SIDF
صندوق التنمية الصناعية السعودي

السوق تحت المجهر: الخلايا الكهروضوئية الشمسية

ديسمبر 2022

المحتويات

الصورة العالمية	04
الاتجاهات الإقليمية وإمكانات دول مجلس التعاون الخليجي	10
الخلايا الكهروضوئية الشمسية في المملكة العربية السعودية / السياسات	14
الفرص في سلسلة القيمة	17
التحديات وعوامل النجاح الرئيسة وعوامل التمكين	21
الملحق	23

إخلاء مسؤولية:

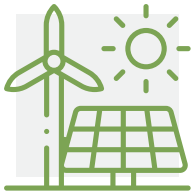
إن المعلومات المشمولة في هذا التقرير معدة لأغراض المعلومات العامة فقط، وتم تقديم هذه المعلومات من قبل الصندوق، حيث يحرص الصندوق على صحة المعلومات إلا أنه لا يقدم أية إقرارات أو تعهدات من أي نوع كان، سواء بشكل صريح أو ضمني، فيما يتعلق بتمام، أو دقة، أو موثوقية أو ملائمة المعلومات أو المنتجات أو الخدمات أو الرسومات ذات الصلة في النشرة لأي غرض كان. ولذلك فإن اعتمادكم على هذه المعلومات يكون بشكل تام على مسئوليتكم.

لا يتحمل صندوق التنمية الصناعية السعودي أي التزام أو مسؤولية من أي نوع عن أي أخطاء أو سهو في محتوى هذا التقرير ويتنصل كذلك من أي مسؤولية من أي نوع عن أي خسارة مهما كانت سببها فيما يتعلق باستخدام هذا التقرير.

المواد والمعلومات الواردة في هذا التقرير عرضة للتغيير في أي وقت دون إشعار مسبق.

النقاط الرئيسية

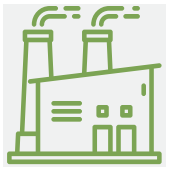
سـلطت الشـواغل المتعلقة بتغير المناخ العالمي وحرب روسـيا وأوكرانيا الضوء على ضرورة وجود أمن في مجال الطاقة الصديقة للبيئة.



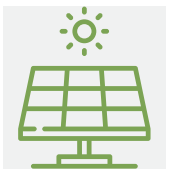
تتزايـد حصة الطاقة المتجددة فـي مزيج الطاقة العالمي سـنوياً، إذ تأتي معظم الإضافات في الطاقة من الخلايا الكهروضوئية الشمسية.

حددت المملكة العربية السـعودية أكثر الأهداف طموحاً للطاقة المتجددة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا من خلال خطتها الوطنية للطاقة المتجددة، والتي تهدف إلى إنتاج 58.7 جيجاوات بحلول عام 2030، ستكون 40 جيجاوات منها من الخلايا الكهروضوئية الشمسية.

وضعت السعودية كذلك إسـتراتيجية وطنية لتطوير منظومة محلية لتصنيع الطاقة المتجددة قادرة على دعم الصادرات.



وقد بدأ بالفعل تنفيـذ كلٍ من الخطة الوطنية للطاقـة المتجددة والتصنيع المحلي.



توجـد فرص اسـتثمار فـي نقـاطٍ مختلفـةٍ في سلسـلة القيمـة للخلايا الكهروضوئيـة الشمسـية، والتي تعتمد على الاحتياجـات العالمية بدلًا من الطلب المحلي في السوق.

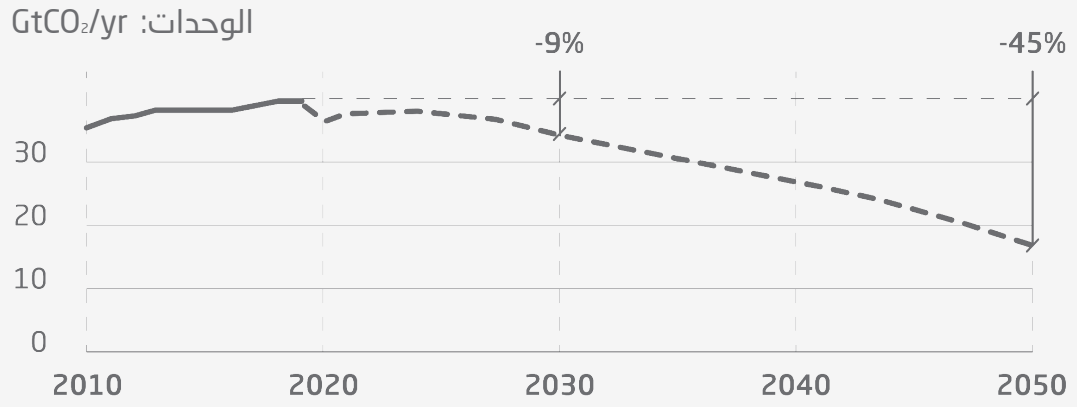
الصورة العالمية

إزالة الكربون والانتقال إلى الطاقة الخضراء

في مؤتمر الأمم المتحدة الخامس والعشـرين للأطراف المعنيـة بتغير المناخ، الذي عُقد في ديسـمبر 2015، اعتمدت 196 دولةً اتفاقيـة باريس: معاهدة دولية ملزمة قانوناً بشـأن تغير المناخ تهدف إلى الحد من الاحتباس الحراري بما يقل عن درجتين مئويتين، مقارنةً بمستويات ما قبل الصناعة، ويُفضل أن تكون 1.5 درجة مئوية.

أُقيـم مؤتمر الأطراف السـادس والعشـرون (COP26) الذي عُقد في2021 في غلاسـكو، المملكة المتحدة، على تعهدات بصافي الانبعاثات الصفري شبه العالمية، ومساهمات محددة وطنيـاً من 153 دولـة تغطي 80٪ من انبعاثات الغـازات الدفيئة العالميـة، والتعزيز العاجل للأهـداف، واتخاذ الإجـراءات المعجّلة بشـأن الفحم وإزالـة الغابات والمركبـات الكهربائية والميثان.

بلغت الانبعاثات العالمية ذروتها في عام 2019، وتلاها انخفاض غير مسـبوق بنسـبة 6٪ في عـام 2020 جراء جائحة كورونا. عادت الانبعاثات الآن إلى الارتفاع الحاد من جديد، وستسـتمر في النمو على مدى الأعوام الثلاثة المقبلة قبل أن تبدأ في الانخفاض.

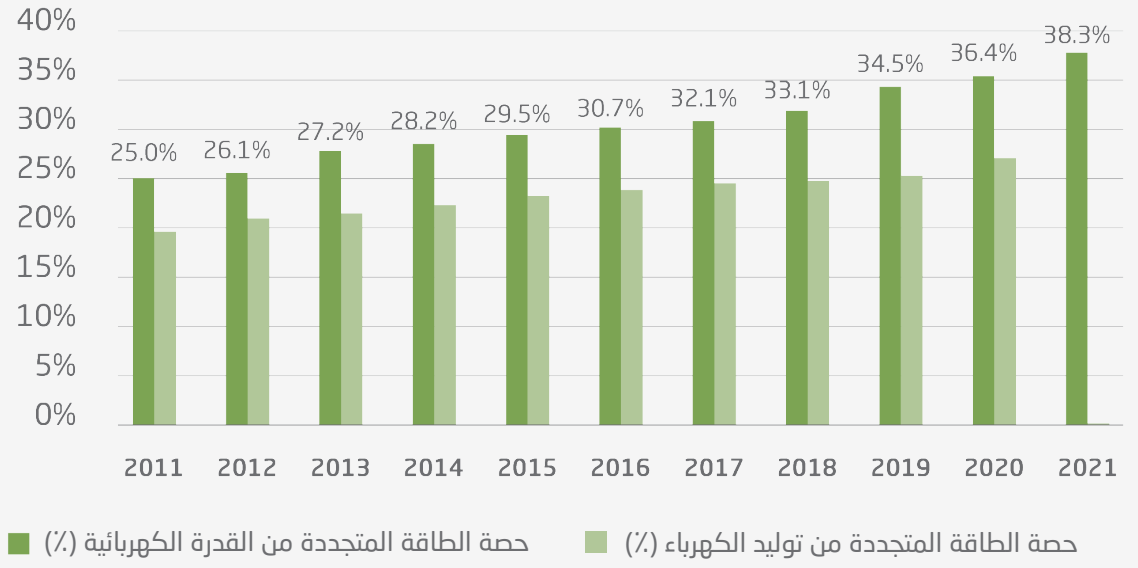


الشكل 1: انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المتعلقة بالطاقة العالمية [1]

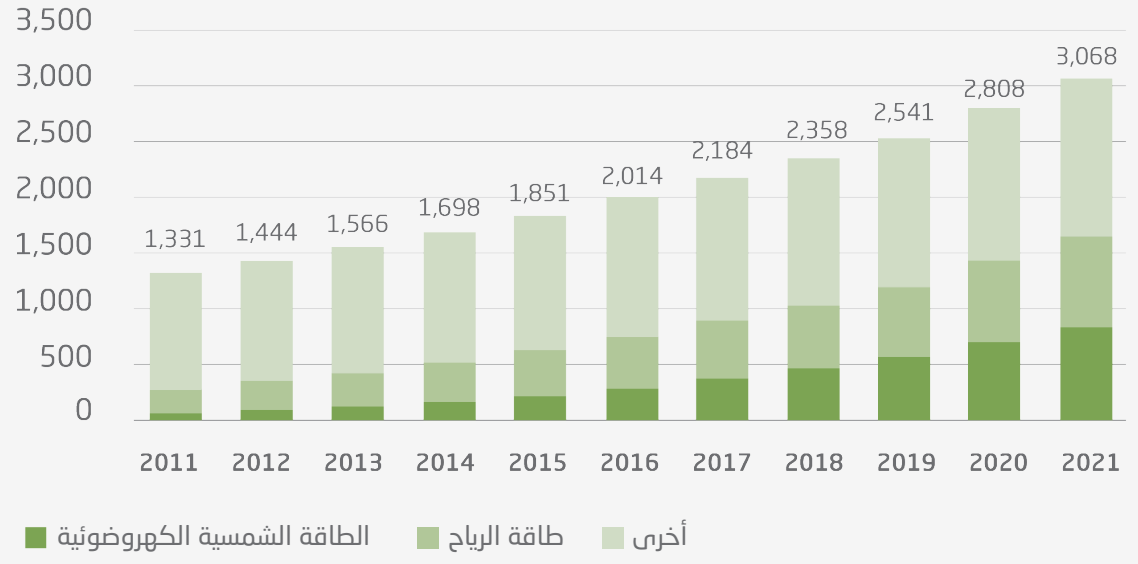
تسـببت حرب روسـيا و أوكرانيا في مارس 2022 في ارتفاع أسـعار الطاقـة العالمية نتيجةً لاضطرابـات الإمـدادات. وقد أكد ذلك الحاجـة إلى أمن الطاقة ومـدى اعتماد بعض الدول المفرط على مزودي الطاقة غير الموثوق بهم.

الطلب العالمي - الطاقة المتجددة تحتل الصدارة

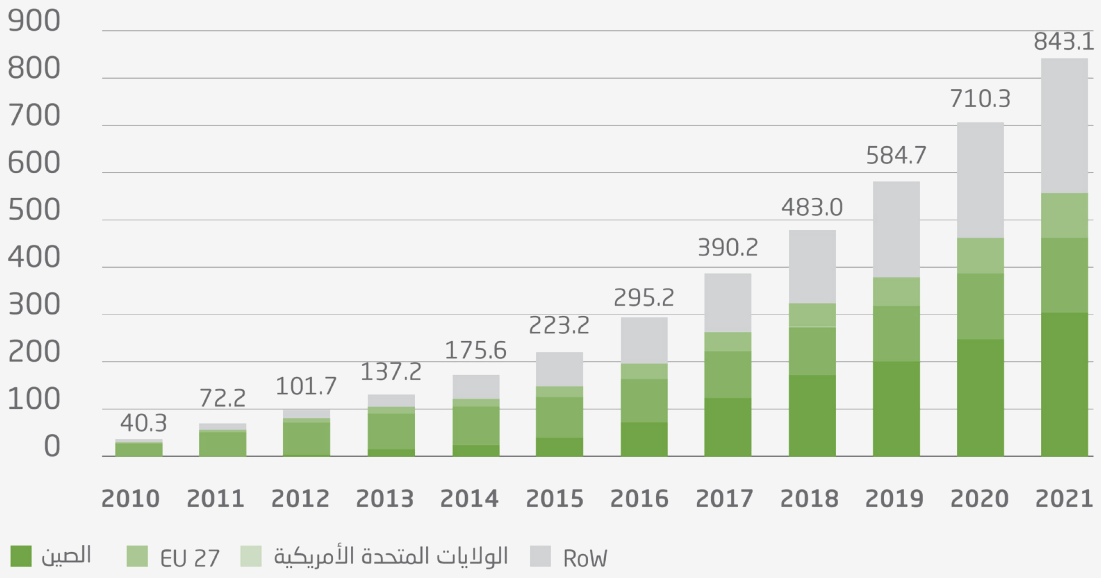
ســاهمت جميع العوامل المذكورة أعلاه في تســريع تبني الطاقة المتجددة. ســجلت حصص الطاقــة المتجددة من القدرة الكهربائية المولدة بعد التركيب وتوليد الكهرباء منذ 2011 نموًا بلغ 53٪ و40٪ بالتتالي، واحتلت الخلايا الكهروضوئية الشمسية الصدارة في ذلك.



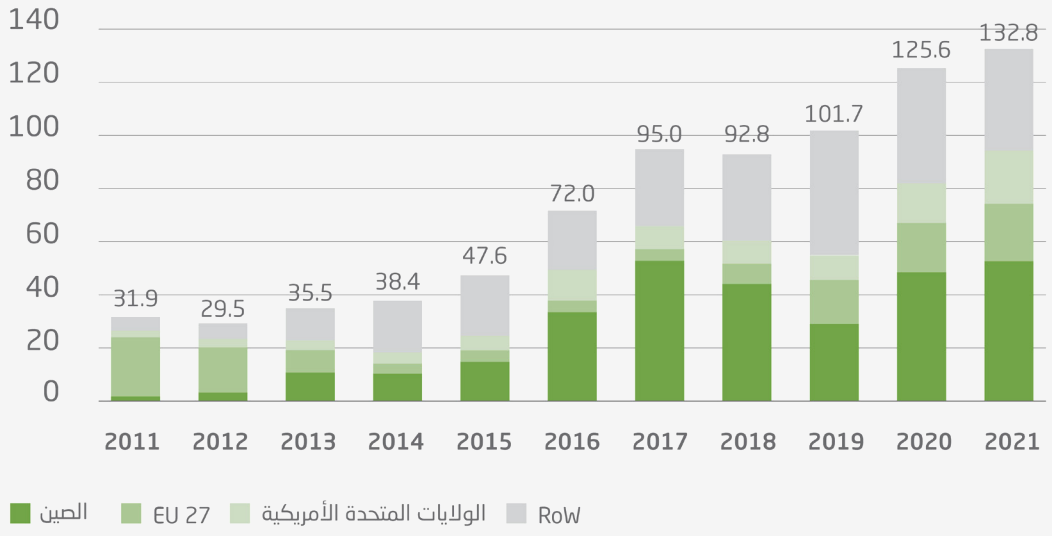
الشكل 2: حصة الطاقة المتجددة العالمية من القدرة الكهربائية وتوليد الكهرباء [جيجاوات] [2]



الشكل 3: القدرة الإنتاجية للطاقة المتجددة العالمية التراكمية المركبة [جيجاوات] [3]



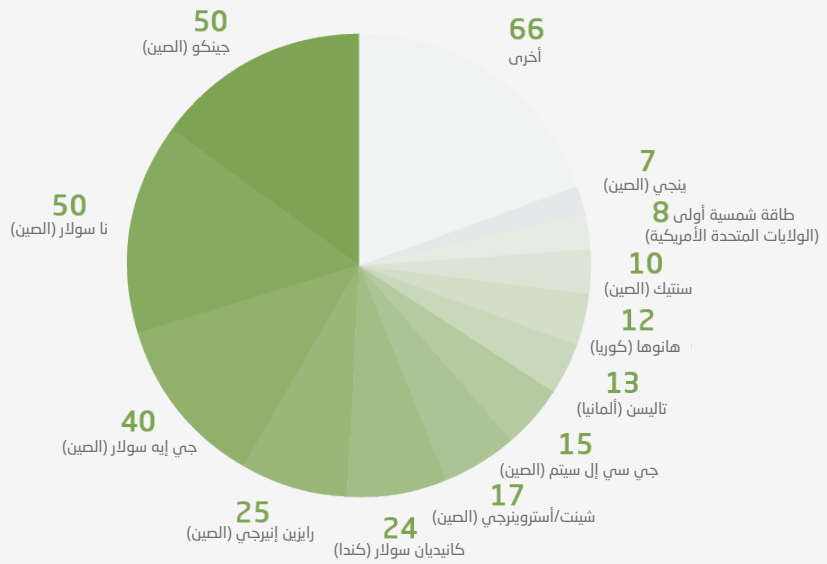
الشكل 4: التركيبات الخلايا الكهروضوئية العالمية التراكمية [جيجاوات] [4]



الشكل 5: تركيبات الخلايا الكهروضوئية العالمية السنوية [جيجاوات] [5]

شـــهدت عملية تركيب الخلايا الكهروضوئية الجديدة منذ عام 2015 نمواً بمعدل نمو ســـنوي مركب بلغ 15,3٪. وفي هذا الخصوص تحتل الصين نسبة 42٪ من التركيبات العالمية الجديدة، وذلك منذ العام 2015، علماً بأن ما حدث من انخفاض خلال الفترة من 2018-2019 (الشـــكل 5) يُعزى إلى الانتقال إلى مشاريع غير مدعومة. ومن حيث دول العالم الأخرى استحوذت الهند على نســـبة 6,9٪ من التركيبات منذ عام 2015 و7,8٪ (10,3 جيجاوات) من التركيبات الجديدة في عام 2021 (الشكلان 4 و5). ومن المتوقع أن تبلغ التركيبات الجديدة 204-252 جيجاوات بحلول عام 2026، كما يُترقّب أن تنشـــئ الأســـواق العشر الكبرى 1085 جيجاوات إضافية بين عاميّ 2022 و2026.

الإمدادات العالمية - الصين تحافظ على تقدمها وأوروبا تقاوم



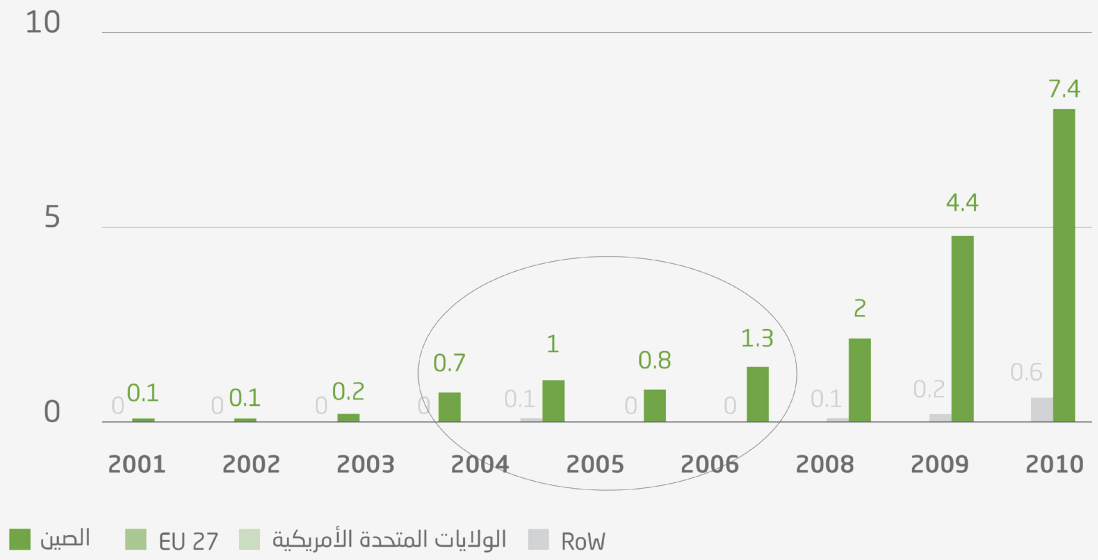
الشكل 6: القدرة الإنتاجية لمصنعي وحدات الخلايا الكهروضوئية من المستوى 1، في الربع الثاني من 2022 [جيجاوات/سنة] [8]

تحتل الصين اليوم الصدارة في تصنيع الوحدات، حيث تستحوذ أضخم 8 شركات مصنّعة في الصين على 63٪ من القدرة العالمية، وقد بدأ هذا التقدم منذ أوائل 2000 عندما اتخذت الحكومة الصينية قراراً إستراتيجياً بإقامة صناعة محلية لإنتاج الخلايا الكهروضوئية. وقد ساعدت زلة استراتيجية ارتكبتها ألمانيا، الدولة الرائدة عالمياً سابقاً، في تعزيز تقدم الصين:

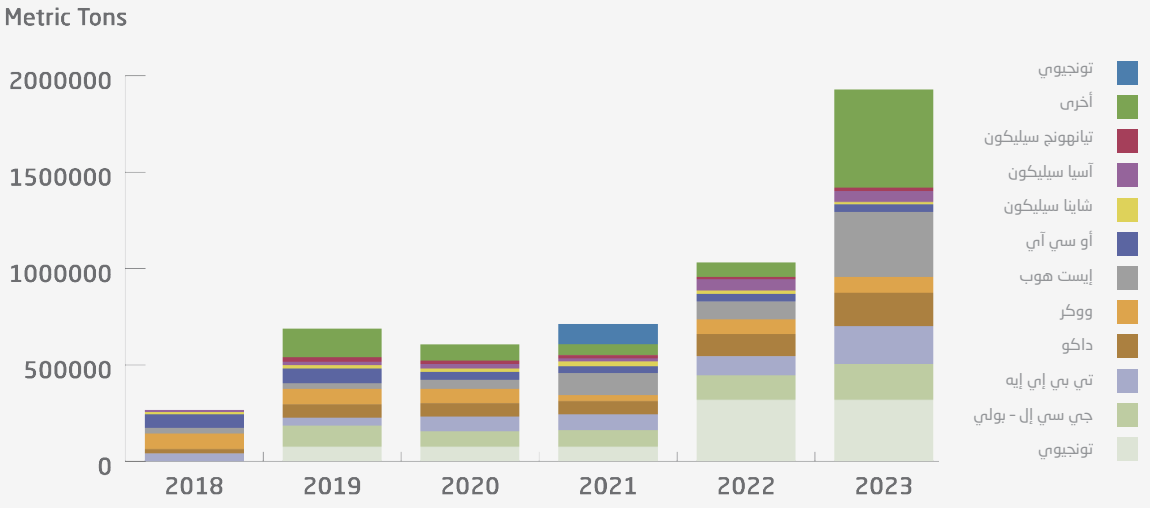
- من منتصف التسعينيات وحتى 2005، انطلقت تركيبات الخلايا الكهروضوئية في ألمانيا، مدفوعةً بمنشآت سكنية مدعومة حكومياً من خلال التعريفات التشجيعية السخية.
- في الفترة من 2004 إلى 2006، أصبحت القدرة الألمانية غير كافية لتغطية الطلب المحلي المتزايد، ما دفع ألمانيا للاستيراد وتزويد الصين بمعدات التصنيع والمعرفة الفنية. دعمت الحكومة الصينية صناعتها عن طريق التمويل منخفض التكلفة (الديون والأصول) والأراضي الرخيصة والسيطرة على السوق المحلية.

- في الفترة بين 2006-2011، سجلت الصين نمواً من 11٪ من التصنيع العالمي إلى 45٪، كما تحسنت جودة منتجاتها كثيراً عبر إطلاق المصانع الكبيرة ذات اقتصاديات الحجم والتطور التقني الواسع النطاق.

- منذ عام 2011 فصاعداً، سيطرت الصين على التصنيع وأصبحت أشهر دولة منتجة ومستخدمة لوحدات الخلايا الكهروضوئية الخاصة بها، وبفضل الاستثمار المكثف في البحث والتطوير والاندماج العكسي في إنتاج البولي سيليكون (المادة الخام الأساسية لوحدات الخلايا الكهروضوئية)، انتقلت جودتها إلى "الريادة العالمية"، في حين فشل قطاع التصنيع الأوروبي في مواكبتهم.



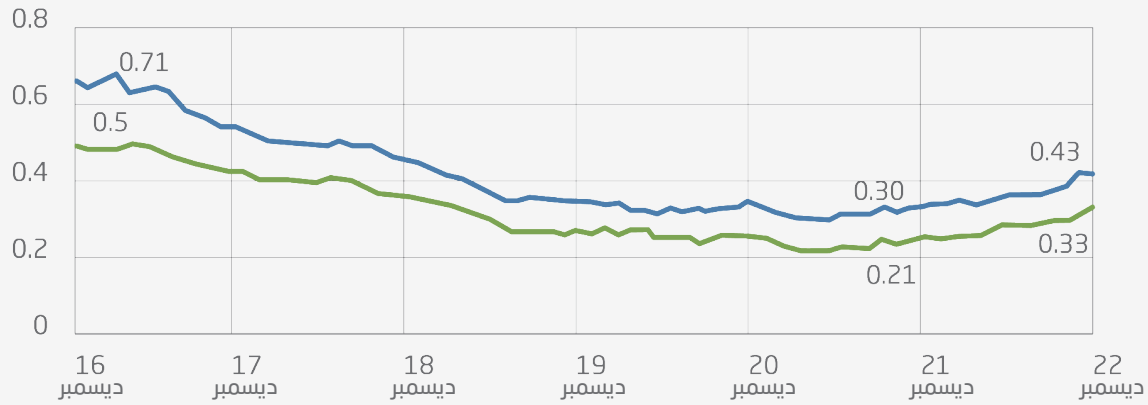
الشكل 7: تركيبات الخلايا الكهروضوئية السنوية (جيجاوات) في ألمانيا والصين، 2000-2010 [10]



الشكل 8: العرض والطلب العالمي على البولي سيليكون [مليون طن] [11]

اتسمت الصناعة خلال هذه الفترة بانخفاضات في أسعار البولي سيليكون والوحدات بسبب التقدم التقني في إنتاج البولي سيليكون وبنية الخلايا الشمسية وبسبب القدرات الإنتاجية الكبيرة لدى الصين. في الفترة من 2011 إلى 2020، كان معدل النمو السنوي المركب للأسعار السنوية لوحدات البولي سيليكون للخلايا الكهروضوئية ووحدات الطاقة الشمسية -19,5٪ و-15,3٪ على التوالي.

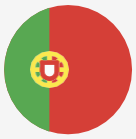
الشكل 9: سعر البولي سيليكون من فئة الخلايا الكهروضوئية[13]



الشكل 10: السعر الفوري لوحدات الخلايا الكهروضوئية (يورو)[14]

ومع ذلك فقد أخذت الأسعار في الارتفاع في منتصف عام 2020 بعد عدة حوادث وقعت في مرافق تصنيع البولي سيليكون ناتجة عن حرائق وفيضانات وانفجارات، ما تسبب في انخفاض إنتاج البولي سيليكون في الصين. كما أن ارتفاع تكاليف المواد الخام (البولي سليكون والسلع) والنقل وتعطل سلسلة التوريد الناجم عن جائحة كورونا وزيادة استخدام الصين لوحداتها في أسواقها (ما قلل من توافر الصادرات)، أدى إلى ارتفاع أسعار الوحدات إلى مستويات عام 2018.

أسفر ارتفاع الأسعار والرغبة العالمية المتزايدة في تنويع سلسلة قيمة وحدات الطاقة الشمسية جغرافياً عن توافر العديد من الفرص أمام جهات التصنيع الأوروبية لإعادة تأسيس نظام تصنيع إقليمي. إلى ذلك تهدف المبادرة الأوروبية للطاقة الشمسية إلى زيادة القدرة التصنيعية للخلايا الكهروضوئية الشمسية في أوروبا إلى 20 جيجاوات بحلول عام 2025.

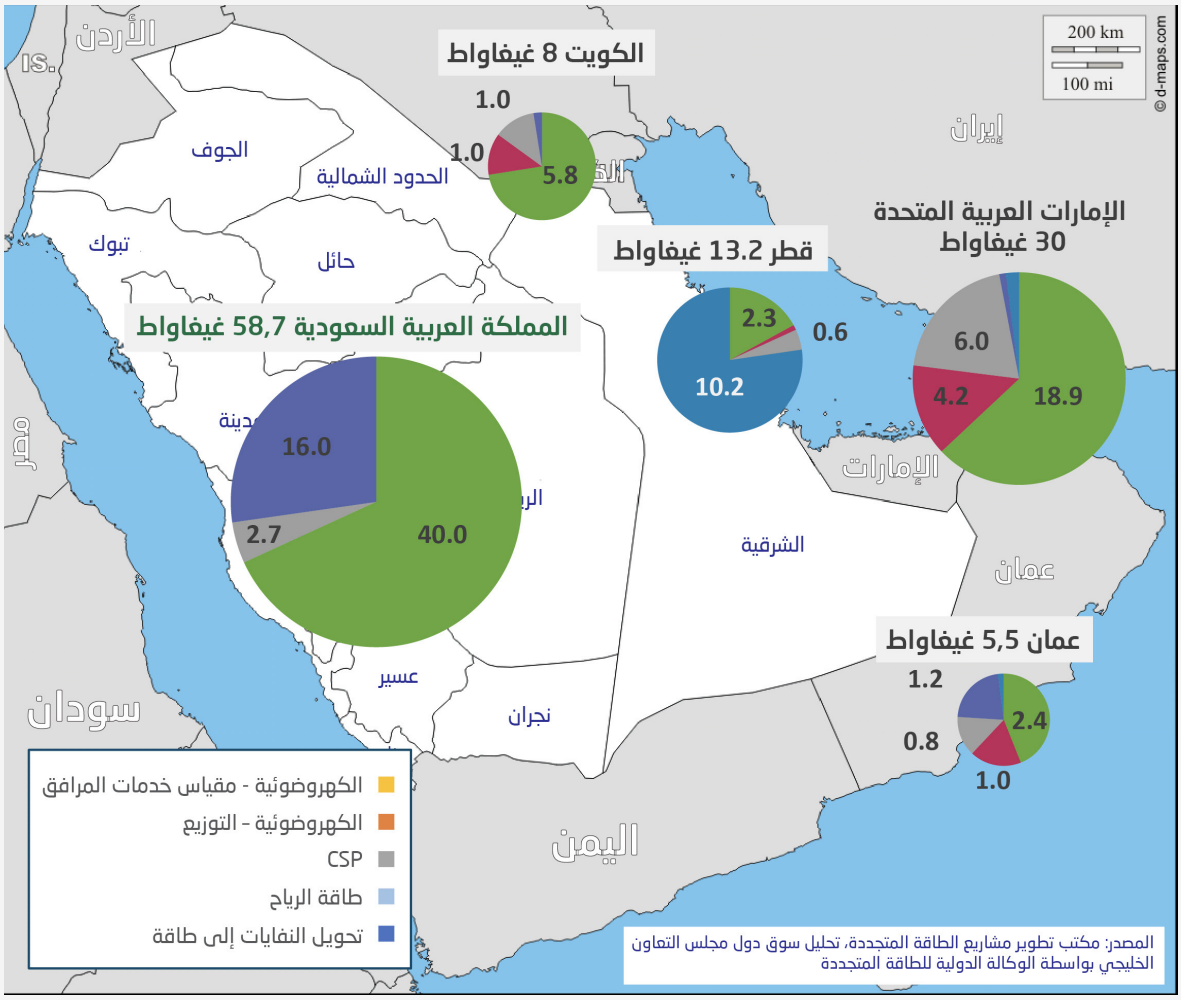
الشركة	الدولة	الحالة
شركة ماير برجر		أطلقت قدرة 400 ميجاوات للخلايا/الوحدات في 2021، مع التخطيط للتوسع إلى خلايا بقدرة 1,4 جيجاوات / وحدات بقدرة 1 جيجاوات في2022. تهدف L-T للوصول إلى 5 جيجاوات.
مصنع جرين لاند جيجا		من المقرر أن يبدأ تشغيل مصنع وحدة PERC متكامل عمودياً في الربع الرابع من 2023.
شركة اينيل جرين باور		ستزداد قدرة مصنع الوحدات الشمسية غير المتجانسة في جنوب إيطاليا من 200 ميجاوات إلى 3 جيجاوات بحلول منتصف 2024.
أم سي بي في (MCPV)		التخطيط لإنشاء خط إنتاج متكامل بقدرة 300 ميجاوات بحلول منتصف 2022 وبإجمالي 15 جيجاوات في المستقبل.
أر إي سي (REC)		من المقرر أن يبدأ تشغيل مصنع الوحدات غير المتجانسة في فرنسا في 2022.

الشكل 11: مشاريع التصنيع الأوروبية الكبرى[15]

الاتجاهات الإقليمية وإمكانات دول مجلس التعاون الخليجي

عام

تتصدر المملكة العربية السعودية من حيث الطموح منطقة مجلس التعاون الخليجي وتليها الإمارات العربية المتحدة التي تمتلك حالياً خلايا كهروضوئية بقوة 2,1 جيجاوات و5,3 جيجاوات أخرى قيد الإنشاء أو التطوير، ومن المتوقع أن يتم تشغيلها بحلول عام 2025.



الشكل 12: أهداف مجلس التعاون الخليجي 2030 [16]

الإمارات العربية المتحدة

احتلت الإمارات الصدارة في التحول إلى الطاقة النظيفة في منطقة الخليج من حيث استخدام الخلايا الكهروضوئية والأهداف المتجددة الطموحة. تهدف الإمارات إلى توليد 50% من احتياجاتها من الكهرباء من مصادر خالية من الكربون وخاصةً الخلايا الكهروضوئية الشمسية بحلول 2050. على سبيل المثال تخطط أبو ظبي لتثبيت 5,6 جيجاوات من طاقة الخلايا الكهروضوئية بحلول عام 2026، بينما تهدف دبي إلى توليد 75٪ من طاقتها الكهربائية من مصادر الطاقة المتجددة بحلول عام 2050.

المشروع	الموقع	القدرة [ميجاوات]	الفائزون	التعريفة [سنت/كيلووات في الساعة]	الحالة
نور سويحان	أبوظبي	1,200	ماروبيني وجينكو	2.94	تعمل منذ عام 2019
الظفرة	أبوظبي	2,000	شركة مصدر وشركة إي دي إف وشركة جينكو	1.35	من المتوقع الانتهاء بحلول 2022
محمد بن رشدان 1	دبي	13	فيرست سولار	غير معلنة	تعمل منذ عام 2013
محمد بن رشدان 2	دبي	200	شركة أكوا باور، وتي إس كي	5.84	تعمل منذ عام 2017
محمد بن رشدان 3	دبي	800	شركة مصدر، وشركة إي دي إف	2.99	تعمل منذ عام 2020
محمّد بن رشدان 4	دبي	950 (700 ميجاوات من الطاقة الشمسية المركزة، و250 ميجاوات من الخلايا الكهروضوئية)	شركة أكوا باور	2,4 (الخلايا الكهروضوئية) 7,3 (الطاقة الشمسية المركزة)	من المتوقع الانتهاء بحلول 2022
محمد بن رشدان 5	دبي	900	شركة أكوا باور	1.69	من المتوقع الانتهاء بحلول 2023 (جرى تدشين أول 300 ميجاوات في 2021)

الشكل 13: مشاريع الطاقة الكهروضوئية على نطاق المرافق في الإمارات العربية المتحدة

سلطنة عُمان

تستهدف سلطنة عُمان توفير ما نسبته 11% من الطاقة الكهربائية من مصادر الطاقة المتجددة بحلول 2023 و30% بحلول عام 2030. وعلى الرغم من أن عمان تمثل واحدةً من الدول ذات الكثافة الشمسية الأعلى في المنطقة، فقد انضمت عُمان مؤخراً إلى عالم الطاقة الكهروضوئية، ومن المتوقع أن تزداد قدرتها الإنتاجية المركّبة بسرعة من خلال الاتفاقيات الثنائية ومناقصات الطاقة الشمسية التي تديرها الشركة العُمانية لشراء الطاقة والمياه.

سيتمثل أول مشروع للطاقة الكهروضوئية على نطاق المرافق في عُمان في محطة عبري 2 للطاقة الشمسية الكهروضوئية بقدرة 500 ميجاوات، وهو مشروع أوشك على الانتهاء ويجري تطويره على أساس البناء والتملك والتشغيل من شركة أكوا باور (50٪) ومؤسسة الخليج للاستثمار (40٪) وشركة مشاريع الطاقة البديلة (10٪)، بالإضافة إلى اتفاقية شراء الطاقة لمدة 15 عاماً بمبلغٍ غير مُعلَنٍ عنه.

الكويت

تسعى دولة الكويت إلى توفير 15% من مقدراتها الإنتاجية المركبة لتوليد الكهرباء من مصادر طاقة متجددة بحلول 2030. وكما هو الحال مع البلدان الأخرى في المنطقة، يعتمد تطوير الطاقة الكهروضوئية الشمسية على القطاع العام.

وعلى غرار مجمّع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية في دبي، تخطط الكويت لتثبيت الطاقة الكهروضوئية في مجمّع الشقايا للطاقة الشمسية. وقد شهدت المرحلة الأولى من المجمّع نجاحاً في استخدام 70 ميجاوات من قدرة توليد الطاقة في 2012: 50 ميجاوات من الطاقة الشمسية المركزة و10 ميجاوات من الطاقة الكهروضوئية و10 ميجاوات من الرياح الساحلية.

كان من المخطط له أن تشتمل المرحلة الثانية الكبرى المتمثلة في مشروع الدبدبة للطاقة الشمسية، على الطاقة الشمسية المركزة بشكل كبير، إلا أنها تغيرت لاحقاً إلى الطاقة الكهروضوئية. تم في عام 2019 استلام العروض الأولى، إلا أن المناقصة أُلغيت في عام 2020 جراء جائحة كورونا. من جانب آخر تتمثل الخطة الأخيرة في تجديد المشروع، على الرغم من أنه لم يصدر أي إعلان رسمي بهذا الخصوص حتى الآن، ومن المتوقع أن تُطرح المرحلة الثالثة المتميزة بتقنساتها المختلطة والمعروفة باسم الأبراج في شكل حزم متعددة، أما ما يُتوقع من إنتاج الطاقة فيبلغ 1,200 ميجاوات طاقة كهروضوئية و200 ميجاوات طاقة شمسية مركّزة و100 ميجاوات طاقة رياح.

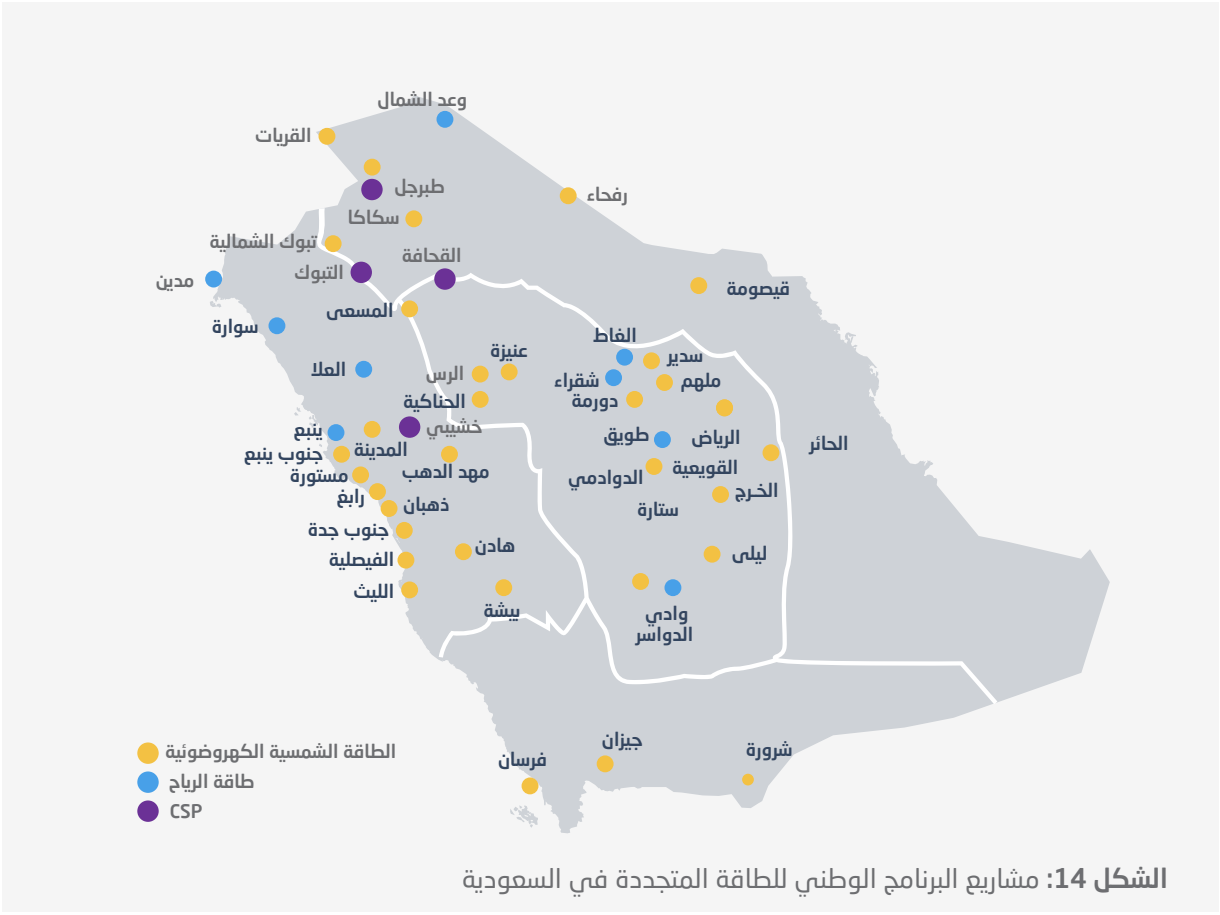
تعكف دولة الكويت حالياً على مراجعة خطة لخفض الدعم الحكومي لتعرفة الكهرباء، كما أن للدولة مجموعة من البرامج المؤسسية المستقلة والمصممة لتشجيع تركيب ألواح الطاقة الشمسية على الأسطح، الأمر المطلوب حالياً في جميع المباني الحكومية، ما يحفز بدوره سوقاً لتعاقد الطاقة الشمسية على نطاق صغير.

تخضع حالياً الخطط واللوائح المتعلقة بأسطح الطاقة الشمسية الصغيرة للمراجعة، ومن المتوقع أن يكون تأثيرها واستيعابها محدودين دون إلغاء إعانات التعرفة. وقد ينتهي التأخر في سوق الطاقة الشمسية الكويتي قريباً حيث تحاول الدولة الوفاء بأهدافها الخاصة بالطاقة المتجددة ومواكبة دول مجلس التعاون الخليجي الأخرى.

رؤية عام 2030 والبرنامج الوطني للطاقة المتجددة

في إطار برنامج تطوير الصناعة الوطنية والخدمات اللوجستية - أحد البرامج التمكينية لرؤية 2030 - تهدف إستراتيجية قطاع الطاقة المتجددة إلى: "زيادة مساهمة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة من خلال المشاريع الجديدة وتقييم المصادر المختلفة والتقنيات المتقدمة في مجال الطاقة المتجددة"، بالإضافة إلى "توفير الوظائف وفرص العمل في مجال الطاقة المتجددة من خلال زيادة المحتوى المحلي وتدريب القوى العاملة وتأهيلها".

- أُعلن عن الأهداف المنقّحة للبرنامج الوطني للطاقة المتجددة لقدرة الطاقة المتجددة المثبتة في فبراير 2019، وجرى توسيع اختصاص صندوق التنمية الصناعية ليصبح الممكن المالي. يستهدف البرنامج الوطني للطاقة المتجددة 58,7 جيجاوات من قدرة الطاقة المتجددة المركبة بحلول عام 2030، ستكون منها 40 جيجاوات من الخلايا الكهروضوئية الشمسية، إضافة إلى هدف مؤقت قدره 20 جيجاوات بحلول عام 2024.
- لا توجد خطط حالية لتطوير تقنيات الرياح الساحلية أو تقنيات الطاقة المتجددة الأخرى، رُغم أن هيئة المساحة الجيولوجية السعودية تدرس إمكانات المملكة في مجال الطاقة الحرارية الجوفية، سواءً كانت درجة الحرارة المرتفعة (>105 درجة مئوية) لتوليد الطاقة أو درجة الحرارة المنخفضة إلى المتوسطة لتدفئة المناطق وتبريدها.



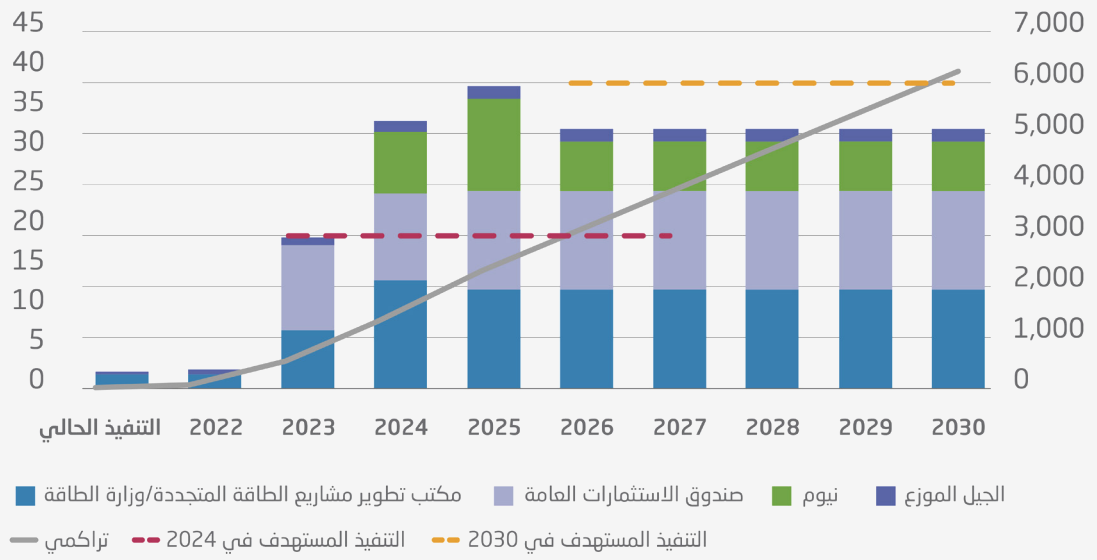
الشكل 14: مشاريع البرنامج الوطني للطاقة المتجددة في السعودية

جرى تقسيم تحقيق هذه الأهداف بين مكتب تطوير مشاريع الطاقة المتجددة التابع لوزارة الطاقة وصندوق الاستثمارات العامة بشكل أساسي. وكان من المقرر أن يطور مكتب تطوير مشاريع الطاقة المتجددة 30٪ من هذه السعة، فيما يطور صندوق الاستثمارات العامة النسبة المتبقية.
تنقسم المشاريع إلى فئتين: المجموعة أ: (< 150 ميجاوات) وتستهدف المطورين المحليين، والمجموعة ب: (> 150 ميجاوات) وتستهدف المطورين العالميين. تضمنت الجولات الثلاث الأولى لوزارة الطاقة مزيجاً من المجموعتين "أ" و"ب" وبدءاً من الجولة الرابعة فصاعداً، من المتوقع أن تكون جميع المشاريع المستقبلية من المجموعة "ب" فقط نظراً لأن المشروعات الصغيرة أدت إلى عطاءات عالية للغاية.
تطور وزارة الطاقة جميع المشاريع (تحديد الأراضي وتأمينها، والترخيص، وتحديد المواصفات الفنية، وما إلى ذلك) ثم تطرحها علناً (العطاءات على أساس أدنى تكلفة موحدة للكهرباء بالهللة / كيلووات في الساعة وملكية المحطة مع المطور) أو أنها تُحال إلى صندوق الاستثمارات العامة. سيصل صندوق الاستثمارات العامة جنباً إلى جنب مع شركة أكوا باور، باعتبارها المطور الرئيسي، إلى تعرفة متفق عليها توافق عليها وزارة الطاقة وهيئة تنظيم المياه والطاقة. وفي كلتا الحالتين، توقّع اتفاقية شراء الطاقة مع الشركة السعودية لشراء الطاقة، "المشتري الرئيس"، الذي سيراقب بعد ذلك تنفيذ المشروع وتشغيله.

وضمن عملية جديدة ستنتقل جميع الأنشطة من مرحلة ما قبل التنفيذ إلى مرحلة المناقصة، إلى الشركة السعودية لشراء الطاقة التي ستتولى التوضيحات السابقة للعطاء ومفاوضات ما بعد العطاء وتقييم العطاءات وتوقيع اتفاقية شراء الطاقة. قدمت الشركة السعودية لشراء الطاقة في سبتمبر 2022 مناقصة لمشروعين من مشاريع الطاقة الكهروضوئية بإجمالي 1.5 جيجاوات: 1100 ميجاوات في الحناكية و400 ميجاوات في طبرجل.

الطلب على نطاق المرافق غير التابع للبرنامج الوطني للطاقة المتجددة

تماشياً مع رؤية 2030، انطلقت مبادرة السعودية الخضراء في 2021 جنباً إلى جنب مع الموجة الأولى المتضمنة أكثر من 60 مبادرة مصممة لتلبية أهداف مبادرة السعودية الخضراء، والتي تمثل أكثر من 700 مليار ريال سعودي من الاستثمارات. من ناحية أخرى تخطط المملكة لخفض انبعاثات الكربون بأكثر من 278 مليون طن سنوياً بحلول عام 2030 بهدف الوصول إلى الصافي الصفري بحلول عام 2060.
يُعد مشروع الطاقة الشمسية التجريبي لشركة الاتصالات السعودية مبادرة تقع تحت مظلة مبادرة السعودية الخضراء. يهدف المشروع إلى تثبيت قدرة الطاقة الشمسية عبر البنية الأساسية لشركة الاتصالات السعودية بحلول عام 2024. وتتمثل المبادرة الأخرى في خطة تشغيل محافظة العلا على مصادر الطاقة المتجددة بنسبة 100٪ من محطة للطاقة الشمسية الكهروضوئية ومحطة لتصنيع البطاريات (1 جيجاوات من السعة المركبة) بحلول عام 2035.
وأخيراً، من المتوقع أن يصل الطلب في نيوم شمال غرب المملكة إلى 6 جيجاوات من الطاقة الشمسية بحلول عام 2030.



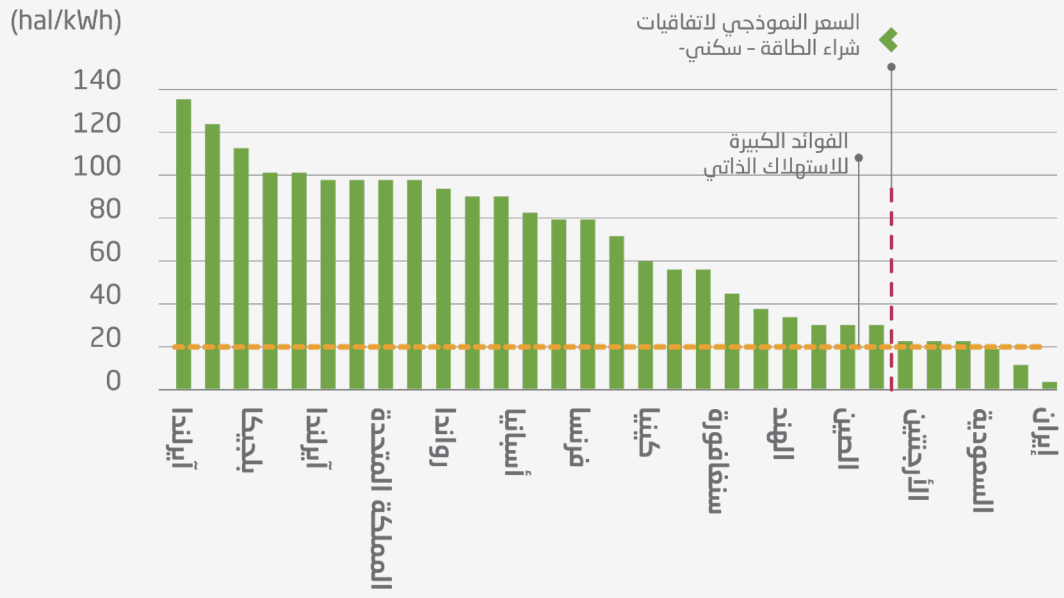
الشكل 15: التنفيذ المتوقع للطاقة الكهروضوئية

تزايد الطلب: إمكانيات التوليد المتوزع

إلى جانب البرنامج الوطني للطاقة المتجددة ومتطلبات المرافق للمشاريع الضخمة، يتمتع التوليد المتوزع كبديل للتوليد المركزي بالقدرة على زيادة انتشار الطاقة الكهروضوئية وتوليد الطلب.

الشكل 16: طلب التوليد المتوزع المحتمل حسب القطاع الرئيس.

اعتمــاد التوليد المتوزع في معظم البلدان الأخرى مدفوعاً بالسياســات، وذلك لأن الحكومات التي تأمل في تحقيق تغلغل سريع للطاقة المتجددة قد سهلت بيع الطاقة إلى الشبكة، خاصةً في القطاع الســكني، وبأســعار أعلى من تكلفة الشراء من شــبكة الكهرباء. كما يُعد توفير التكاليف من الاســتهلاك الذاتي بدلاً من شــراء الطاقة من الشبكة مُحرّكاً آخر، حيث انخفضت تكاليف التركيب جنباً إلــى إلى جنب مع أدنى تكلفة موحدة للكهرباء. وقد كان التركيز منصبّاً على هذا الجانب خلال الأشهر التسعة الماضية، حيث ارتفعت أسعار الكهرباء بالتجزئة إلى 10x في البلدان غير المكتفية ذاتياً في مجال الطاقة.



الشكل 17: متوسط سعر الكهرباء في المنازل لشهر سبتمبر 2020 (قبل أزمة الطاقة لعاميّ 2022/2021)

هذه المخططات السكنية مدعومة بإمكانية التمويل المتخصص من البنوك التجارية المحلية.

الفرص في سلسلة القيمة

الوضع الحالي

تتمركز بعض عناصر سلسلة قيمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية في المملكة، علماً بأن هناك هنــاك ثــلاث مصانــع لتجميــع الوحــدات الكهروضوئيــة ومصنــع واحــد لمــواد التغليف (encapsulant):

الشكل 18: سلسلة قيمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية

يمثل نمو مجمّعي الوحدات الحاليين في المملكة تحدياً نظراً لعدم وجود طلب واضح من قبل مشـاريع مدعومة بمتطلبات المحتوى المحلي التي تسـتهدف المعدات عالية القيمة. يؤدي الافتقار لسـجل يثبت الجودة تجريبياً وارتفاع قاعدة التكلفة عن الواردات الصينية - بالرغم من أن ارتفاع تكاليف الشـحن قلل من الميزة التنافسية لأسعار المنتجات الصينية حالياً - إلى المزيد من العقبـات أمام اعتماد وحدات منتجة محلياً للمشـاريع على نطاق المرافـق. كما أن انخفاض معـدل إنتاج الوحـدة يثبّط من تطور منتجي المكونات، ومن بين العوامل التي سـتغير قواعد اللعبة هو إنشـاء المصنع الضخم الذي أعلن عنه صندوق الاستثمارات العامة منذ فترة طويلة، وذلك بالشراكة مع شركة عالمية رائدة لم تُسمى بعد. ومع افتراض أن الغرض من المحطة هو إمداد مشاريع صندوق الاسـتثمارات العامة، فإنه سيسعى لضمان توفير الإنتاج ويعمل كأداة جذب لمُصنعي المكونات.

ومع ذلك تزداد الرغبة في اسـتخدام وحدات سـعودية الصنع بشـكل كبير في قطاع التوليد المتوزع محدود النطاق، ومن هنا تأتي غالبية مبيعات المنتجين المحليين.

وفيما يخص الاسـتخدام على نطاق المرافق، يستخدم مصنع سكاكا للطاقة الكهروضوئية 19 وحدات جينكو، بينما يستخدم مصنع جنوب جدة 20، وهو قيد الإنشاء، وحدات لونجي.

الواردات العالمية من منتجات المكونات الصيدلانية الفعالة (2018-2020)

يحـرص مصنّعو الوحدات الأوروبية والأمريكية على إنشـاء سلاسـل قيمة غيـر صينية وتقليل تكاليف النقـل. وعلى الرغم من عدم امتلاك المملكة لقطاع صناعي رئيسـي حتى الآن، فإن شـراء التقنية قد ينتقـل بها إلى مكانة رائدة في بعض القطاعات، مـع التركيز على الصادرات والاستفادة من قربها الجغرافي من أوروبا.

1- الخلايا الشمسية

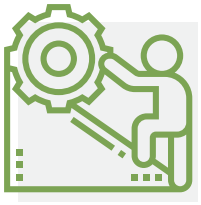
تتوافر أوســع قيمة مضافة في سلســلة القيمة في تصنيع الخلايا، وبالنســبة للمجمعين فإن الاستثمار في تصنيع الخلايا الداخلية يضيف قيمة خاصة، إلا أن ذلك يتوقف على نفقات البحث والتطويــر ويؤدي إلى خطر التقادم، كما أن التركيز على التجميع فقط يجعل الشــركة تتحمّل سعر المكون الأكثر أهمية. يركز البحث والتطوير الخاص بالخلية المصنوعة من السيليكون على مكاسب الكفاءة المتزايدة: تقليل حجم المواد وتحسين البنية، مثل أحجام الخلايا الأكبر، والترابط غير المتجانس (heterojunction) ، والنــوع N، ونصف الخلية. وقد ينتج التغيير الكبير عن المواد وتقنيــة الخلايا الجديدة مثل: البيروفســكايت، والأغشــية الرقيقة، والنقــاط الكمية، والمواد العضوية، في حين تهيمن تقنيات الجيل الأول حالياً على سوق الطاقة الكهروضوئية، مع تحول متزايــد إلى تقنيات الجيل الثاني والثالث التي توفر كفاءة أعلى وتكلفة أقل وطرق اســتخدام أحدث:

تقنيات الطاقة الكهروضوئية الرئيسة[21]			وصف موجز	الكفاءة	مستوى جاهزية التقنية	المشغلون الرئيسون (مجموعة مختارة)
0. التقنية الثابتة	الجيل الأول: التقنيات القائمة على الرقاقات	السيليكون أحادي البلورية	■ تقنيات ثابتة بتكاليف منخفضة ووفورات حجم عالية (95٪ من حصة السوق اليوم) ■ سجلات مثبتة في مجموعة متنوعة من المشاريع على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم ■ لا يتوقع أن تتحسن مستويات الكفاءة أكثر	22%	9	JA SOLAR, Q CELLS, Trinasolar
1. التقنية المتقدمة		السيليكون متعدد البلورات		17%	9	AE SOLAR, JinKO Solar, kalyon
		تخميل الباعث والخلية الخلفية أو تخميل الباعث والاتصال الخلفي (بيرك)	■ تحسينات رئيسة في دمج طبقة تخميل السطح الخلفي في الجزء الخلفي من الخلية ■ متاح تجارياً؛ ومعياراً صناعياً جديداً	24%	9	
	الجيل الثاني: تقنيات الأغشية الرقيقة	التقنية غير المتجانسة	■ تجمع الخلايا غير المتجانسة رقاقات السيليكون بين السيليكون غير البلوري وطبقات الأكاسيد الموصلة الشفافة ■ أداء جيد في المناخات الحارة	28%	9	REC, Panasonic
		خلايا السيليكون غير البلورية والميكروية	■ يعتمد على مواد غير سامة ■ احتياج قليل من السيليكون للإنتاج ■ يستخدم في الغالب للتطبيقات الداخلية	14%	8	kaneka
		تيلوريد الكادميوم	■ الأكثر نضجاً والأكبر حصةً في السوق من تقنية الأغشية الرقيقة ■ تنخفض مستويات الكفاءة في الاستخدام ■ إنتاج منخفض الحرارة (أرخص من تقنية سيلينيد نحاس إنديوم غاليوم)	22%	9	First Solar, calyxo
		سيلينيد نحاس إنديوم غاليوم	■ يتطلب قياس متكافئ معقد ومراحل إنتاج متعددة ■ الإنديوم عنصر نادر نسبياً	23%	7	SOLAR FRONTIER, AVANCIS, manz
2. تقنية الجيل القادم		الأغشية الرقيقة العضوية	■ تعد الطباعة بتكاليف تصنيع منخفضة لكل وات ذروة ■ أفضل أداء في درجات الحرارة العالية ■ أقصر وقت لاسترداد الطاقة لجميع تقنيات الطاقة الشمسية (3 أشهر)	18%	6-7	Heliatek, epishine, OPV
	الجيل الثالث: التقنيات الناشئة	الزجاج العضوي	■ تستخدم الطاقة الكهروضوئية مادة عضوية موصلة لامتصاص لضوء ■ مستويات كفاءة أقل من تقنية الأغشية الكهروضوئية العضوية	13%	5-6	H GLASS
		بيروفسكايت	■ معادن تمتص الضوء بمستويات عالية من الكفاءة ■ تذوب البلورات بسهولة وتحتاج إلى حماية من الرطوبة	26%	4-5	Q CELLS, SwiftSolar

تتمثل أحد احتمالات الاستثمار في إنشاء محطة من الجيل التالي لتصنيع الخلايا مع التركيز على البحث والتطوير وكسب رائد من الجيل الثالث للوصول إلى المعرفة والقدرات المطلوبة وتقليل الوقت إلى السوق time-to-market))
إخلاء مسؤولية: الشركات الموضحة أعلاه موجودة فقط كأمثلة لأغراض رسم مخططات القطاع ولا يعني إدراجها بأي حالٍ من الأحوال أي توصية أو نصيحة أو إقرار لأي شكلٍ من جانب صندوق التنمية الصناعية السعودي.

2. الزجاج الشمسي
الزجاج الشمسي (منخفض الحديد) هو نوع من الزجاج عالي الوضوح المصنوع من السيليكا بكميات قليلة جداً من الحديد. ويزيل هذا المستوى المنخفض من الحديد الصبغة الزرقاء المخضرة التي يمكن رؤيتها خاصةً على أحجام الزجاج الأكبر والأكثر سُمكاً. وعادةً ما يحتوي الزجاج منخفض الحديد على محتوى أكسيد الحديديك بحوالي 0.01٪، بينما يحتوي الزجاج العادي على حوالي 10 أضعاف محتوى الحديد.
يحتاج هذا التركيب إلى نفقات رأسمالية عالية (ربما 500 مليون دولار لسعة 200000 طن سنوياً)، ومن المتوقع أن يصل طلب التصنيع في الاتحاد الأوروبي إلى 17-25 جيجاوات بحلول عام 2025، بافتراض أن 40 مليون طن / ميجاوات من الطلب متوسط الأجل من أوروبا وحدها سيكون 680-1000 كيلو طن سنوياً.، علماً بأن الاستخدام المتزايد للوحدات مزدوجة الوجه الزجاجي قد يؤدي إلى مضاعفته. ستتمثل الميزة التنافسية للشركة المحلية المصنّعة في انخفاض تكاليف الشحن للمنتج النهائي والمواد الخام المتاحة محلياً والسيليكا منخفضة الحديد. يتوافر في المملكة منجم واحد ممثلاً في شركة معدنون للتعدين ومقرها في تيماء (شمال غرب المملكة)، بسعة 75 طن في الساعة.
بخلاف شركة فينيكس الإسرائيلية، لا يوجد منتجون للزجاج المصقول منخفض الحديد في الشرق الأوسط.

التحديات وعوامل النجاح الرئيسة وعوامل التمكين



التحديات

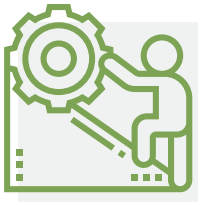
- لا توجد خارطة (مسار منشور لمشاريع محددة) لتحقيق أهداف البرنامج الوطني للطاقة المتجددة 2030، علماً بأن إيجاد الطلب يمكن صانعي المعدات الأصلية أن يؤسسوا عليه استثماراً واسع النطاق.

- البيئة التنظيمية المقيدة للمشروعات غير التابعة للبرنامج الوطني للطاقة المتجددة، وخاصةً التوليد المتوزع على الشبكة. ومن المتوقع تسهيل هذه اللوائح قريباً.

- التعريفات المنخفضة للشبكة للقطاعات السكنية والصناعية تضعف الحافز المالي لتوليد الاستهلاك الذاتي المتوزع.

- تنبع مخاوف من الاستثمار الناجح لعدم وجود خبرة كبيرة لتصنيع الوحدات المحلية قاعدة تكلفة أعلى مقابل المنافسة الدولية:
  - المرافق والعمالة والتكاليف البيئية (الدعم الصيني)
  - التعريفات على مكونات الطاقة الشمسية الكهروضوئية (حتى تلك التي لا يوجد فيها إمداد محلي)

- المنافسة الشرسة من الواردات:
  - دعم الحكومة الصينية الإستراتيجي للاستيلاء على المشاريع الرائدة
  - لا توجد تعريفات على الوحدات المجمّعة
  - قلة الوعي العام بالفوائد المالية والبيئية للطاقة الشمسية.



عوامل النجاح الرئيسة

الصناعة

- إنشاء طلب محلي مستقر ويمكن التنبؤ به:
  - مسار مشروع واضح لمشاريع البرنامج الوطني للطاقة المتجددة.
  - التركيب الإلزامي للوحدات الكهروضوئية في المنازل والمساجد والمصانع، وما إلى ذلك.
- تقليل قاعدة تكلفة تصنيع التجميعات الكهروضوئية
- الحماية من الواردات الرخيصة
- فرض متطلبات المحتوى المحلي المستندة إلى الطاقة (وليس القائمة على النفقات الرأسمالية فقط) لمشاريع البرنامج الوطني للطاقة المتجددة.
- توفر تمويل التجزئة لمنشآت التوليد المتوزع

الشركة

- اختيار الشريك الفني الدولي ذي الخبرات لتقديم المعرفة ومسار مبيعات التصدير المحتمل
- موافقات المنتج من المستخدمين النهائيين، عند الضرورة
- إقامة شراكات مع مركّبي وحدات التوليد المتوزع (لمنتجي الوحدات)
- الالتزام بمعايير الجودة الدولية والحصول على شهادات المنتج عند الاقتضاء:

  للوحدات الشمسية:
  - المعيار الإلزامي: آي إي سي 61215 و61730
  - معيار السوق: آي إي سي 61701
  - المُوصى به الإضافي: آي إي سي 62716 و60068

عوامل التمكين

- توفر المواد الخام (السيليكا منخفضة الحديد)
- إعفاءات لوائح العمل والضرائب اعتماداً على موقع المصنع
- القرب من الأسواق الأوروبية وشمال إفريقيا
- أخذ قروض لمنتجي الطاقة المستقلين من صندوق التنمية الصناعية السعودي مع فترة سداد تصل إلى 20 عاماً لقرض يصل حتى 75٪ من تكلفة المشروع وفترة سماح تصل إلى 3 سنوات للسداد توافر الراضي الصناعية وتكلفتها المنخفضة (مدن، مدينة الملك عبد الله الاقتصادية، مدينة الملك سلمان للطاقة)
- التطورات الصناعية الجديدة التي تستهدف قطاع الطاقة المتجددة: أوكساجون (مدينة نيوم الصناعية) ومدينة الملك سلمان للطاقة (الدمام)
- انخفاض تكاليف المرافق: تبلغ تكلفة الكهرباء 0.048 دولار لكل كيلووات / ساعة للقطاع الصناعي، ويبلغ الغاز الطبيعي 1.25 دولار لكل مليون وحدة حرارية بريطانية
- توفير بنك التصدير والاستيراد السعودي للمنتجات المالية لتنمية الصادرات

الملحق

إجراءات الترخيص لجميع مشاريع التصنيع:

1. **الحصول على ترخيص الاستثمار من وزارة الاستثمار.**
2. **الحصول على رخصة تجارية من وزارة التجارة.**
3. **توقيع عقد أرض أو ترخيص بناء**
   - هيئة المدن الاقتصادية والمناطق الخاصة
   - الهيئة السعودية للمدن الصناعية ومناطق التقنية (مدن)
   - الهيئة الملكية للجبيل وينبع
4. **الحصول على ترخيص صناعي رسمي (يُمنح بمجرد تشغيل المحطة) من وزارة الصناعة.**
5. **الحصول على رخصة التشغيل البيئي من الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة**

تُعد وزارة الصناعة والثروة المعدنية، مُمَثلةً في الوكالة الصناعية، مسؤولة عن إصدار التراخيص الصناعية لجميع الأنشطة الصناعية. يستخدم المستثمر نفس الترخيص الساري لبدء التشغيل والإنتاج، بشرط استيفاء الشروط والمعايير واتّباع الإجراءات ذات الصلة. تصدر الوزارة ترخيص المصنع، والتي يظل سارياً لمدة ثلاث سنوات قابلة للتجديد.

للمنتجات التي تستهدف مشاريع البرنامج الوطني للطاقة المتجددة أو تمويل صندوق التنمية الصناعية السعودي أو كليهما:

خطاب مُصدّق من وزارة الطاقة:

- تقديم دراسة الجدوى الفنية التفصيلية ومخطط العمل.
- يضمن ذلك أن المنتجات النهائية ستكون مقبولة في مشاريع البرنامج الوطني للطاقة المتجددة.

المساهمون / مصادر أخرى للمعلومات

- وزارة الاستثمار
- وزارة الطاقة
- هيئة المحتوى المحلي والمشتريات الحكومية
- المركز الوطني للتنمية الصناعية
- هيئة تنظيم المياه والطاقة
- وزارة الصناعة والثروة المعدنية
- وزارة الشؤون البلدية والقروية والإسكان
- وزارة التجارة
- الهيئة السعودية للمدن الصناعية ومناطق التقنية (مدن)
- الهيئة الملكية للجبيل وينبع
- الهيئة العامة للأرصاد وحماية البيئة

المراجع

1. "2021 Energy Transition Outlook" (DNV, 2022)
2. "إحصاءات الطاقة المتجددة 2022" الوكالة الدولية للطاقة المتجددة 2022
3. وكالة الطاقة الشمسية بأوروبا
4. بلومبيرج إن إي إف
5. إكساوات
6. منحنى الخبرات، المعروف أيضاً باسم قانون هندرسون، مصطلح اقتصادي يعني أنه كلما زادت إنتاج الشركة لسلعة أو خدمة معينة، زادت كفاءتها. وبالتالي، تنخفض تكلفة الإنتاج بما يتناسب مع حجم المنتجات المُنتجة.
7. بلومبيرج
8. مجلة بي في
9. تحليل السوق الخليجي حسب الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (2019)
10. مبادرة السعودية الخضراء (6 يوليو 2022) جرى التجديد في 22 أغسطس 2022 من هنا
11. تقديرات صندوق التنمية الصناعية السعودي بناءً على مناقشات مع المساهمين
12. مطور مكتب تطوير مشروع الطاقة المتجددة الجولة الأولى، 300 ميجاوات: شركة أكوا باور
13. مطور مكتب تطوير مشروع الطاقة المتجددة الجولة الثانية، 300 ميجاوات: مصدر (مبادلة)
14. رولاند بيرجر
15. كفاءة الخلايا في ظروف المختبر. تعتمد الكفاءة الواقعية على تكوين الوحدة والإشعاع والتظليل ودرجة الحرارة واتجاه اللوحة والموقع والغبار والأوساخ والتوقيت من العام.
16. مستوى الجاهزية التقنية: 1 = ملاحظة مبادئ التقنية الأساسية، 5 = التحقق من صحة التقنية في بيئة ذات صلة، و 9 = إثبات النظام الفعلي في بيئة تشغيلية
17. طبقة أكسيد موصلة شفافة

لمزيدٍ من المعلومات، يرجى التواصل على الموقع التالي:
www.sidf.gov.sa