الدولة مؤخرًا وجودًا لطاقة الرياح البحرية في ديسمبر 2022 . اعتمدت اليابان هدفًا يتمثل في توليد 10 جيجاوات من طاقة الرياح بحلول عام 2030 و30-45 جيجاوات بحلول عام 2040، مع حصة محتوى محلي بنسبة 60% بحلول عام 2040. ويشير تحليل المدخلات والمخرجات إلى أن الوصول إلى 10 جيجاوات بحلول عام 2030 يمكن أن يخلق 54000 فرصة عمل (منها 20 ألف وظيفة بشكل مباشر و34 ألف بشكل غير مباشر) في بناء مزارع الرياح، والوصول إلى 36 جيجاوات بحلول عام 2040 يمكن أن يخلق 69.000 فرصة عمل. يمكن أن يوفر التشغيل والصيانة حوالي 4560 وظيفة بحلول عام 2030 وما يقرب من 18000 وظيفة بحلول عام 2040. ومع ذلك، ستكون هناك حاجة إلى اتخاذ تدابير مناسبة لتدريب عدد مناسب من الأشخاص على المهارات المطلوبة.

ومن بين دول جنوب شرق آسيا، تعد فيتنام وماليزيا وتايلاند من الشركات الرائدة في تصنيع وتصدير الخلايا الشمسية الكهروضوئية والوحدات النمطية. كما قامت أيضًا بتركيب أكبر قدرات توليد الطاقة الكهروضوئية في المنطقة، جنبًا إلى جنب مع الفلبين. تظل البصمة الكهروضوئية أصغر بكثير في بقية المنطقة (انظر الجدول 4). تعد ماليزيا، باعتبارها مركزًا رئيسيًا لتصنيع الوحدات، موطنًا لما يقرب من 45000 وظيفة للطاقة الشمسية الكهروضوئية، في حين ظلت التركيبات المحلية محدودة. بالنسبة لقطاع تصنيع الطاقة الشمسية الكهروضوئية في تايلاند، تقدر الوكالة الدولية للطاقة المتجددة فرص العمل بأكثر من 29000 شخص.

الجدول -2- قدرات توليد وتصنيع الطاقة الشمسية الكهروضوئية في جنوب شرق آسيا، 2022

	PV generation capacity (MW)	PV manufacturing capacity (GW)			
		Polysilicon	Wafer	Cell	Module
Viet Nam	18 474	-	12.5	14	29.65
Thailand	3 060	-	-	9.35	6.2
Malaysia	1 933	11	1.2	23.6	13.9
Philippines	1 625	-	-	0.4	0.8
Singapore	572	-	1.8	2.9	3.7
Cambodia	456	-	-	1	2.2
Indonesia	291	12	-	1	2.05
Myanmar	103	-	-	-	-
Lao PDR	34	-	-	-	-

القسم الثالث

مبادرات السياسة الصناعية في مجال لطاقات المتجددة في عام 2022

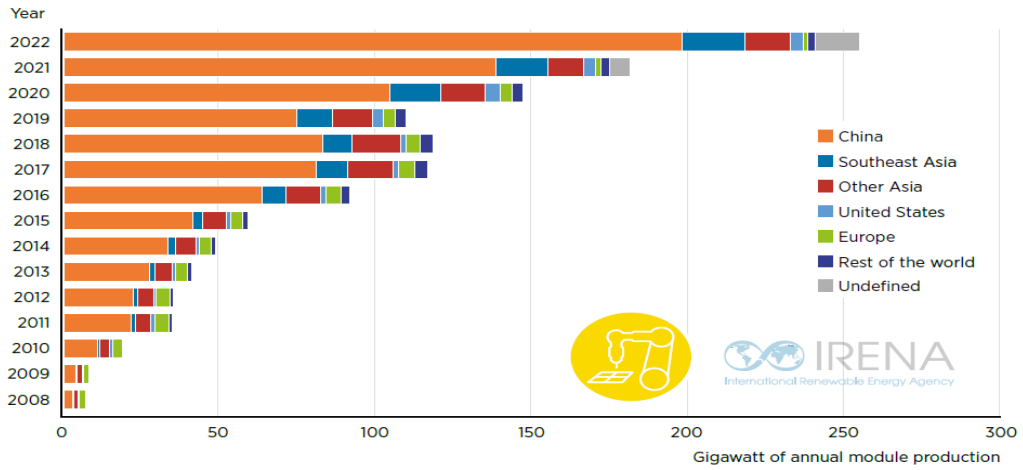
يتركز تصنيع المعدات اللازمة لصناعات الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح بشكل كبير في عدد قليل من البلدان، كما هو الحال في الكثير من فرص العمل المرتبطة بها. ومع ذلك، فإن هذه الهياكل في حالة تغير مستمر بسبب سياسات الشركات التي تبحث عن مواقع ذات تكاليف عمالة منخفضة للمصانع والسياسات الحكومية التي تحاول توطين عمليات التصنيع أو إعادة توطينها. يناقش هذا القسم الجغرافيا الحالية لتصنيع معدات الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح ويرسم مبادرات السياسة الصناعية الأخيرة في العديد من البلدان، والتي قد تغير جغرافية التوظيف في مجال الطاقة المتجددة.

3-1- جغر افية تصنيع معدات الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح

تضاعف الإنتاج العالمي السنوي لوحدات الطاقة الشمسية الكهروضوئية 38 ضعفًا على مدار الخمسة عشر عامًا الماضية، حيث ارتفع من 7.2 جيجاوات في عام 2008 إلى 271 جيجاوات في عام 2022. وقفز الإنتاج من 193 جيجاوات إلى 271 جيجاوات في عام 2022 وحده. وفي الوقت نفسه، تجدر الإشارة إلى أن جزءًا كبيرًا من السعة يظل خاملاً؛ وتم استخدام أقل من النصف في السنوات الأخيرة، بانخفاض عن 83% في عام 2017.

والأكثر من ذلك هو الحال بالنسبة للمنشآت، حيث تحول مركز الثقل في التصنيع من أوروبا إلى الصين، مع ما يترتب على ذلك من آثار واضحة على الأماكن التي يتم خلق فرص العمل فيها. وفي مجال تصنيع الطاقة الشمسية الكهروضوئية، تضاعفت حصة الصين من إنتاج الوحدات العالمية من 39% في عام 2008 إلى 78% في عام 2022. وبينما تواصل الصين توسيع قدرتها التصنيعية، فإن القيود التجارية التي تم اعتمادها في السنوات الماضية دفعت المصنعين الصينيين إلى الاستثمار في مصانع الوحدات في جنوب شرق البلاد. آسيا التي تقوم بشكل أساسي بتجميع الخلايا الكهروضوئية الصينية الصنع للتصدير . ارتفعت حصة جنوب شرق آسيا من إنتاج الوحدات العالمية من 2% إلى 11% في عام 2022.

ولا يحدث سوى الحد الأدنى من التصنيع في مناطق أخرى من العالم. وانخفضت حصة أوروبا من 30% إلى 0.5% خلال الفترة 2008-2022، وانخفضت حصة اليابان من 11% إلى 0.2%، وانخفضت حصة الولايات المتحدة من 6.8% إلى 1.7% (انظر الشكل 9) . وتحتل الصين مكانة أكثر هيمنة في إنتاج الرقائق والخلايا والبولي سيليكون، بنسبة 97% و84% و83% على التوالي من الإنتاج العالمي في عام 2022.



الشكل -9- : إنتاج وحدات الطاقة الشمسية الكهروضوئية حسب البلد/المنطقة، 2008-2022

على الرغم من التوترات التجارية المتزايدة، ارتفعت قيمة صادرات الصين من الطاقة الشمسية الكهروضوئية (معظمها وحدات، مع أوروبا باعتبارها المشتري الرئيسي) بنسبة 64٪ في عام 2022، من 32 مليار دولار أمريكي إلى 52 مليار دولار أمريكي. ويعكس هذا الوضع المهيمن للدولة وحقيقة أن أسعار وحداتها أقل تكلفة بنسبة تصل إلى 57% من تلك المنتجة في الولايات المتحدة أو أوروبا. وتكمن ميزة التكلفة الرئيسية التي تتمتع بها الصين في انخفاض تكاليف المواد؛ ورغم أن تكاليف العمالة أقل أيضاً في الصين، فإنها تساهم بنحو 10% فقط أو نحو ذلك في التكاليف الإجمالية.

وفيما يتعلق بتصنيع معدات طاقة الرياح، أنتجت الشركات الصينية في المقام الأول لسوقها المحلية الكبيرة، في حين سيطرت الشركات الأوروبية على الأسواق خارج الصين. ومع ذلك، من المتوقع أن تنمو المنافسة العالمية، وهذا سيؤثر بقوة على جغرافية خلق فرص العمل في الصناعة. ومن المرجح أن تؤدي ضغوط التكلفة إلى زيادة الأتمتة في تصنيع الشفرات، مما يؤثر على متطلبات العمالة.

ونمت الطلبيات العالمية على توربينات الرياح "المكتملة والثابتة" من حوالي 64.4 جيجاوات في عام 2020 إلى 104.8 جيجاوات في عام 2021، وانخفضت قليلاً إلى 100.9 جيجاوات في عام 2022. وتمكن المصنعون الصينيون من زيادة حصتهم من الطلبات العالمية من 39% في عام 2020 إلى 59% في عام 2020. 2022. وشهدت جميع الشركات الأخرى انخفاضًا في 2022، من 54.1 جيجاوات إلى 41.1 جيجاوات . وتستفيد الشركات الصينية من السياسات المستقرة الطويلة الأجل وثقة الطلب في الداخل، كما أنها تتمتع بوفورات حجم كبيرة على طول قطاعات سلسلة التوريد.

وفي الوقت نفسه، تواجه الشركات الأوروبية، التي كانت منذ فترة طويلة في المقدمة في مجال التكنولوجيا، العديد من الضغوط، بما في ذلك، من بين أمور أخرى، ارتفاع تكاليف المواد الخام، والتكاليف اللوجستية المرتفعة وازدحام الموانئ، والتكاليف الأعلى من المتوقع لتطوير توربينات جديدة واستمرار أزمة فيروس كورونا. 19 تأثيرًا

. في السنوات الأخيرة، أغلقت الشركات المصنعة للمعدات الأوروبية مصانع أقل ربحية وقامت بالاستعانة بمصادر خارجية للإنتاج، وخاصة الشفرات، في البلدان ذات الأجور المنخفضة (مثل البرازيل والهند والمكسيك وتركيا).

تستحوذ الصين أيضًا على حصة تبلغ 60% في تصنيع الشفرات، تليها أوروبا (14%)، والهند (11%)، والولايات المتحدة وأمريكا اللاتينية (7% لكل منهما). ويتبع توزيع تصنيع المكونات الأخرى نمطاً مماثلاً، باستثناء المولدات، حيث لا تزال أوروبا تحتفظ بحصة تبلغ 22%. يتم تصنيع ثلاثة أرباع علب التروس في الصين، بينما يتم تقسيم الباقي بين أوروبا والهند.

وفي الوقت نفسه، فإن سلاسل التوريد للأبراج مجزأة، حيث يوجد أكثر من 240 مصنعًا في 30 دولة مملوكة لـ 100 مورد مختلف. ومع ذلك، فإن تزايد الإقليمية يعكس ارتفاع التكاليف اللوجستية للأبراج الشاهقة، وتعززها التعريفات الجمركية وقواعد المحتوى المحلي. تعتمد استراتيجيات الاستعانة بمصادر خارجية للشركات على أهداف التحكم في التكاليف وسط المنافسة المتزايدة وزيادة العرض العالمية المستمرة. تستفيد الشركات المصنعة الصينية (التي زودت 87٪ من الأبراج البحرية في عام 2021) من انخفاض تكاليف الصلب إلى جانب مزايا الحجم الكبيرة للحصول على ميزة على الموردين الأمريكيين والأوروبيين. بين عامي 2017 و2020، انخفض إنتاج الأبراج في الاتحاد الأوروبي بنسبة 10%، بينما زادت الواردات من الصين بنسبة 54% . وقد دفع هذا الحكومات إلى فرض تعريفات ومتطلبات المحتوى المحلي. وبالنسبة للأبراج البرية، أدت التعريفات الجمركية إلى تحول في سلاسل التوريد نحو إندونيسيا والفلبين وجمهورية كوريا وفييتنام.

3-2- مبادرات السياسة الصناعية وسط الجغرافيا السياسية الجديدة:

يشهد صنع السياسات المتعلقة بمشهد سلسلة توريد الطاقة المتجددة العالمية تحولاً بسبب القلق المتزايد من أن الاعتماد على سلاسل التوريد البعيدة - والتي تشمل حفنة من اللاعبين المهيمنين - يستلزم التعرض للاضطرابات مثل الأوبئة والكوارث الأخرى. وقد أدت الاستراتيجيات الوطنية المتباينة وأهداف الشركات، والنزاعات التجارية، والمنافسات الجيوسياسية، إلى زيادة الشعور بالاضطراب. في الواقع، لقد تغيرت النظرة بشكل كبير. قبل بضع سنوات فقط، كان الرأي السائد هو أن تصنيع الألواح الشمسية الكهروضوئية ومكوناتها كان في الأساس تجارة سلعية ومن الأفضل نقلها إلى البلدان ذات الأجور المنخفضة وغيرها من مزايا التكلفة.

وقد اتبعت الصين بنجاح مجموعة واسعة من السياسات الصناعية لعدة سنوات، فقامت ببناء صناعة متكاملة لتصنيع طاقة الرياح والطاقة الشمسية. وفي الآونة الأخيرة، تعطي بلدان أخرى أيضًا الأولوية للجهود الرامية إلى توطين أجزاء من سلسلة التوريد للحد من نقاط الضعف في أمن الطاقة وكذلك الحصول على جزء أكبر من الفوائد الاجتماعية والاقتصادية لتحول الطاقة. وقد أعلنت اليابان والولايات المتحدة والاتحاد

الأوروبي والهند وجنوب أفريقيا، من بين دول أخرى، عن مبادرات تتعلق بالسياسة الصناعية لتحفيز التصنيع المحلي وزيادة قدرتها التنافسية في مواجهة الموردين الصينيين.

وفي الوقت نفسه، تجدر الإشارة إلى أن مبادرات السياسة الصناعية الحالية لن تغير بشكل جذري مشهد تصنيع الطاقة المتجددة لعدة سنوات، لأن ذلك يتطلب وقتًا وموارد كبيرة لإنشاء القدرات اللازمة على النطاق اللازم. وبالتالي، ستستمر الصين في استضافة معظم وظائف الطاقة المتجددة في المستقبل المنظور. علاوة على ذلك، في مجال الطاقة الشمسية الكهروضوئية، ألمحت الصين في يناير/كانون الثاني 2023 إلى إمكانية فرض قيود على التصدير على تقنيات صب الرقائق والسيليكون والسبائك، مما يعقد خطط الدول الأخرى لتوسيع قدراتها في تصنيع الطاقة الشمسية.

ومن بين الدول التي أعلنت عن مبادرات السياسة الصناعية، تسعى اليابان إلى إنشاء قاعدة تصنيع خاصة بها لطاقة الرياح البحرية من خلال "برنامج تشجيع الاستثمار في اليابان لتعزيز سلاسل التوريد، والذي سيكلف المطورين بالعمل مع الشركات المحلية. وإظهار الفوائد الاقتصادية المحلية والوطنية. سيشكل هذان البعدان خمس درجات العطاءات المجمعة في إطار أول مناقصة خارجية للبلاد.

وقد ركزت جهود السياسة الصناعية في الهند على الطاقة الشمسية الكهروضوئية، حيث فضل مطورو الطاقة الشمسية الكهروضوئية في الهند الواردات منخفضة التكلفة على المنتجات المحلية، ويدفع مصنعو الطاقة الشمسية أسعار فائدة أعلى من مطوري المشاريع. وبالتالي فإن تصنيع الطاقة الشمسية في الهند يتخلف عن تطوير التكنولوجيا العالمية بنحو ثلاث إلى خمس سنوات. إن تكلفة رأس المال والكهرباء تجعل الإنتاج المحلي غير قادر على المنافسة مع الصين. لا تزال البلاد تعتمد بشكل كبير ليس فقط على واردات الخلايا والوحدات، ولكن أيضًا على واردات المواد مثل الزجاج والأفلام المغلفة والألواح الخلفية وإطارات الألومنيوم، بالإضافة إلى الآلات اللازمة لإنتاج الخلايا والوحدات. وهذا يجعل البلاد عرضة لاضطرابات سلسلة التوريد وتقلبات الأسعار، كما حدث في الفترة 2020-2021. واتخذت الحكومة الهندية عدة إجراءات لمعالجة هذا الوضع. إلى جانب التعريفات الجمركية، وقيود الاستيراد غير الجمركية ومتطلبات المحتوى المحلي، نفذت خطة الحوافز المرتبطة بالإنتاج لتصنيع الطاقة الشمسية الكهروضوئية في أبريل 2021.

وفي الولايات المتحدة، وفر قانون خفض التضخم الصادر في أغسطس 2022 حوافز كبيرة لمصادر الطاقة المتجددة، بما في ذلك التصنيع المحلي.حيث تم تمديد الإعفاءات الضريبية الحالية للطاقة الشمسية وطاقة الرياح حتى عام 2024 ، وبعد ذلك سيتم استبدالها بائتمان استثمار الكهرباء النظيفة (الممول بمبلغ يصل إلى 50.9 مليار دولار أمريكي حتى عام 2031) وائتمان إنتاج الكهرباء النظيفة (11.2 مليار دولار) لتقنيات الطاقة المتجددة والتخزين المحددة. وسيكون الهدف هو تقليل انبعاثات غازات الدفيئة السنوية الناتجة عن توليد

الطاقة إلى 75% من مستويات عام 2022. يتوفر ائتمان إنتاج صناعي متقدم (30.6 مليار دولار أمريكي) للإنتاج المحلي لمكونات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والمحولات ومكونات البطاريات والمعادن المهمة.

وفي حين تتمتع أوروبا بقاعدة صناعية قوية لطاقة الرياح، فإن قدرة القارة على تصنيع الطاقة الكهروضوئية محدودة للغاية، وهي أقل بكثير من الطلب السنوي. يمتلك الاتحاد الأوروبي 19 جيجاوات من القدرة على تصنيع البولي سيليكون، و5 جيجاوات من القدرة على تصنيع الألواح، و1-2 جيجاوات من القدرة على تصنيع الرقائق والخلايا في عام 2022.

اقترحت المفوضية الأوروبية خطة صناعية. وكان الدافع وراء ذلك هو موقع الصين المهيمن في تصنيع الطاقة الشمسية الكهروضوئية وفي المعادن المهمة لانتقال الطاقة، يتلخص هدف المفوضية في توسيع نطاق تصنيع التكنولوجيا النظيفة في الاتحاد الأوروبي، بحيث تقترب القدرة التصنيعية ذات الصلة أو تكون قادرة على تلبية 40% من الاحتياجات بحلول عام 2030. ويتمثل أحد التدابير الرئيسية في تبسيط القواعد التنظيمية لتسريع عملية إصدار تراخيص المشاريع. وهناك إجراء آخر يتمثل في تخفيف القواعد الصارمة التي تحكم مساعدات الدولة للاستثمارات الرأسمالية في المشاريع المنخفضة الكربون.

يحدد قانون الصناعة الصافي الصفري أهدافًا غير ملزمة لقدرة التصنيع ويتطلب من الدول الأعضاء تطبيق معايير غير سعرية (الاستدامة البيئية، وتكامل نظام الطاقة، ومرونة سلسلة التوريد) على آليات الشراء بالمزاد. ويتضمن قانون الصناعة ذات صافي الصفر أيضًا تدابير لبناء قوة عاملة ماهرة ، ويهدف قانون المواد الخام الحيوية إلى زيادة قدرة الاتحاد الأوروبي على تحديد المصادر المحلية لهذه المواد وتحسينها، وتنويع الواردات وزيادة "التعميم والاستدامة" في استخدام المواد الخام. ويهدف إلى تسريع عمليات الترخيص وتلبية ربع الطلب الأوروبي على المواد الخام الاستراتيجية من خلال التعدين المحلي (10%، ارتفاعًا من 3% حاليًا) وإعادة التدوير (15%) . إن تحقيق هذه الأهداف لن يكون سهلاً وقد يتعارض مع أهداف حماية البيئة . ومن المقرر إنشاء مجلس أوروبي للمواد الخام الحرجة باعتباره وكالة شراء مركزية جديدة.

وفي جنوب أفريقيا، استجابت الحكومة للاعتماد الكبير على الواردات من خلال إصدار مسودة المخطط العام للطاقة المتجددة في جنوب أفريقيا . ويسعى المخطط، الذي يعتمد على التعاون بين الحكومة والصناعة والعمل، إلى تعزيز التنمية الصناعية وخلق فرص العمل من خلال توطين سلاسل القيمة لتقنيات تخزين الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والبطاريات. حيث أن الجهود السابقة لبناء القدرات الصناعية للطاقة المتجددة قد أسفرت حتى الآن عن نتائج مختلطة بسبب دورات الشراء المتقطعة، وقواعد المحتوى المحلي التي لم تتماشى بشكل جيد مع الواقع، والسياسات غير المتسقة.

3-3- المواد الحرجة والتنمية الاقتصادية وحقوق المجتمع:

وإلى جانب بناء أو تعزيز القدرات الصناعية، تسلط السياسات الضوء أيضا على "المواد الحرجة" اللازمة لإنتاج الألواح الشمسية وتوربينات الرياح وغير ذلك من تكنولوجيات تحويل الطاقة. وتسعى البلدان جاهدة إلى تأمين الوصول إلى الإمدادات في ظل تنافسها المتزايد للحصول على ميزة في السباق نحو بناء اقتصادات طاقة أنظف . وإن هذا يمثل تحولاً حاداً: "على مدى عقود من الزمن، تجنبت الاقتصادات المتقدمة هذا النوع من الأنشطة الصناعية، راضيةً عن الأضرار البيئية التي تلحق بالعالم النامي حيث تكون التكاليف أقل أيضاً.

ومع ذلك، فإن هذا السباق الجديد على الموارد قد لا يقدم الكثير من الفوائد الاجتماعية والاقتصادية الدائمة للبلدان الغنية بالموارد في أفريقيا وآسيا وأمريكا اللاتينية. وفي الوقت الحاضر، لا يمتلك الكثيرون القدرة على تنقية المواد الخام وتحويلها إلى مدخلات معالجة. ويكمن الخطر في أنها ستنتقل مرة أخرى إلى دور موردي السلع الأساسية، الذين يعتمدون على أسواق السلع الأساسية التي لا يمكن التنبؤ بها في تحديد الأسعار، ويصبحون غير قادرين على خلق فرص العمل وزيادة القيمة في المراحل النهائية. ولا بد أيضاً من وجود ضمانات لضمان عدم ترجمة السباق على المواد إلى سباق نحو القاع، من حيث التدهور البيئي والأعباء المفروضة على العمال والمجتمعات المحلية.

أطلقت العديد من المنظمات بشكل مشترك مبادرة تصنيع الطاقة المتجددة في أفريقيا لزيادة قدرات التصنيع في القارة وخلق فرص عمل كبيرة. ويتطلب القيام بذلك بذل جهود متواصلة في التدريب على المهارات والتطوير الوظيفي للمهندسين والفنيين وغيرهم، إلى جانب اتخاذ تدابير لجذب المصنعين واحتضان مشاريع التصنيع الأفريقية.

ويحدد تقرير ذو صلة صادر عن الطاقة المستدامة للجميع، البلدان التي تتمتع بأعلى جدوى لمثل هذا النهج. ويشير التقرير إلى أن من بين عوامل النجاح الرئيسية الطلب الكافي، وحجم التصنيع، والاستقرار السياسي، والسياسات واللوائح المناسبة، والعلاقات التجارية مع الصين (باعتبارها القوة الرائدة في هذا القطاع مع الاستثمار الأجنبي المباشر القوي في المنطقة)، ودعم البنية التحتية والقدرة على التصدير. وقد أطلق بنك التنمية الأفريقي مبادرة "تصنيع أفريقيا" لدعم هذه الجهود، حيث قدم تمويلاً بقيمة 300 مليون دولار أمريكي.

ويسعى عدد من البلدان الغنية بالموارد إلى ممارسة قدر أكبر من السيطرة على المعادن ذات الأهمية البالغة لتحول الطاقة. والهدف من ذلك هو الاحتفاظ بحصة أعلى من الفوائد الاجتماعية والاقتصادية وتجنب الوقوع في حبس دور موردي المواد الخام. وفقًا لتحليل منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية ، زاد عدد القيود المفروضة على الصادرات على المواد الخام الحيوية في جميع أنحاء العالم بمقدار خمسة أضعاف منذ عام 2009.

القسم الرابع

حجم مشاركة الطاقات المتجددة في انتاج الكهرباء عالمياً حتى نهاية عام 2022

نمو القدرة الانتاجية لمصادر الطاقة المتجددة بواقع 9.6% في عام 2022 رغم أزمة الطاقة يؤكد التوجه المتنامي لتبني مصادر الطاقة المتجددة أمام انحسار القدرة الانتاجية الجديدة للوقود االحفوري . كشف تقرير جديد صدر عن الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (آيرينا) وصول القدرة الانتاجية للطاقة المتجددة إلى 3372 جيجاواط في نهاية عام 2022 لتزيد مخزون الطاقة المتجددة بنسبة 9.6% أو 295 جيجاواط. وتم إنتاج 83% من إجمالي القدرة الانتاجية الجديدة للعام 2021من مصادر الطاقة المتجددة. وأشار تقرير إحصائيات القدرة الانتاجية للطاقة المتجددة 2022 ، إلى استمرار نمو الطاقة المتجددة بمستويات قياسية رغم حالة عدم اليقين التي تكتنف العالم، بما يؤكد انحسار التوجه نحو توليد الطاقة من الوقود االحفوري.يعكس هذا النمو القياسي المستمر المرونة التي تتمتع بها الطاقة المتجددة في ظل أزمة الطاقة المستمرة. وساهمت حالة الأعمال القوية لمصادر الطاقة المتجددة إلى جانب السياسات الداعمة، في نمو حصة الطاقة المتجددة من مزيج الطاقة العالمي عاماً تلو الآخر. ولكن يجب أن تكون الاضافات السنوية من القدرة الانتاجية للطاقة المتجددة ثالثة أضعاف مستوياتها الحالية بحلول عام 2030 إذا أردنا الحفاظ على مسارنا لوقف ارتفاع درجات الحرارة عند 1.5 درجة مئوية". في حين زادت العديد من الدول قدرتها الانتاجية من الطاقة المتجددة في عام 2022 ، إلا أن النمو الكبير تركز في عدد من الدول والمناطق مثل آسيا، والولايات المتحدة، وأوروبا. وتظهر بيانات الوكالة أن حوالي نصف إجمالي القدرة الانتاجية الجديدة لعام 2022 تمت إضافتها في آسيا، وأثمر ذلك عن وصول إجمالي القدرة الانتاجية للطاقة المتجددة بحلول نهاية عام 2022 إلى 1,63 تيراواط. وكانت الصين المساهم الأكبر في هذه الزيادة عبر إضافة أ كثر من 141جيجاواط إلى القدرة الانتاجية الجديدة للقارة. و نمت مصادر الطاقة المتجددة في أوروبا والولايات المتحدة بنسبة 57.3 جيجاواط و29.1 جيجاواط على التوالي. كما واصلت أفريقيا زيادة قدرتها الانتاجية المتجددة بمقدار 2.7 جيجاواط، مسجلًة زيادة طفيفة عن العام السابق. بينما حافظت أوقيانوسيا على نمو من خانتين بواقع 5.2 جيجاواط، وكذلك الأمر في أمريكا الجنوبية بزيادة بلغت 18.2 جيجاواط. في حين سجلت منطقة الشرق الأوسط أعلى زيادة في تاريخها ، حيث بلغت القدرة الانتاجية للمشاريع الجديدة 3.2 جيجاواط في عام ،2022 بزيادة بلغت .12.8%.

في ضوء التوقعات بزيادة الطلب على الطاقة في العديد من مناطق العالم، يتطلب تحّول قطاع الطاقة تغييرا يُحدث ٍتدريجيا تحولاً استراتيجياً يتخطى إزالة الكربون من جانب العرض. وبالنظر إلى الاحداث الدولية ٍيجب الربط بين أي توسع في القدرات الانتاجية الجديدة للطاقة غير المتجددة والمساعي الرامية لتسريع وتيرة تحول قطاع الطاقة لتعزيز مرونة نظام الطاقة وجعله أكثر شمولاً ومقاومة للتغير المناخي. على الرغم من استئثار الطاقة الكهرومائية بالحصة الاكبر من إجمالي القدرة الانتاجية العالمية للطاقة المتجددة بواقع 1250 جيجاواط، إلى أن طاقتي الشمس والرياح مستمرتان في السيطرة على القدرة الانتاجية الجديدة مع مساهمتهما معاً بنسبة 90% من مجمل هذه القدرة في عام .2022 وحلّت القدرة الانتاجية للطاقة الشمسية في

المرتبة الأولى بزيادة قدرها ،22% تليها طاقة الرياح التي ازدادت قدرتها الإنتاجية بنسبة . 9%.

التطورات الأبرز بحسب التكنولوجيا خلال عام 2022 ، كانت على النحو التالي:

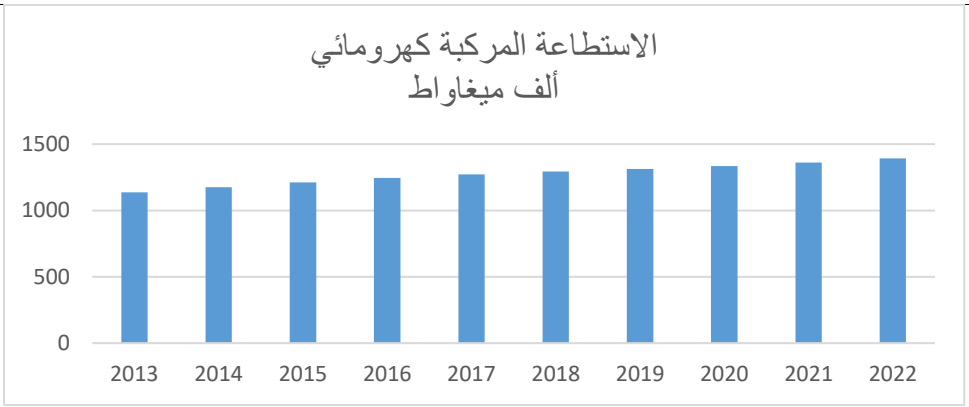
- الطاقة الكهرومائية: ازدادت قدرة الطاقة الكهرومائية المتجددة بمقدار 21 جيجاواط (+2%)، بتوسع متسق خلال السنوات الأخيرة.
- طاقة الرياح: استمر النمو المتباطئ لطاقة الرياح مقارنة بالعامين السابقين، بزيادة بلغت 75 جيجاواط (+9%).
- الطاقة الشمسية: استأثرت الطاقة الشمسية الكهروضوئية بمعظم الزيادة في الطاقة الشمسية في عام 2022، بزيادة بلغت 191 جيجاواط.
- الطاقة الحيوية: تباطأ نمو الطاقة الحيوية نوعاً ما في عام 2022(7.6+ جيجاواط بالمقارنة مع 8.1+جيجاواط في عام 2021).
- الطاقة الحرارية الأرضية: حققت زيادة متواضعة بلغت 181 ميجاواط.
- الكهرباء غير المتصلة بالشبكة: نمت القدرة الانتاجية للكهرباء غير المتصلة بالشبكة بمقدار 1237 ميجاواط في عام 2022 (+11%) لتصل إلى 12.4 جيجاواط.

تبين الأشكال التالية، اجمالي الاستطاعة المركبة لمشاريع الطاقات المتجددة (مقدرة بالميغاواط)المنفذة في العالم حتى نهاية عام 2022 ، وكذلك تطورها منذ عام 2013 ،

CAP (MW)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
World	1 567 206	1 699 477	1 853 969	2 016 606	2 187 943	2 363 042	2 550 533	2 824 989	3 089 984	3 381 758

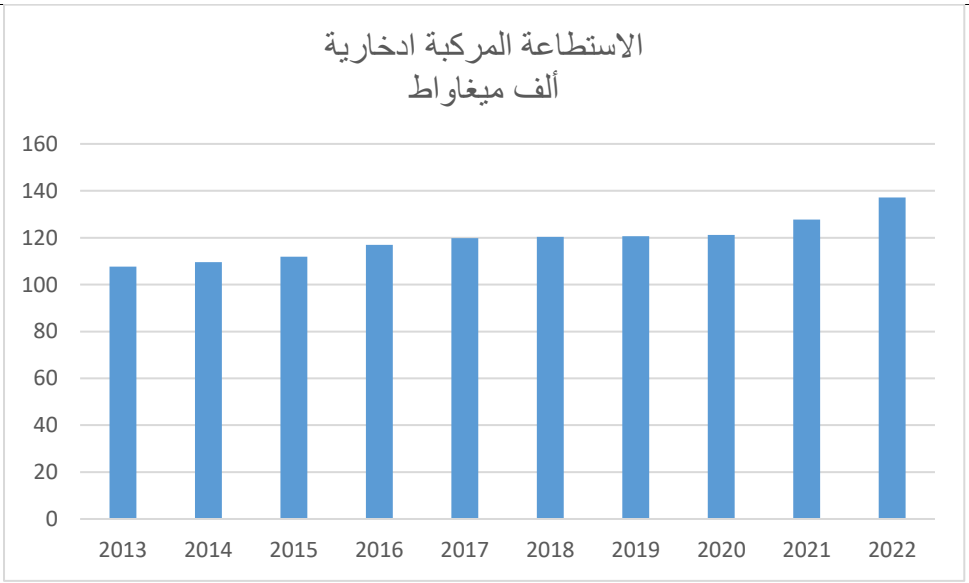
الشكل -10- اجمالي الاستطاعة المركبة للطاقات المتجددة (MW)في العلم من 2013-2022

CAP (MW)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
World	1 137 302	1 175 773	1 210 486	1 245 999	1 270 981	1 293 984	1 312 349	1 334 350	1 362 087	1 392 512



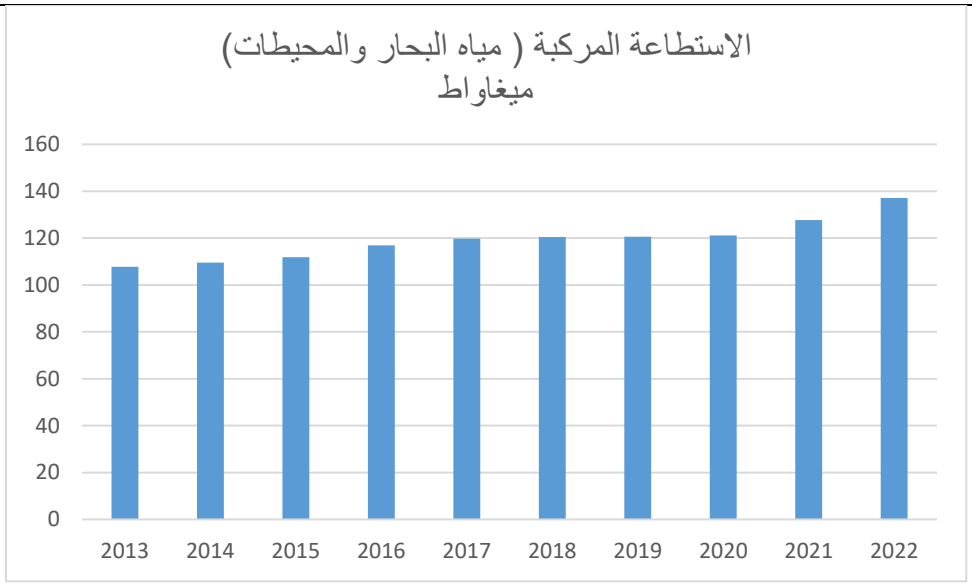
الشكل -11- حجم المشاريع الكهرومائية في العالم من عام 2013-2022

CAP (MW)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
World	107 729	109 471	111 902	116 907	119 844	120 360	120 606	121 179	127 705	137 058



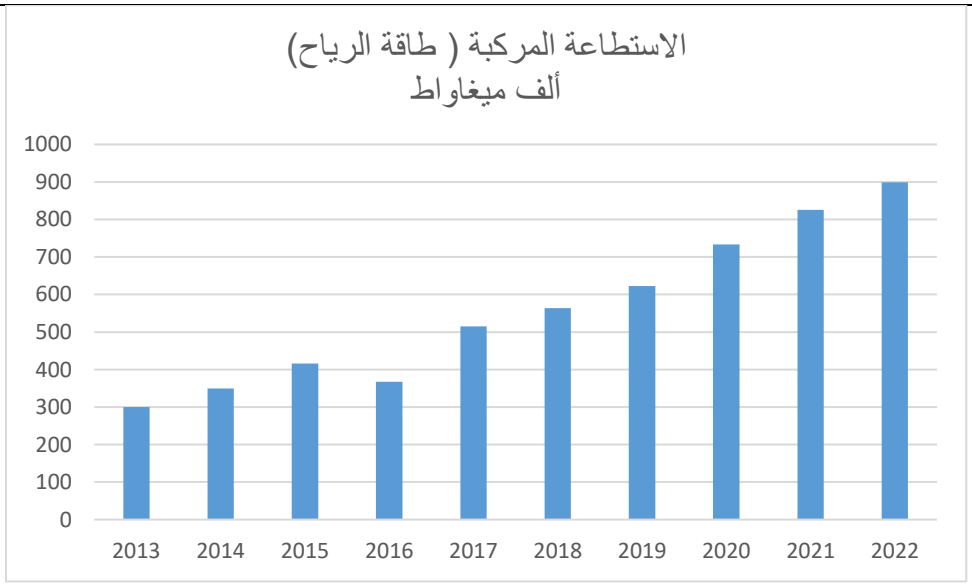
الشكل -12- حجم المشاريع الادخارية في العالم من عام 2013-2022

CAP (MW)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
World	510	513	512	522	527	527	525	523	523	523



الشكل -13- حجم المشاريع طاقة البحار والمحيطات في العالم من عام 2013-2022

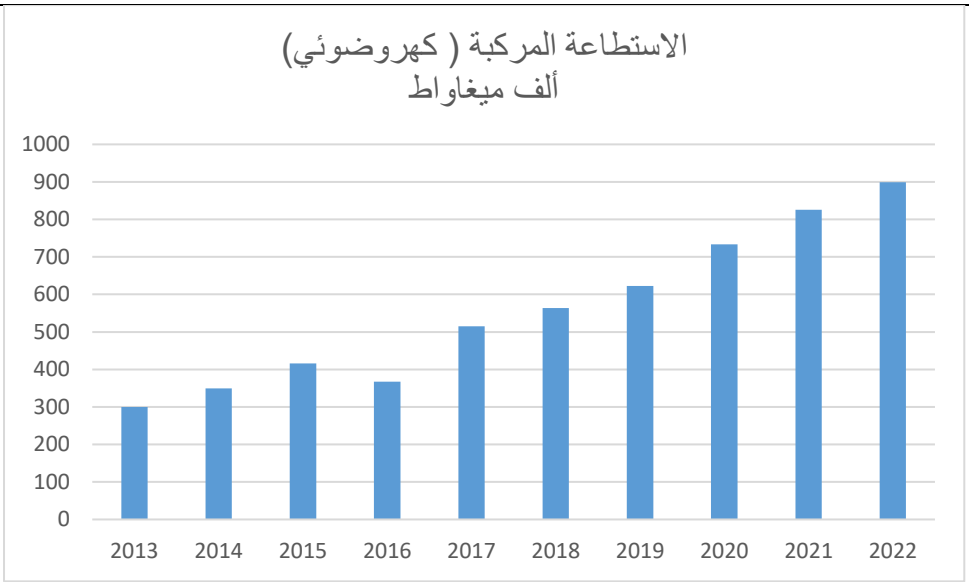
CAP (MW)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
World	300 052	349 541	416 421	467 013	515 082	563 864	622 780	733 565	825 663	898 856



الشكل -14- حجم مشاريع طاقة الرياح في العالم من عام 2013-2022

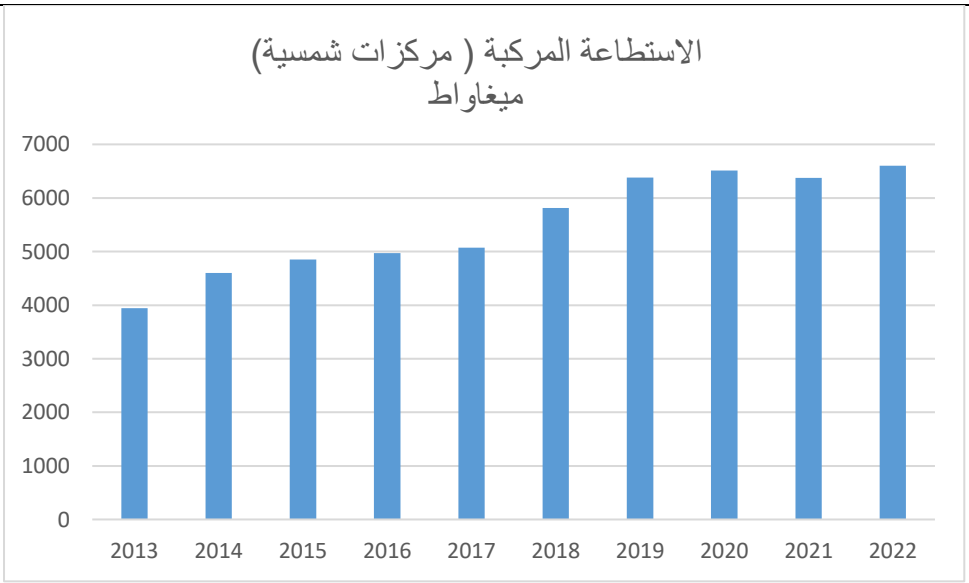
الطاقة الشمسية (الكهروضوئية)

CAP (MW)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
World	137 475	176 177	224 215	296 336	391 280	486 763	589 429	721 546	866 027	1 055 030



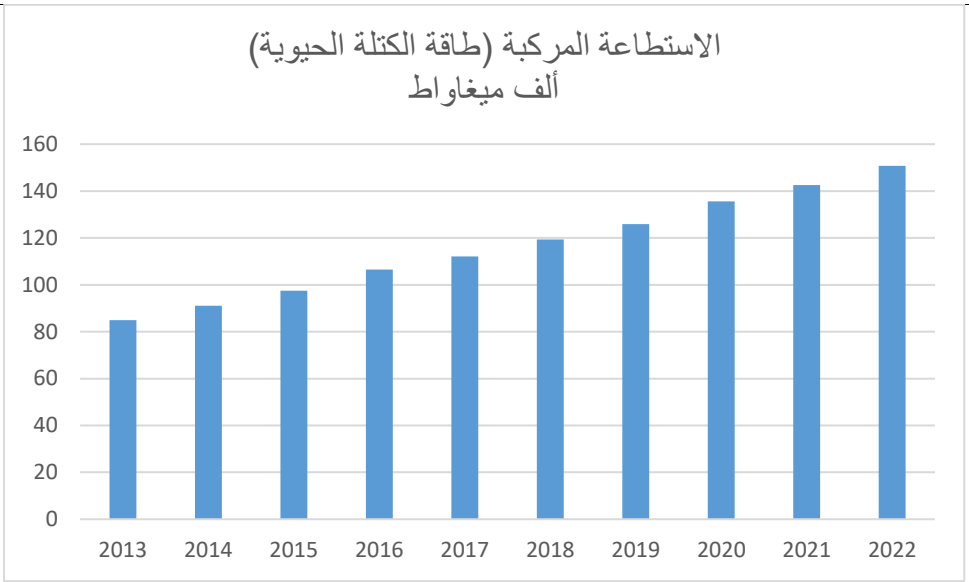
الشكل -15- حجم المشاريع الكهروضوئية في العالم من عام 2013-2022

CAP (MW)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
World	3 942	4 600	4 851	4 971	5 072	5 812	6 378	6 512	6 376	6 602



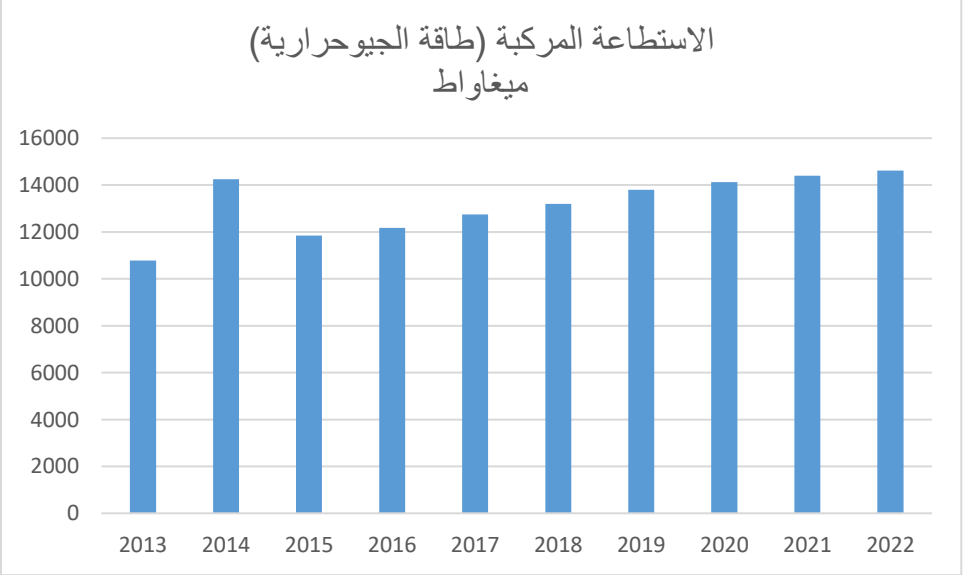
الشكل -16- حجم مشاريع المركزات الشمسية في العالم من عام 2013-2022

CAP (MW)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
World	84 868	91 095	97 537	106 498	112 091	119 247	125 879	135 539	142 606	150 671



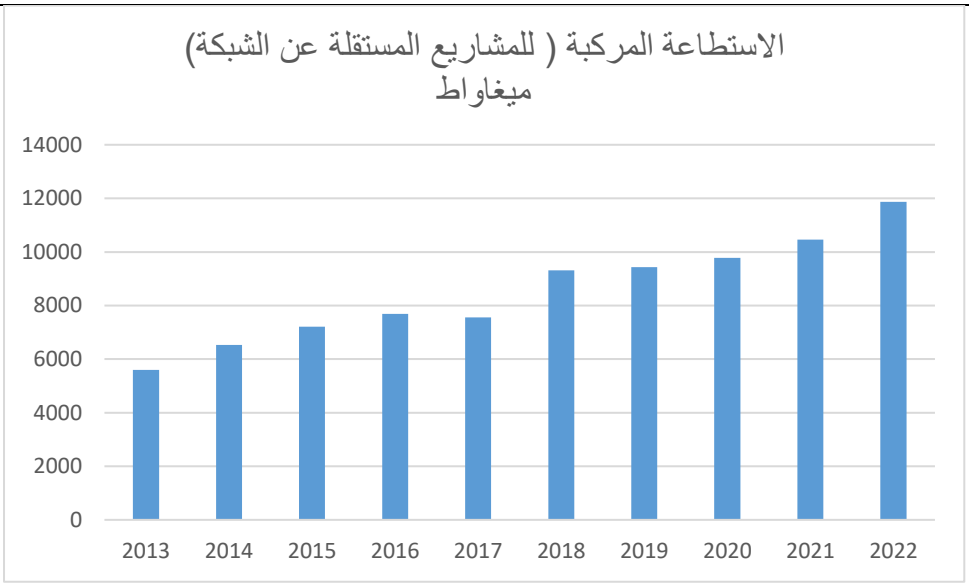
الشكل -17- حجم مشاريع الكتلة الحيوية في العالم من عام 2013-2022

CAP (MW)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
World	10 786	11 249	11 847	12 173	12 754	13 205	13 798	14 132	14 407	14 621



الشكل -18- حجم مشاريع الطاقة الجيوحرارية في العالم من عام 2013-2022

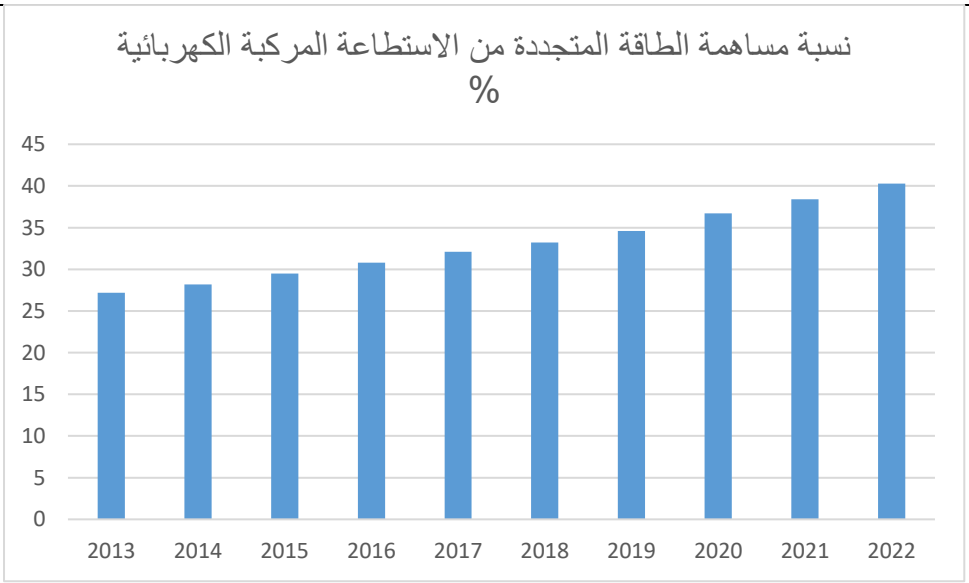
CAP (MW)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
World*	5 593.728	6 530.754	7 211.265	7 689.867	7 560.278	9 310.930	9 436.602	9 776.519	10 465.413	11 866.115



الشكل -19- حجم مشاريع الطاقات المتجددة المستقلة عن الشبكة في العالم من عام 2013-2022

يبين الشكل -20- نسبة مساهمة الطاقات المتجددة من الاستطاعة المركبة على مستوى العالم خلال الفترة 2013-2022

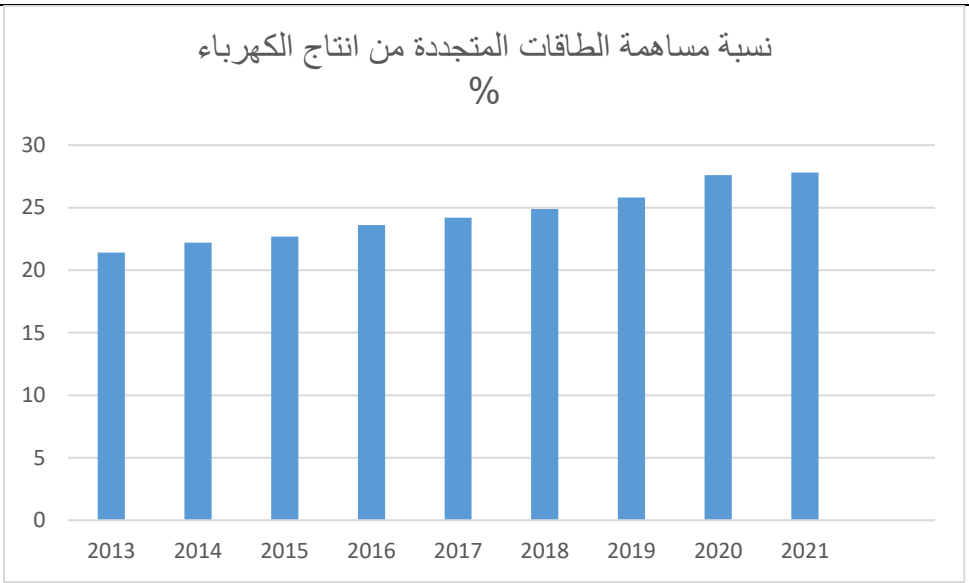
CAP (%MW)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
World	27.2	28.2	29.5	30.8	32.1	33.2	34.6	36.7	38.4	40.3



الشكل -20- نسبة مساهمة الطاقات المتجددة من الاستطاعة المركبة على مستوى العالم خلال الفترة 2013-2022

ويبين الشكل -21- نسبة مساهمة مشاريع الطاقات المتجددة من اجمالي انتاج الكهرباء على المستوى العالمي خلال الفترة من 2013 ولغاية 2021

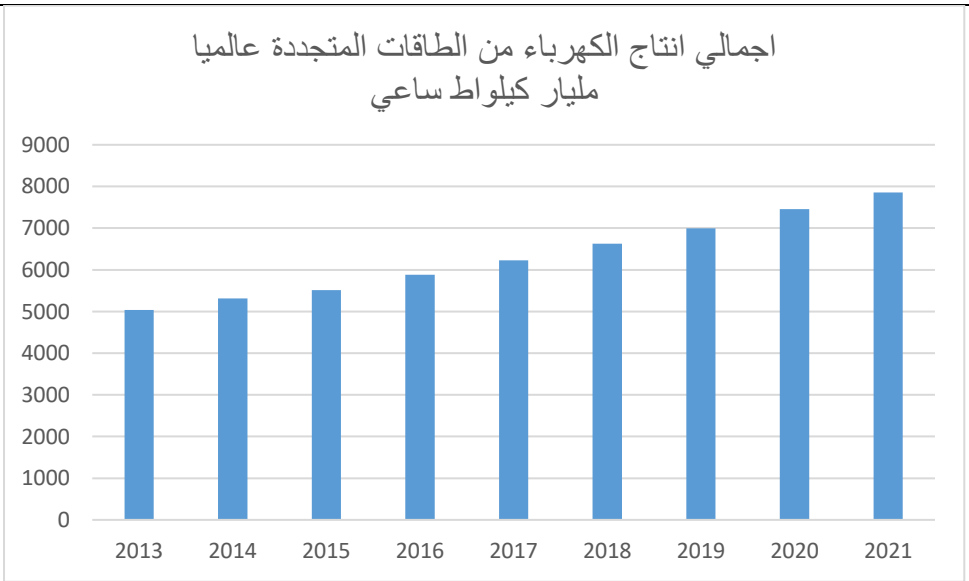
PROD (%GWh)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
World	21.4	22.2	22.7	23.6	24.2	24.9	25.8	27.6	27.8



الشكل -21- نسبة مساهمة مشاريع الطاقات المتجددة من اجمالي انتاج الكهرباء على المستوى العالمي خلال الفترة من 2013 ولغاية 2021

ويبين الشكل -22- اجمالي انتاج الكهرباء من الطاقات المتجددة عالمياً خلال الفترة من 2013 ولغاية 2021

PROD (GWh)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
World	5 039 245	5 315 183	5 516 329	5 884 328	6 225 318	6 627 719	6 994 720	7 455 905	7 857 803



الشكل -22- اجمالي انتاج الكهرباء من الطاقات المتجددة عالمياً خلال الفترة من 2013 ولغاية 2021

يبين الجدول –3– تغير اجمالي الاستطاعات المركبة من الطاقات المتجددة في العالم خلال الفترة من 2013– 2022 ، موزعة وفق الأقاليم الرئيسة في العالم (أفريقيا، أسيا، أمريكا، الكاريب، اوراسيا، اوربا، الشرق الاوسط، امريكا الشمالية، وأمريكا الجنوبية).

CAP (MW)	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
World	1 567 206	1 699 477	1 853 969	2 016 606	2 187 943	2 363 042	2 550 533	2 824 989	3 089 984	3 381 758
Africa	30 697	32 633	34 953	37 703	43 053	48 386	50 555	53 899	56 123	58 796
Asia	553 558	632 893	722 529	813 770	922 091	1 027 281	1 127 082	1 306 891	1 461 091	1 636 558
C America + Carib	9 642	10 354	12 021	13 460	14 233	15 068	16 355	16 880	17 483	18 107
Eurasia	81 301	84 322	88 118	91 182	96 186	100 194	103 561	109 867	115 454	118 878
Europe	419 064	439 999	465 126	488 670	512 992	537 480	574 838	609 272	651 882	705 851
Middle East	14 498	15 961	15 858	16 718	17 073	18 577	21 642	23 224	25 575	29 434
N America	273 463	287 273	309 129	332 861	349 300	367 133	391 074	423 780	461 145	490 596
Oceania	23 831	25 352	26 509	27 466	29 223	34 618	40 953	48 065	53 645	57 718
S America	161 152	170 689	179 724	194 776	203 792	214 305	224 473	233 111	247 586	265 820