KAHRAMAA
المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء
كهرماء
Qatar General Electricity & Water Corporation

استراتيجية قطر الوطنية للطاقة المتجددة

Qatar National Renewable Energy Strategy

قائمة المحتويات

1.1	أهداف استراتيجية التنمية الوطنية الثانية لدولة قطر	11
1.2	الاستراتيجية والمستهدفات	14
1.3	المشهد المؤسسي والمنظومة	18
1.4	الجاهزية التقنية والشبكية	27
1.5	رؤية الاستراتيجية والأهداف وعوامل التمكين	31
1.5.1	خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من خلال اعتماد السياسات والتوجهات في مجال الطاقة المستدامة	32
1.6	الجاهزية التقنية والشبكية زيادة نسبة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة مع الحفاظ على موثوقية واعتمادية الشبكة	34
1.6.1	تحديد حجم وتصميم انتشار الطاقة المتجددة الواسعة والصغيرة النطاق في مزيج الطاقة	41
1.6.1.1	تحديد تحديد المبادرات الرامية إلى الدمج الفعّال للطاقة المتجددة المتغيّرة	42
1.6.2	تحديد تعظيم المساهمات الاجتماعية والاقتصادية لبرامج الطاقة المتجددة	45
1.6.2.1	إنشاء جهات فاعلة محلية قادرة على المنافسة على مستوى قطاع الطاقة المتجددة	47
1.6.2.2	تحقيق الدخل من الخصائص البيئية لمشاريع الطاقة المتجددة	50
1.7	وضع السياسات واللوائح والمعايير اللازمة	53
1.8	اعتماد هيكل دعم مؤسسي فعّال	56

تبلغ مساحة دولة قطر 11,581 كم2 وهي تقع على الساحل الشمالي الشرقي لشبه الجزيرة العربية في الشرق الأوسط. في أوائل عام 2023، بلغ إجمالي عدد سكان قطر 2.96 مليون نسمة، من بينهم 0.33 مليون مواطن قطري و2.63 مليون وافد. ومن حيثُ الدخل، يبلغ نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي حوالي 80,000 دولار أمريكي، وهو تاسع أعلى مستوى في العالم وخامس أعلى مستوى من حيث تعادل القوة الشرائية.

تُعدّ قطر واحدة من أكبر الدول المصدرة للغاز الطبيعي المسال في العالم، حيث تختزن موارد كبيرة من الغاز الطبيعي يُمكن إنتاجها بتكلفة منخفضة نسبيًا. لطالما كان القطاع الهيدروكربوني المساهم الرئيسي في النمو الاجتماعي والاقتصادي للدولة، حيثُ شكّل 44٪ من الناتج المحلي الإجمالي الوطني البالغ 237 مليار دولار أمريكي في عام 2022.

وبغية التشجيع على تنويع اقتصادها وضمان الاستدامة البيئية في الوقت نفسه، وضعت قطر استراتيجية التنمية الوطنية الثانية التي تركّز على النقاط التالية:

- تعزيز التنمية البشرية من خلال نظام رعاية صحية شامل ومتكامل، وتعليم وتدريب جيدين، وقوى عاملة تتسم بالكفاءة والالتزام.
- إنشاء مجتمع سليم من خلال الحماية الاجتماعية والأمن العام والسلامة والإثراء الثقافي والتميّز الرياضي.
- الحفاظ على الازدهار الاقتصادي من خلال تطوير البنية التحتية الاقتصادية، والتنوع الاقتصادي، وتنمية القطاع الخاص، وإدارة الموارد الطبيعية.
- تحقيق التنمية المستدامة التي تحافظ على البيئة.

بينما تسعى قطر إلى تعزيز استخدامها للطاقة المتجددة، من المهم النظر في الفوائد العديدة التي يُمكن أن يوفّرها مزيج الطاقة المتجددة والتوليد عالي الكفاءة والقابل للتوزيع الذي يعمل بالغاز. في الوقت الحالي، تهيمن السعة الحرارية على مزيج الطاقة في قطر، إلّا أنّ تحقيق الحصة المثلى من الطاقة المتجددة يُعدّ أمرًا أساسيًا في دعم الدولة التي تسعى إلى تحقيق أهداف استراتيجية التنمية الوطنية الثانية.

تشمل هذه الأهداف تطوير بنية تحتية مستدامة وعالية الجودة للطاقة المتجددة، وترشيد استعمال الموارد الطبيعية القطرية واستدامتها، والحفاظ على البيئة للأجيال المقبلة. وتمثل الطاقة المتجددة حجر الزاوية بالنسبة لمساعدة قطر على الوفاء بالتزامها فيما يتعلق بالمساهمات المحددة وطنيًا واستراتيجية قطر الوطنية للبيئة وتغير المناخ، والتي تهدف إلى خفض انبعاثات الغازات الدفيئة في قطر بنسبة 25٪ بحلول عام 2030، مقارنة بالسيناريو الأساسي (نمط العمل المعتاد).

إن فوائد الطاقة المتجددة متعددة، فيمكنها تلبية الطلب المتزايد على الكهرباء بتكاليف توليد تنافسية للغاية، كما يمكنها في الوقت نفسه أن تحلّ محل المواد الهيدروكربونية المستخدمة في تحلية المياه والطاقة والقطاعات الصناعية، وأن تزيد من فرص التصدير. فضلًا عن ذلك، يُمكن للطاقة المتجددة أن تقللّ من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وأن تحدّ من التلوث وتعزز في الوقت نفسه التنمية المستدامة.

وعليه، تهدف رؤية قطر للطاقة المتجددة إلى تمكين تطوير نظام طاقة مستدام وبأسعار معقولة. يُذكر في هذا السياق أن استراتيجية قطر الوطنية للطاقة المتجددة هي عبارة عن تقرير شامل يحدّد استراتيجية الدولة للطاقة المتجددة وخطة عملها.

وقد تمّ دمج أهداف الاستراتيجية ومبادراتها في الإطار الأوسع لاستراتيجية التنمية الوطنية الثالثة المرتقبة لدولة قطر. فمن خلال زيادة استخدامها للطاقة المتجددة، يُمكن لقطر تحسين الاستدامة البيئية، وخفض انبعاثات الغازات الدفيئة، وبناء قطاع طاقة متجددة راسخ يعود بالفائدة على مواطنيها والأجيال المقبلة.

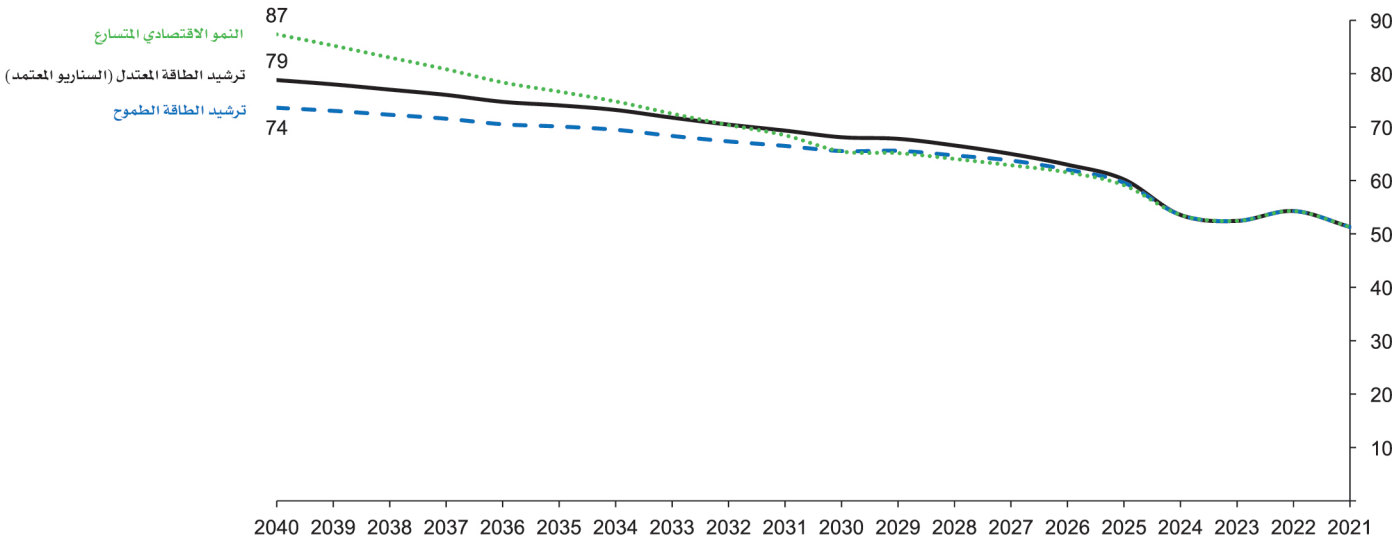
تسعى استراتيجية قطر الوطنية للطاقة المتجددة إلى ضمان تحول مستدام في قطاع الطاقة في الدولة.

« تستهدف الاستراتيجية لزيادة استخدام مصادر الطاقة المتجددة لتوليد الكهرباء، مدعومة بقدرات لتوليد الكهرباء من الغاز الطبيعي منخفض التكلفة، بهدف تحسين جودة الحياة للأجيال الحالية والمستقبلية.»

من خلال التركيز على كلّ من التنمية الاقتصادية وحماية البيئة، تتماشى استراتيجية قطر الوطنية للطاقة المتجددة مع التزام قطر بمستقبل أكثر ملاءمة للبيئة وأكثر ازدهارًا.

من المتوقع أن يرتفع الطلب على الكهرباء في قطر بشكلٍ كبير في السنوات القادمة مدفوعًا بالنمو الاقتصادي والتحوّلات الديموغرافية. فوفقًا لتوقعات استراتيجية قطر الوطنية للطاقة المتجددة، سيزداد الطلب من حوالي 51 تيراواط ساعة في عام 2021 إلى حوالي 80 تيراواط ساعة في عام 2040. وتسلّط هذه الزيادة الكبيرة في الطلب على الكهرباء الضوء على الحاجة إلى بنية تحتية مستدامة يمكن الاعتماد لتلبية الاحتياجات المتزايدة للدولة من للطاقة.

الشكل 1: توقعات نمو الطلب على الطاقة الكهربائية (تيراواط ساعة)



وفي الوقت الحالي، تساهم محطات توليد الكهرباء الحرارية في إنتاج أكثر من 90٪ من القدرة الإنتاجية للكهرباء في دولة قطر. ومن أجل تلبية الطلب المستقبلي وخفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، تعتزم قطر توسيع نطاق استخدامها للطاقة المتجددة، ولا سيما الطاقة الشمسية الكهروضوئية. وتزامنًا مع تقاعد محطات التوليد الحراري القديمة وتوقفها عن العمل خلال العقد المقبل، سيتم استبدال هذه المحطات بمزيج جديد من محطات توليد الطاقة المتجددة مدعومة بمحطات توليد الكهرباء من الغاز الطبيعي الجديدة عالية الكفاءة.

برزت مصادر الطاقة المتجددة كعنصر تنافسي مكمّل لمحطات توليد الطاقة التقليدية التي تعمل بالمواد الهيدروكربونية. و هي تؤدي دورًا أساسيًا في سعي قطر لتحقيق أهدافها المحددة في استراتيجية التنمية الوطنية الثانية. فقد كشف تحليل شامل أُجري من خلال محرك محاكاة أقلّ تكلفة تمّ تطويره خصيصًا لاستراتيجية قطر الوطنية للطاقة المتجددة، أنه على قطر تعزيز قدرتها على توليد الطاقة المتجددة على نطاق المحطات المركزية بحوالي 4 جيجاوات بحلول عام 2030، مع التركيز بشكلٍ أساسي على تقنية الطاقة الشمسية الكهروضوئية:

- يرمي هذا الهدف الطموح إلى زيادة حصة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة من 5٪ حاليًا إلى 18٪ بحلول عام 2030.
- من المتوقع أن تنخفض حصة التوليد الحراري لتوربينات الغاز ذات الدورة المركبة من 80٪ حاليًا إلى 72٪ بحلول عام 2030.
- ستشمل الحصة المتبقية البالغة 10٪ من مزيج الطاقة في عام 2030 قدرة الربط الكهربائي ومصادر الطاقة التقليدية الصغيرة النطاق ومصادر الطاقة المتجددة الصغيرة النطاق.

ناهيك عن زيادة انتشار مصادر الطاقة المتجددة الواسعة النطاق، يتم تشجيع قطر أيضًا على تعزيز قدرات التوليد الموزع. وبحلول عام 2030، توصي الاستراتيجية باعتماد تكنولوجيا التوليد الموزع للطاقة الشمسية بقدرة تصل إلى حوالي 200 ميجاوات. ومن شأن هذه القدرة أن تسمح بتوليد المزيد من الطاقة المحلية، الأمر الذي يقلّل الضغط على البنية التحتية للشبكة المركزية ويعزّز صمود الطاقة.

الشكل 2: توازن الطلب على إمدادات الكهرباء (جيجاوات)

		2021	2030
	الطلب	9.6	11.5
مصادر الطاقة التقليدية	توربينات الغاز ذات الدورة المركبة	10.6	11.7
	توربينات الغاز ذات الدورة المفتوحة	1.56	0
	الطاقة التقليدية الصغيرة النطاق	-	0.3
	الربط الكهربائي الدولي	1.2	1.2
مصادر الطاقة المتجددة	الطاقة الشمسية الكهروضوئية	0.8	4
	الطاقة المتجددة الصغيرة النطاق	-	0.2

الملاحظة 1: تُمثّل هذه المستهدفات الحلول الأكثر اقتصادًا، ومع ذلك هناك حاجة إلى مزيدٍ من الدراسات التقنية للشبكات.

الملاحظة 2: هامش احتياطي بنسبة 15% بعد عام 2030؛

الملاحظة 3: تغطّي الطاقة المتجددة الصغيرة النطاق القطاعات السكنية والتجارية، والصناعية، والزراعية، والحكومية.

الملاحظة 4: لا تُعتبر البطاريات بمثابة مولدات في حساب حصة الطاقة المتجددة.

من أجل تحقيق مستهدفات الطاقة المتجددة، تحدّد الاستراتيجية الحاجة إلى استثمارات كبيرة. تُقدّر قيمة النفقات الرأسمالية المطلوب إنفاقها بحلول عام 2030 عند 7.6 مليارات دولار أمريكي. وتعني هذه الاستثمارات الالتزام الطويل الأجل الضروري لدعم تطوير البنية التحتية الأساسية للطاقة المتجددة وتكاملها. هذا وقد اتّخذت قطر بالفعل خطوات رئيسية نحو إزالة الكربون من خلال إنشاء محطتين لتوليد الطاقة الشمسية الكهروضوئية: مشروع محطة سراج 1 للطاقة الشمسية في الخرسعة الذي بدأ عملياته منذ أواخر عام 2022؛ ومشروع محطة قطر للطاقة الذي هو قيد التطوير حاليًا. تستفيد قطر من المستويات العالية للإشعاع الأفقي العالمي، مما يفضي إلى توليد الطاقة الشمسية الكهروضوئية.

وإدراكًا للطبيعة الديناميكية لقطاع الطاقة، تُسلّط استراتيجية قطر الوطنية للطاقة المتجددة الضوء على أهمية المراجعة المنتظمة لمستهدفات مزيج الطاقة. وتوصي بتحديث الأهداف كلّ ثلاثة سنوات لمراعاة التغيّرات في الطلب المقدّر على الكهرباء وتكاليف التكنولوجيا. ويضمن هذا النهج المتكرر تماشي الاستراتيجية بشكل ثابت مع الظروف المتطوّرة وتعظيم فعالية التحوّل إلى مستقبل طاقة مستدام.

تُركّز استراتيجية قطر الوطنية للطاقة المتجددة على ثلاث أهداف رئيسية:

- خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من خلال السياسات والتوجهات المستدامة مما سيعزز الاستدامة البيئية ويساهم في تحسين جودة الهواء.
- زيادة انتشار الطاقة المتجددة مع الحفاظ على اعتمادية الشبكة.
- تعظيم المساهمات الاجتماعية والاقتصادية لبرامج الطاقة المتجددة.

الشكل 3: استراتيجية قطر الوطنية للطاقة المتجددة

تهدف استراتيجية قطر الوطنية للطاقة المتجددة إلى تطوير منظومة مستدامة للطاقة وبتكلفة تنافسية مستفيدة من وفرة مخزونها من الغاز الطبيعي وإمكانات الطاقة المتجددة في الدولة. وثمة ثلاث فوائد مهمة تتحقق من وراء زيادة الاعتماد على توليد الكهرباء من الطاقة المتجددة:

المنافع الاقتصادية

يمكن تحقيق المنافع الاقتصادية بسبب التكاليف التنافسية لحلول التقنيات المتجددة. فكما هو موضّح في استراتيجية قطر الوطنية للطاقة المتجددة، من المتوقع أن يؤدي مزيج الطاقة الموصى به إلى خفض متوسط تكلفة توليد الكهرباء بنسبة ١٥٪ في عام 2030.

المنافع الاقتصادية

يمكن تحسين الأثر البيئي من خلال الحدّ من انبعاثات الغازات الدفيئة. فكما هو موضّح في استراتيجية قطر الوطنية للطاقة المتجددة، من المتوقع أن يؤدي مزيج الطاقة الموصى به إلى خفض كثافة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة 27٪ بحلول عام 2030 مقارنةً بمستويات عام 2021.

المنافع الاقتصادية

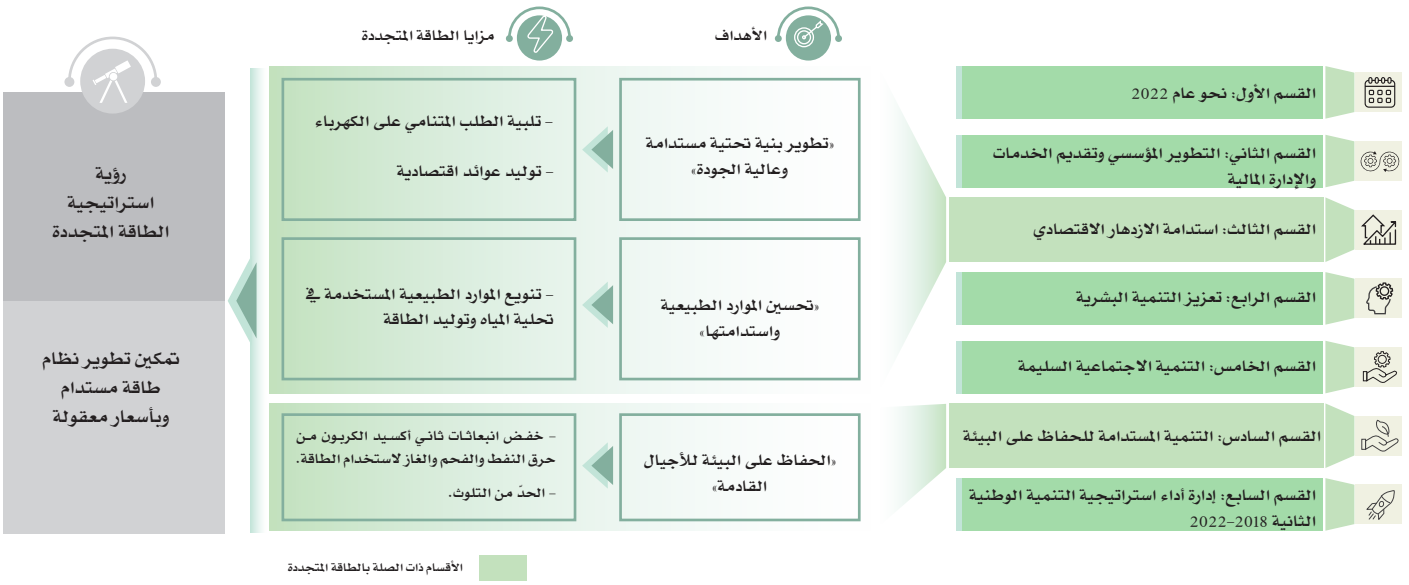
يمكن تعزيز أمن الطاقة من خلال تنويع مصادر توليدها مما يضمن الاستقرار في قطاع الطاقة. في هذا السياق، تقرّ استراتيجية قطر الوطنية للطاقة المتجددة بأهمية ضمان ألّا يهدّد التحوّل إلى الطاقة المتجددة موثوقية وصمود نظام الكهرباء. ومن أجل تحقيق ذلك، تعتمد الاستراتيجية نهجًا متوازنًا يجمع بين منشآت الطاقة المتجددة واسعة النطاق واستخدام التوليد الحراري عالي الكفاءة الذي يعمل بالغاز الطبيعي.

من أجل وضع السياسات اللازمة وتحقيق التمكين التنظيمي والمؤسسي المطلوب في السنوات 2023–2025، تمّ تخصيص ميزانية تقديرية للتنفيذ بقيمة 66 مليون ريال قطري. كما تمّ تحديد هيكل حوكمة التنفيذ، مع إسناد المسؤوليات إلى أقسام محددة ضمن كهرماء والجهات المعنية الخارجية. كما تمّت صياغة مواثيق مبادرات خطة العمل لتتبع التقدّم المحرز وضمان المساءلة عن تحقيق أهداف الاستراتيجية.

أهداف استراتيجية التنمية الوطنية الثانية لدولة قطر

1.1 أهداف استراتيجية التنمية الوطنية الثانية لدولة قطر

الشكل 4: أهداف استراتيجية التنمية الوطنية الثانية لدولة قطر



تمثل الطاقة المتجددة أهمية قصوى بالنسبة إلى دولة قطر من أجل تحقيق الأهداف الواردة في استراتيجية التنمية الوطنية الثانية. وقد حدّد هدف «استدامة الازدهار الاقتصادي» الوارد في استراتيجية التنمية الوطنية الثانية هدفين أساسيين:

1) تطوير بنية تحتية مستدامة وعالية الجودة و2) تحسين الموارد الطبيعية واستدامتها. وتلعب الطاقة المتجددة دورًا مهمًا في تحقيق كلا الهدفين. ويمكن أن تساعد في تلبية الطلب المتنامي على الكهرباء، وتحقيق عوائد اقتصادية، وتقليل كمية الغاز المستخدمة في تحلية المياه وتوليد الطاقة.

كما سلّطت استراتيجية التنمية الوطنية الثانية الضوء على «التنمية المستدامة للحفاظ على البيئة» بهدف استدامة البيئة للأجيال القادمة. ويمكن للطاقة المتجددة أن تدعم قطر في تحقيق هذا الهدف عن طريق التقليل من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والحدّ من التلوث وتعزيز الممارسات المستدامة، والحفاظ على سلامة البيئة للأجيال القادمة. ومن شأن الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة أن يساعد قطر على تعزيز اقتصاد مستدام وفعّال وصديق للبيئة يمكنه دعم رفاهية المواطنين وتطلعاتهم فضلاً عن تحسين نوعية الحياة وتوفير كوكب أكثر نظافة للأجيال القادمة.

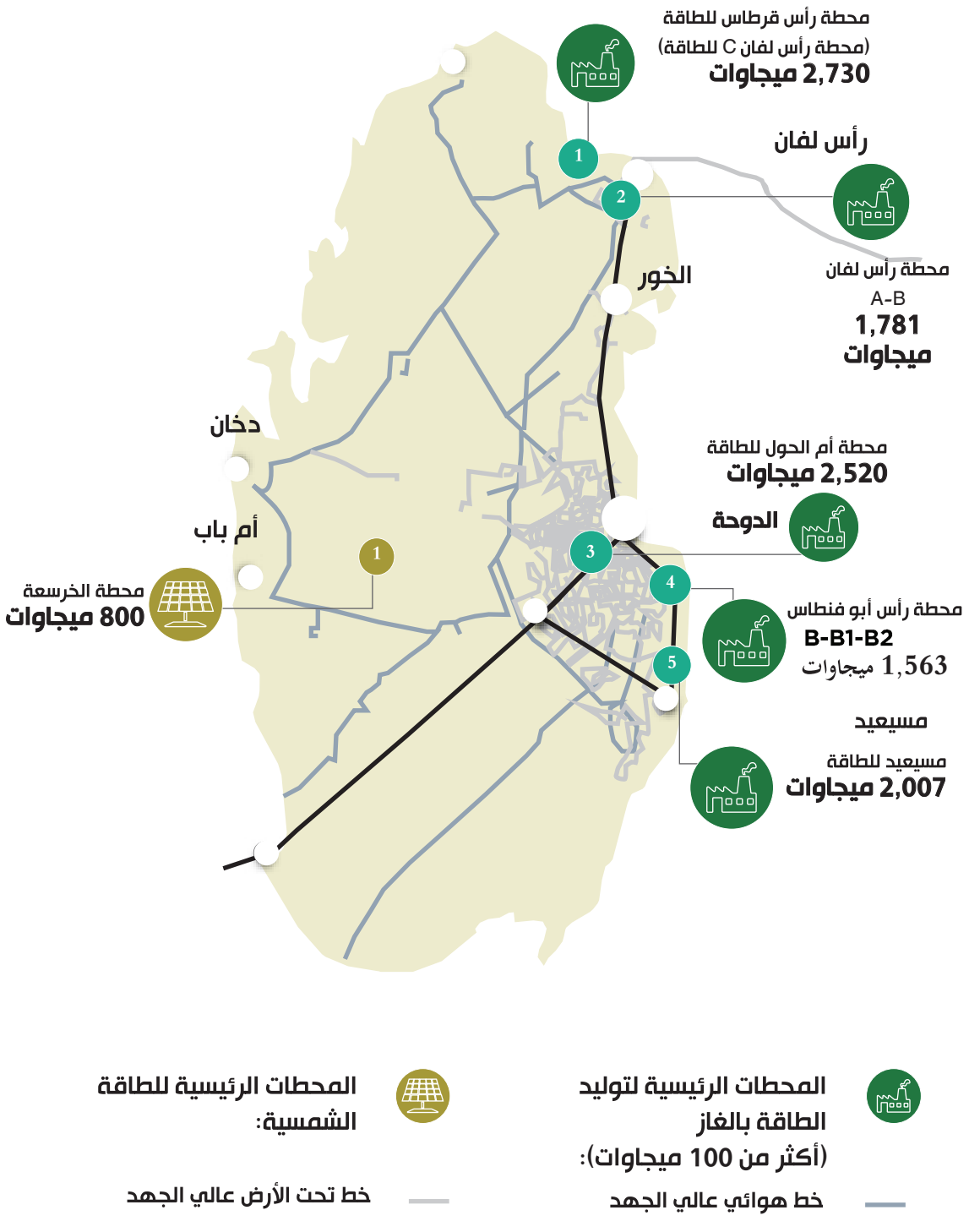
وتمثل الطاقة المتجددة حجر الزاوية بالنسبة لمساعدة قطر على الوفاء بالتزامها فيما يتعلق بالمساهمات المحددة وطنيًا واستراتيجية قطر الوطنية للبيئة، والتي تهدف إلى خفض انبعاثات الغازات الدفيئة في قطر بنسبة 25٪ بحلول عام 2030، مقارنة بالسيناريو الأساسي (نمط العمل المعتاد). وسيتم استكمال هذا الجهد من خلال اعتماد تقنية احتجاز الكربون وتخزينه للوصول إلى مزيج الطاقة الأمثل مع مراعاة الظروف الوطنية المحددة لدولة قطر ومدى وفرة مواردها وثرواتها الطبيعية.

وعليه، تهدف استراتيجية قطر الوطنية للطاقة المتجددة إلى تمكين تطوير نظام طاقة مستدام وبأسعار معقولة. وسيتمّ دمج مستهدفات الاستراتيجية ومبادراتها في الإطار الأوسع لاستراتيجية التنمية الوطنية الثالثة المرتقبة لدولة قطر.

سيغطّي هذا التقييم التفصيلي لمنظومة الطاقة المتجددة في قطر أبعاد أربعة رئيسية:

الاستراتيجيات والمستهدفات	• استراتيجية القطاع ومستهدفاته والتزاماته. • المبادرات القائمة والجارية للنهوض بقطاع الطاقة المتجددة.
المشهد المؤسسي والمنظومة	• البنية المؤسسية والجهات المعنية الرئيسية في القطاع. • تحديد الأدوار والمسؤوليات. • عوامل التمكين الرئيسية. القطاع الخاص. البحث والتطوير والابتكار على مستوى الطاقة المتجددة. • القدرات البشرية.
السياسات والإطار التنظيمي	• السياسات التنظيمية والمالية للطاقة المتجددة على نطاق المحطات المركزية والتوليد الموزع. الحصول على الموافقات اللازمة لتخصيص الأراضي لمشاريع الطاقة المتجددة. آليات التسعير. الحوافز المالية. • مخططات السياسات على نطاق ضيق محدود.
الجاهزية التقنية والشبكية	• تحديات دمج الطاقة المتجددة المتغيرة. • ممارسات تخطيط النقل والتوزيع. • جاهزية مركز التحكم. • جاهزية القواعد والمعايير والمواصفات وضبط الجودة من أجل دمج الطاقة المتجددة.

الشكل 5: القدرات المتعاقد عليها لمحطات الكهرباء في قطر (ميجاوات)



1.2 الاستراتيجية والمستهدفات

من بين العوامل المهمة التي يجب أخذها في الاعتبار عند تقييم هذا البعد هو تحقيق التوازن الأمثل في الاستثمار في مجال توليد الطاقة المتجددة، التوليد عالي الكفاءة والقابل للتوزيع الذي يعمل بالغاز، وأنظمة تخزين الطاقة، وحلول التقاط الكربون واستخدامه وتخزينه.

تهيمن قدرات توليد الكهرباء الحرارية حاليًا على مزيج الطاقة في قطر، حيث تستفيد هذه العملية من وفرة المخزون من الغاز الطبيعي في الدولة الذي يمكن إنتاجه بتكلفة منخفضة نسبيًا.

«من الضروري الاستفادة من مرونة التوليد عالي الكفاءة والقابل للتوزيع الذي يعمل بالغاز ذلك لتعزيز نسبة الطاقة المتجددة بأقل تكلفة مع الحفاظ على موثوقية واعتمادية شبكة الكهرباء.»

و من الضروري تبني تكنولوجيا تساعد في التخفيف من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وتقليل الأثر البيئي لعمليات توليد الطاقة باستخدام الغاز.

يناهز إجمالي القدرة على توليد الكهرباء حاليًا في محطات الطاقة الحرارية 12 جيجاوات، أي أكثر من 90٪ من إجمالي قدرة الدولة على توليد الكهرباء. ويعكس تشغيل مشروع محطة سراج 1 للطاقة الشمسية في الخرسعة (بطاقة إنتاجية تبلغ 800 ميجاوات) ومشاريع الطاقة الشمسية المستقبلية التي ستنفذها قطر للطاقة (بطاقة إنتاجية تبلغ 875 ميجاوات) استعداد الدولة والتزامها باستخدام مشاريع الطاقة المتجددة على نطاق المحطات المركزية بشكل فعال.

تتمتع قطر بقدرة هائلة على زيادة معدل استخدامها لمصادر الطاقة المتجددة بفضل الجودة العالية لموارد الطاقة الشمسية في الدولة. كما يُعدّ مستوى الإشعاع الأفقي العالمي في البلاد من بين الأعلى عالميًا، حيث يبلغ متوسط معدل الإشعاع الكلي في عشر مواقع أكثر من 2,000 كيلوواط ساعة لكل متر مربع سنويًا.

أصبح تبني تقنيات الطاقة المتجددة في قطر أكثر جاذبية بسبب انخفاض التكلفة المستوية لإنتاج الطاقة الكهربائية. فقد انخفضت هذه التكاليف المرتبطة بإنتاج الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح بشكل كبير على مرّ السنين، حيث تراجعت التكلفة المستوية لإنتاج الطاقة الشمسية الكهروضوئية من حوالي 4 سنت للكيلوواط ساعة في عام 2017 إلى حوالي 1.5 سنت في عام 2023، مع توقع تسجيلها انخفاضًا إضافيًا يقدّر بحوالي 1.0 سنت للكيلوواط الساعي بحلول عام 2030. وعلى نحو مماثل، انخفضت التكاليف المستوية لإنتاج طاقة الرياح من حوالي 5 سنت للكيلوواط ساعة في عام 2017 إلى حوالي 4.5 في عام 2023، ومن المتوقع أن تصل إلى حوالي 4.0 سنت للكيلوواط ساعة بحلول عام 2030.

أصبحت مصادر الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح تنافس مصادر توليد الطاقة التقليدية عند أسعار الغاز الدولية الحالية. ويمكن دعم محطات توليد الكهرباء الحرارية التقليدية في قطر بمساهمة من مصادر الطاقة المتجددة لإنتاج طاقة كهربائية موثوقة منخفضة الانبعاثات والتكلفة.

تمتلك قطر مجموعة متنوعة من موارد الطاقة المتجددة لتوليد الكهرباء، وتشمل ألواح الطاقة الكهروضوئية واسعة النطاق والموزعة. وفي الوقت الحالي، تنتج قطر أكثر من 9 ميجاوات من الطاقة الشمسية الكهروضوئية الموزعة على مختلف القطاعات، بما فيها حوالي 4 ميجاوات في مواقع حكومية، وحوالي 2 ميجاوات في مواقع سكنية، وأكثر من 2 ميجاوات في مواقع تجارية، وأكثر من ميجاوات واحد في مواقع صناعية.

ولتعزيز خطتها للطاقة المتجددة، تولّت كهرماء ومعهد قطر لبحوث البيئة والطاقة تنفيذ العديد من المبادرات المتعلقة بتقييم الموارد وإطلاق المشاريع التجريبية وتقييم الشبكة. وتدعم الجهتان تعزيز وتسهيل تنفيذ مشاريع الطاقة المتجددة للمساعدة في التحوّل إلى مزيج الطاقة الأمثل والمستدام.

الشكل 6: المبادرات المتعلقة بالطاقة المتجددة

الموضوع	المبادرات المتعلقة بالطاقة المتجددة	الجهة المسؤولة
تقييم مصادر الطاقة الطبيعية	أطلس الطاقة الشمسية	معهد قطر لبحوث البيئة والطاقة
	قياس مصادر طاقة الرياح	كهرماء
مشاريع الطاقة المتجددة التجريبية	مشروع التخزين التجريبي بطاقة إنتاجية تبلغ 1 ميجاوات	كهرماء
تقييم الدمج الفني	خطة تطوير نقل الطاقة	كهرماء
	تقييم الدمج الأقصى للطاقة الكهروضوئية	كهرماء

فيما يلي أبرز الاستنتاجات المستخلصة من بُعد الاستراتيجية والأهداف

الاستراتيجية

تُعد استراتيجية قطر الوطنية للطاقة المتجددة أول استراتيجية للطاقة المتجددة في الدولة. ولتلبية متطلبات أفضل الممارسات، أطلقت قطر إطارًا شاملاً لاستراتيجية الطاقة المتجددة يتضمن: مستهدفات وتقنيات الطاقة المتجددة المحددة، والمشهد المؤسسي (الحوكمة وعوامل التمكين)، والسياسات الداعمة (مثل الحصول على الموافقات اللازمة لتخصيص الأراضي، ونماذج المناقصات، والترتيبات المالية).

المستهدفات

يستند النهج الذي تتبعه قطر في مجال الطاقة المتجددة حتى الآن إلى أهداف متحفظة وقصيرة المدى قائمة على المشاريع. إلا أنه يمكن للطاقة المتجددة أن تلعب دورًا مهمًا في مساعدة قطر على الوفاء بالتزاماتها فيما يتعلق بالمساهمات المحددة وطنيًا التي تهدف إلى خفض انبعاثات الغازات الدفيئة في قطر بنسبة 25٪ بحلول عام 2030، مقارنة بالسيناريو الأساسي (نمط العمل كالمعتاد). وعليه، تحتاج قطر إلى تحقيق مستهدفات طويلة الأجل للطاقة المتجددة (بحلول العام 2030 وما بعده) لتزويد القائمين على وضع خطط الشبكات والمستثمرين فيها برؤية واضحة ووافية للتوجه الوطني. كما ينبغي لقطر أن تنظر في رفع سقف طموحاتها الحالية في مجال الطاقة المتجددة للتأكيد على التزامها بالتخفيف من الآثار المترتبة على التغير المناخي، وتوسيع نطاق العمل بما يكفل إنشاء سوق تنافسية، وخفض التكاليف المرتبطة بالنظام مع مراعاة أسعار الغاز الطبيعي السائدة على مستوى العالم.

المشهد المؤسسي والمنظومة

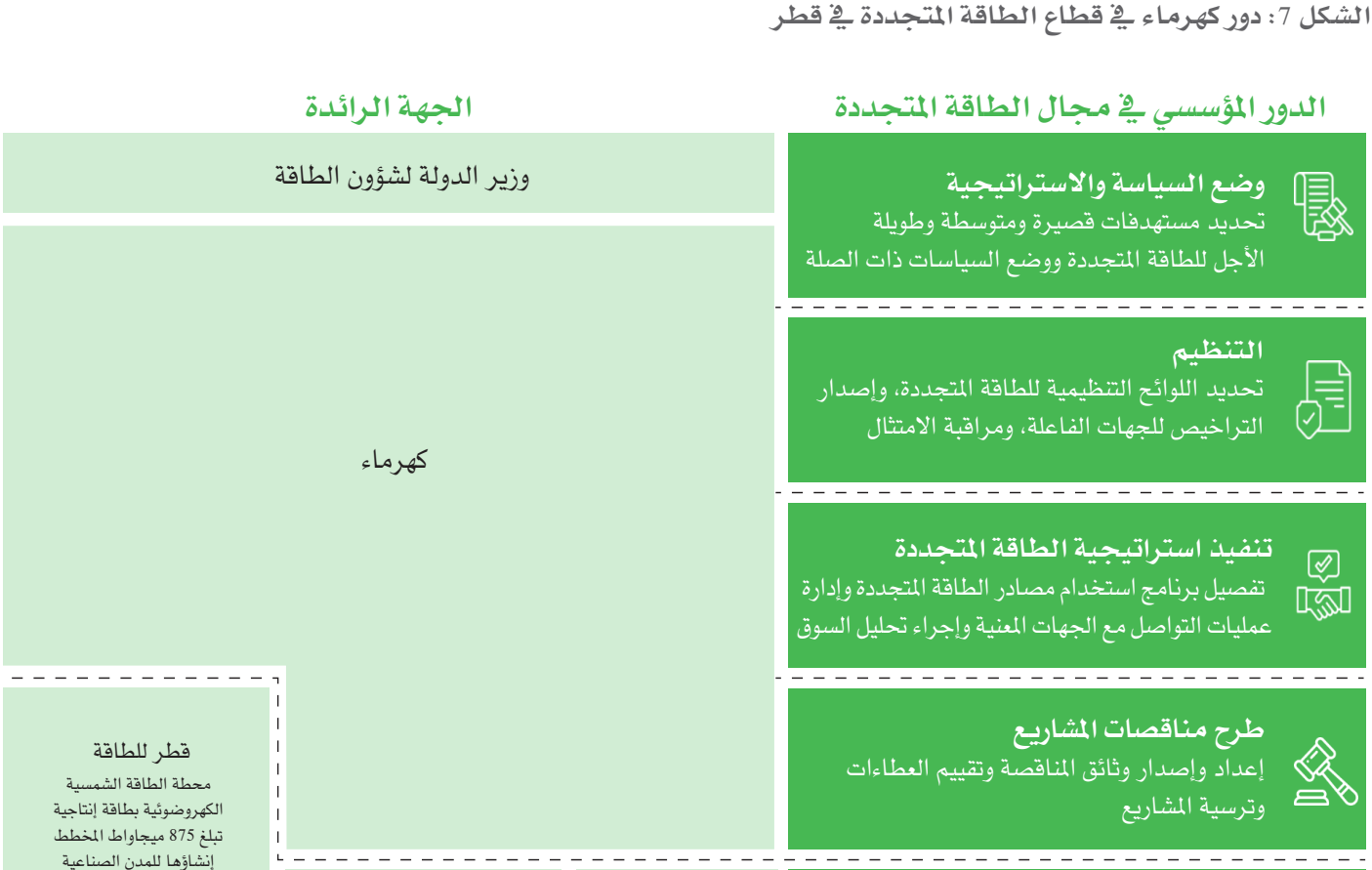
1.3 المشهد المؤسسي والمنظومة

يركز تقييم هذا البُعد على البنية المؤسسية والجهات المعنية الرئيسية في القطاع، وتحديد الأدوار والمسؤوليات، وعوامل التمكين الرئيسية، ويُذكر منها مشاركة القطاع الخاص، وأبحاث الطاقة المتجددة، والتطوير والابتكار، وبناء القدرات البشرية.

في هذا السياق، تؤدي كهرماء دورًا مؤسسيًا متكاملًا في قطاع الطاقة المتجددة، وتتولى مسؤوليات تشمل وضع السياسة والاستراتيجية، والتنظيم، وتنفيذ استراتيجية الطاقة المتجددة، كما تلعب دورًا مهمًا في طرح مناقصات المشاريع. يُذكر أن محطة الطاقة المتجددة القائمة (مشروع الطاقة الشمسية في الخرسعة) هي محطة مستقلة لإنتاج الطاقة مملوكة بنسبة 60٪ لمستثمرين من القطاع العام (شركة قطر للطاقة لحلول الطاقة المتجددة).

كما تلعب قطر للطاقة دورًا في قطاع الطاقة المتجددة من خلال تخطيط وإدارة المناقصات والعمليات التشغيلية المرتبطة بمشاريع الطاقة المتجددة التي تنفذها.

الشكل 7: دور كهرماء في قطاع الطاقة المتجددة في قطر



ولكن خارج نطاق مهام ومسؤوليات كهرماء، لا تزال هناك بعض الأدوار التي تخص بعض الجهات المعنية الخارجية لتمكين قطاع الطاقة المتجددة من تحقيق تطلعاته. فعلى سبيل المثال:

- كمدخلات لوضع خطط قطاع الطاقة المتجددة، يمكن لوزارة المواصلات تحديد مستهدفات طويلة المدى لقطاع المواصلات فيما يتعلق بالتحول لاستخدام الطاقة الكهربائية، كما يمكن لوزارة البلدية وضع لوائح تنظيمية لتقسيم المناطق في الخور والوكرة والمناطق البحرية لتحديد المناطق المقيدة والمناطق المتاحة لإقامة مشاريع الطاقة المتجددة.

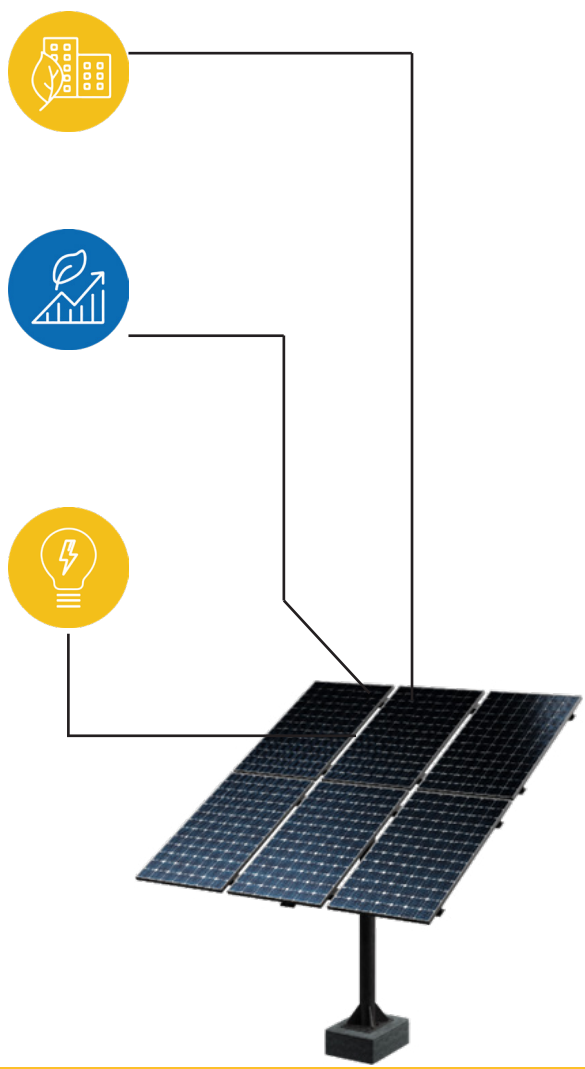
- فيما يتعلق بالإجراءات والسياسات واللوائح التنظيمية، يمكن لوزارة البلدية تعديل عملية إصدار رخص البناء لتلبية احتياجات الطاقة المتجددة، في حين يمكن لوزارة البيئة والتغير المناخي توحيد عملية تقييم الأثر البيئي لمشاريع الطاقة المتجددة وإضفاء الطابع الرسمي عليها.

ضمن المشهد المؤسسي والمنظومة، هناك حاجة إلى عوامل تمكين ثلاثة رئيسية لدفع عجلة تطوير الطاقة المتجدد

القطاع الخاص، الذي يشارك في الأنشطة عبر سلسلة قيمة تبني مصادر الطاقة المتجددة، بما يشمل التطوير من خلال الجهات الفاعلة المحلية.

رأس المال البشري، حيث يتم بناء قدرات القوى العاملة المحلية من أجل تحقيق خطط نمو قطاع الطاقة المتجددة عبر مراحل المشاريع المطلوبة، وذلك من التخطيط إلى التصميم والهندسة والعقود، والمشتريات، والبناء، والعمليات.

البحث والتطوير والابتكار، إذ يتم السعي من خلال هذا العامل إلى تكييف تقنيات الطاقة المتجددة مع الظروف الطبيعية لدولة قطر لتحقيق أفضل النتائج، وإطلاق المشاريع التجريبية لاستكشاف تقنيات ومنهجيات جديدة، وإدارة أي مخاطر قبل توسيع نطاق المشاريع.



تعمل في القطاع الخاص في قطر شركتان محليتان لتطوير مشاريع الطاقة المتجددة على نطاق المحطات المركزية و التوليد الموزع : نبراس للطاقة و قطر للطاقة لحلول الطاقة المتجددة، إلى جانب العديد من شركات التطوير الصغيرة.

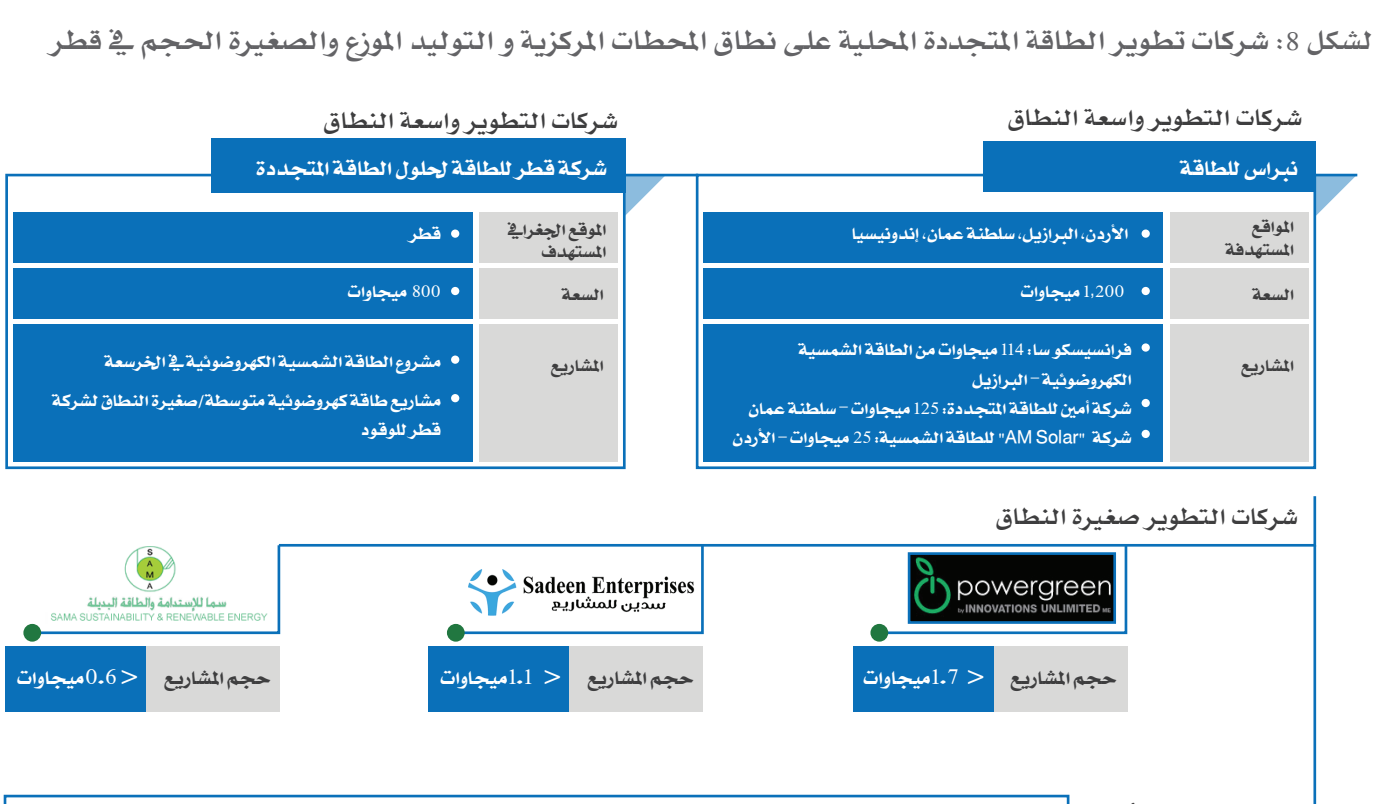
وتركز قطر للطاقة لحلول الطاقة المتجددة ، إحدى شركات تطوير مشاريع الطاقة المتجددة، على لتقديم الخدمات الأساسية في السوق القطري.

وتشغّل الشركة مشروع سراج 1 للطاقة الشمسية في الخرسعة بطاقة إنتاجية تبلغ 800 ميجاوات بالإضافة إلى بعض المشاريع المتوسطة والصغيرة الحجم لصالح شركة قطر للوقود. أمّا شركة نبراس للطاقة، الشركة الكبرى الأخرى لتطوير مشاريع الطاقة المتجددة، فتدير مشاريع بطاقة إنتاجية تناهز 1200 كيلوواط. وينصب تركيزها على الأسواق الخارجية، بما في ذلك الأردن، والبرازيل، وسلطنة عُمان، وإندونيسيا.

وتشمل مشاريعها، محطة أمين (بقدرة إنتاجية تبلغ 125 ميغاواط في سلطنة عُمان)، ومشروع فرانسيسكو سا (مشروع الطاقة الشمسية الكهروضوئية بقدرة إنتاجية 114 ميغاواط في البرازيل)، وشركة «AM Solar» للطاقة الشمسية (محطة توليد في الأردن بقدرة إنتاجية 25 ميغاواط).

وتضم شركات تطوير مشاريع الطاقة المتجددة الصغيرة: باورجرين التابعة لإينوفيشنز أنليمتد، والتي يقدر حجم مشاريعها بـ 1.7 ميغا واط، وسدين للمشاريع التي تطور مشاريع بقدرة إنتاجية تناهز ميغاواط واحد أو أقل، وسما للاستدامة والطاقة البديلة التي يقدر حجم مشاريعها بـ 0.6 ميغا واط.

الشكل 8: شركات تطوير الطاقة المتجددة المحلية على نطاق المحطات المركزية و التوليد الموزع والصغيرة الحجم في قطر



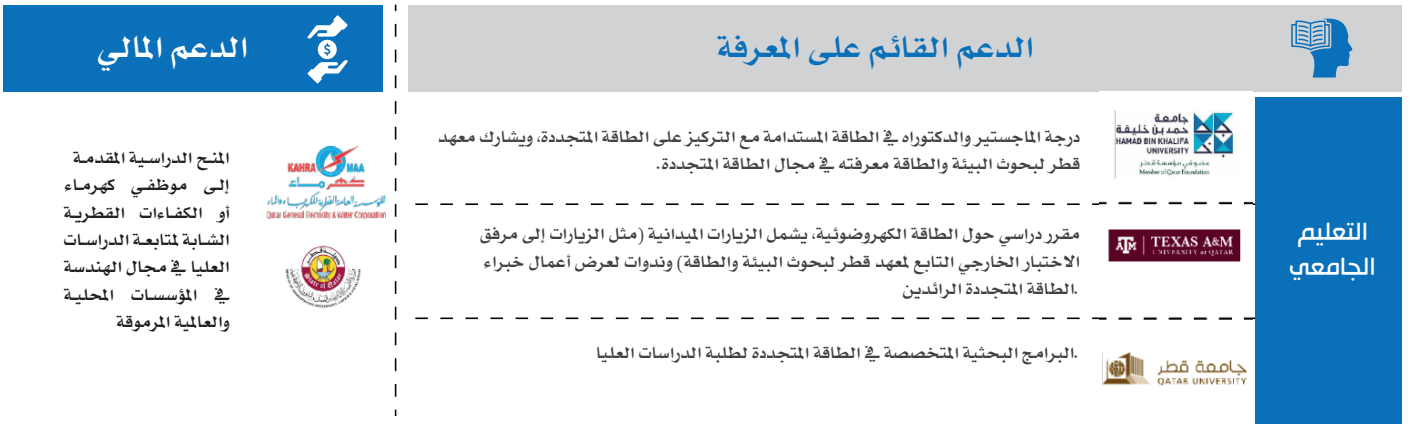
فيما يتعلق بالرأس المال البشري، لدى قطر عدد قليل من البرامج المعمول بها لإنشاء مجموعة أكبر من الكفاءات المتخصصة في الطاقة المتجددة. ومن حيث المواد الدراسية الجامعية، تقدّم جامعة حمد بن خليفة برامج الماجستير في العلوم والدكتوراه في الطاقة المستدامة، مع التركيز على الطاقة المتجددة.

هذا ويشارك معهد قطر لبحوث البيئة والطاقة في العديد من الأنشطة المتعلقة بالطاقة المتجددة مثل مشاركة المعرفة، والبحث والتطوير، وتجربة تقنيات حديثة، واختبار المرافق.

من جهتها، تقدّم جامعة تكساس إي اند أم في قطر مقررًا دراسيًا حول الطاقة الكهروضوئية، يشمل الزيارات الميدانية (مثل الزيارات إلى مرفق الاختبار الخارجي التابع لمعهد قطر لبحوث البيئة والطاقة) وندوات لعرض أعمال خبراء الطاقة المتجددة الرائدين. كما تقدّم جامعة قطر برامج بحثية على مستوى الدراسات العليا في مجال الطاقة المتجددة.

وفي السياق نفسه، تقدّم كهرماء منحًا دراسية من خلال وزارة التربية والتعليم والتعليم العالي تمكّن الموظفين الجدد من متابعة دراساتهم العليا في الهندسة في مؤسسات محلية وعالمية مرموقة.

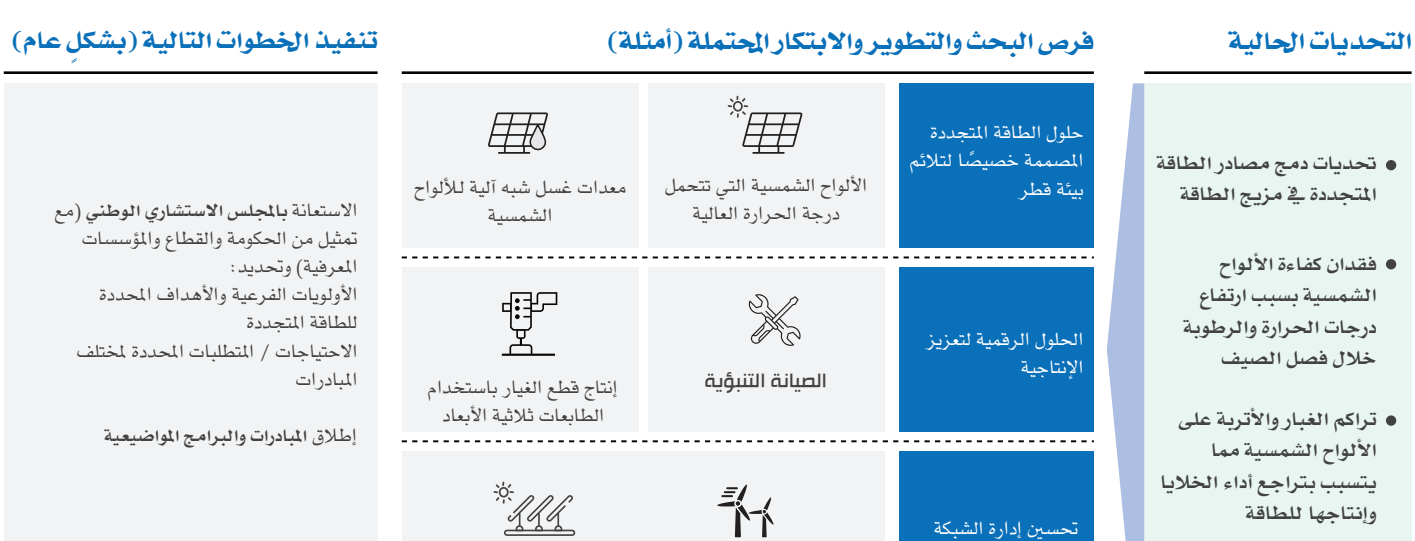
الشكل 9: المؤسسات الرئيسية لبناء القدرات البشرية في قطر



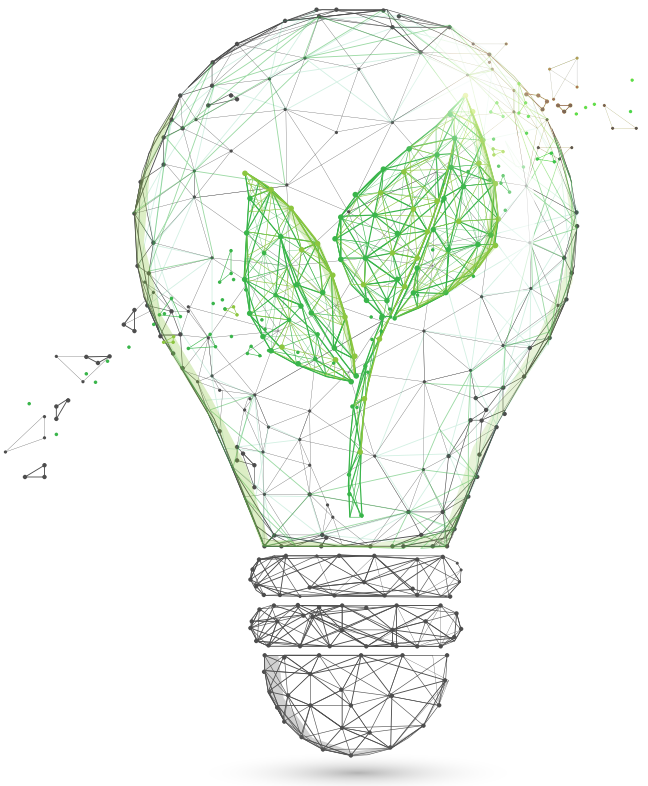
فيما يتعلق بالبحث والتطوير والابتكار، تعمل قطر على معالجة العديد من التحديات، بما في ذلك دمج كميات كبيرة من الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة، وفقدان كفاءة الألواح الشمسية بسبب ارتفاع درجات الحرارة والرطوبة خلال فصل الصيف، وتراكم الغبار والأتربة على الألواح الشمسية مما يتسبب بتراجع أداء الخلايا وإنتاجها للطاقة.
وقد حدّدت استراتيجية قطر للبحوث والتطوير والابتكار الأولويات البحثية التي قد تساعد في التغلّب على هذه التحديات، بما في ذلك:

- وضع حلول الطاقة المتجددة المصممة خصيصًا لتلائم بيئة قطر، وقد تشمل استخدام الألواح الشمسية التي تتحمل درجة الحرارة العالية ومعدات غسل شبه آلية للألواح الشمسية.
- نشر الحلول الرقمية لتعزيز الإنتاجية، مثل الصيانة التنبؤية وطباعة قطع الغيار باستخدام الطابعات ثلاثية الأبعاد.
- تحسين إدارة الشبكة الكهربائية لدمج المزيد من قدرات توليد الطاقة الشمسية وطاقة الرياح.

الشكل 10: الاستنتاجات الرئيسية لاستراتيجية قطر للبحوث والتطوير والابتكار 2030



تجري العديد من المؤسسات، بما في ذلك مراكز الأبحاث الجامعية، وواحات التكنولوجيا، ومراكز الابتكار الجامعية، أنشطة البحث والتطوير والابتكار في مجال الطاقة المتجددة في كامل إطار مستوى جاهزية التكنولوجيا. ويمكن الاستفادة من خبراتها لمعالجة التحديات التي تواجه الاعتماد المتزايد على الطاقة المتجددة.



البحث والتطوير والابتكار

في هذا المجال، وصلت قطر إلى مرحلة متوسطة. ومن أجل تحقيق أفضل الممارسات، يجب أن تستمر قطر في تطوير القدرات المحلية المتخصصة في البحث والتطوير والابتكار والتأثير على الجهود المبذولة باتجاه مجالات التركيز ذات الأولوية في هذا المجال.

إدارة الطاقة الجديدة والمتجددة

من أجل تعزيز وتحقيق أفضل الممارسات، يجب أن تعيد الدولة تقييم دور إدارة الطاقة الجديدة والمتجددة في كهرماء للتخلص من الأدوار الهامشية التي لا تركز على الطاقة المتجددة (مثل الدور التنظيمي العام) والتركيز على تنفيذ الاستراتيجية (مثل تقييم الموارد، وبرنامج النشر، و الحصول على الموافقات اللازمة لتخصيص الأراضي، وتعزيز الطاقة المتجددة، وإعادة التطوير) وتعزيز قدرات الإدارة من خلال صقل مهارات القوى العاملة وتعزيز المعرفة ودعم دورها التنسيقي لتمكين القطاع بشكل كامل.

القطاع الخاص

وصلت قطر إلى مرحلة متوسطة، حيث تجاوزت مرحلة الحداثة، ولكنها لم تصل بعد إلى مستوى أفضل الممارسات. ومن أجل مواصلة تحقيق التقدّم، عليها الاستمرار في تمكين شركات تطوير الطاقة المتجددة من بناء المهارات والقدرات، وتقييم جاذبية قطاع تصنيع الطاقة المتجددة في قطر، مع الاهتمام بشكل خاص بالتوسّع في السوق المحلي، والنظر في الحاجة إلى عوامل تمكين مالية إذا ما اعتُبر قطاع تصنيع الطاقة المتجددة المحلية جذابًا.

رأس المال البشري

بلغت قطر في هذا المجال أيضًا مرحلة متوسطة. ومن أجل مواصلة التقدّم، عليها تقييم الفجوات على صعيد قدرات القوى العاملة بالتعاون مع القطاع الخاص وتحديد مجالات التوسّع المطلوبة في الدراسات الجامعية والدراسات العليا، وبرامج التدريب، والدعم المالي.

السياسات والإطار التنظيمي

سيغطي تقييم هذا البُعد السياسات التنظيمية والمالية للطاقة المتجددة على نطاق المحطات المركزية والتوليد الموزع (مثل الحصول على الموافقات اللازمة لتخصيص الأراضي، وآليات التسعير، والحوافز المالية) بالإضافة إلى هياكل السياسات لمنظومات الطاقة المتجددة صغيرة النطاق.

يمكن أن يكون جزء كبير من أراضي قطر متاحًا لمشاريع تطوير الطاقة المتجددة على نطاق المحطات المركزية، لكن عملية الحصول على الموافقات اللازمة لتخصيص الأراضي تواجه بعض التحديات. فالعدد الكبير من الجهات المعنية المشتركة في عملية تخصيص الأراضي قد يتسبب في تأخير الحصول على الموافقات المطلوبة لتنفيذ المشاريع الكبيرة.

ولقد اعتمدت قطر نموذج عطاءات تنافسيًا يتوافق مع الاتجاهات العالمية فيما يتعلق بأنظمة الطاقة المتجددة على نطاق المحطات المركزية. وقد اتبعت كهرماء تقليديًا نموذج المنتج المستقل للطاقة للتعاقد بشأن توليد الطاقة بالطريقة التقليدية ووسّعت نموذج الطاقة المتجددة. وتقدم قطر حاليًا الدعم لهذه المشاريع في مرحلة ما قبل التطوير، وعبر ضمان شراء الكهرباء، والمشاركة في حقوق الملكية لدعم شركات تطوير مشاريع الطاقة المتجددة.

ومن أجل المضي قدمًا في هذا المسعى، سيتطلب تفعيل برامج الطاقة المتجددة الكبيرة والصغيرة النطاق تقييم السياسات واللوائح التنظيمية عبر 22 مجالًا.

الشكل 11: تقييم السياسات واللوائح التنظيمية لاستخدام الطاقة المتجددة بشكل أكبر

إدارة الطلب	مستهدفات مزيج الطاقة	دمج الشبكة	المعايير والمبادئ التوجيهية	البنية المؤسسية	التنمية الاجتماعية والاقتصادية
ترشيد الطاقة	مستهدفات الطاقة المتجددة واسعة النطاق	تخطيط الإجراءات	عملية الربط/أكواد البناء	إعادة تنظيم كهرماء	استراتيجية طرح المناقصات (بما في ذلك تجميع المشاريع، ومستهدفات المحتوى المحلي)
تدابير كفاءة الطاقة	التوليد الموزع للطاقة المتجددة	كود الشبكة وواجهة المنتج/ الشبكة	المعايير والمبادئ التوجيهية للطاقة المتجددة	الحوافز الأخرى للمشاريع صغيرة النطاق	برنامج شهادات الطاقة المتجددة
انتشار المركبات الكهربائية	تخصيص الأراضي للطاقة المتجددة	تدابير لتأمين استقرار الشبكات	معايير تسخين المياه بالطاقة الشمسية	حملات توعية	برنامج حوافز لدعم الجهات الفاعلة المحلية
الانتقال إلى إنتاج المياه بالتناضح العكسي		دراسات دمج الشبكة	عملية تأهيل الاستشاريين/ المقاولين	بناء القدرات	

متطلبات السياسات | متطلبات اللوائح | يوجد متطلبات جديدة على مستوى السياسات واللوائح

لدى السياسات أهمية قصوى من أجل تحقيق مستهدفات التوليد الموزع والواسع النطاق للطاقة المتجددة، و عملية الحصول على الموافقات اللازمة لتخصيص الأراضي، وتقديم الحوافز لتنفيذ برامج شهادات الطاقة المتجددة الصغيرة النطاق، ووضع خطة لدعم الجهات الفاعلة المحلية.

أما اللوائح التنظيمية، فهي ضرورية لتطوير برنامج توليد الطاقة المتجددة الموزعة، وتسهيل وضع كود الشبكة وواجهة الشبكة، وتطبيق جميع المعايير والمبادئ التوجيهية، وإعادة تنظيم كهرماء.

مستهدفات الطاقة المتجددة واسعة النطاق

ثمة العديد من الحوافز التي يمكن لقطر النظر فيها لدعم تطوير الطاقة المتجددة على نطاق المحطات المركزية، مثل طرق ضمان استهلاك الكهرباء، وتمويل الديون والأسهم، والخصومات والمكافآت، والتخفيضات الضريبية

التوليد الموزع للطاقة المتجددة

حاليًا، تُعدّ قطر في مرحلة مبكرة من النضج بشأن هذه المسألة. ولإحراز مزيدٍ من التقدّم، ينبغي أن تُحدد برنامج التوليد الموزع الأكثر فائدة لقطر وأن تُصمّم هذا البرنامج بشكلٍ مخصص لتحقيق أقصى قدر من الفائدة للدولة.

لا يوجد في قطر حاليًا إطار قانوني وتنظيمي معمول به لتيسير تطوير تلك المشاريع. وعلى وجه التحديد، يلزم القيام بالمزيد من العمل على مستوى تحديد برنامج المكافآت، وسياسة الاستهلاك الذاتي، وتنظيم الربط الشبكي، وتنظيم الفوترة، وتدريب جهات التركيب وإصدار التراخيص لها، وإصدار الشهادات للموردين.

الحصول على الموافقات اللازمة لتخصيص الأراضي

تُعدّ قطر في مرحلة مبكرة من النضج بشأن هذه المسألة. فلديها عملية معقّدة وطويلة للحصول على الموافقات اللازمة لتخصيص الأراضي تُعيق التنمية المنظّمة لتوليد الطاقة المتجددة. ولمعالجة ذلك، على الدولة النظر في تخصيص أجزاء كبيرة من الأراضي لمشاريع الطاقة المتجددة لتسريع عملية تخصيص الأراضي وزيادة كفاءة استثمارات الشبكة إلى أقصى حد.

برنامج شهادات الطاقة المتجددة/خطة الحوافز لدعم الجهات الفاعلة المحلية

تتمتع الدول التي تطبق أفضل الممارسات بمجموعة واسعة من السياسات المالية المصممة خصيصًا لتيسير بناء القطاع الخاص المحلي للطاقة المتجددة. تُعدّ قطر في مرحلة متوسطة من النضج بشأن هذه المسألة. ولتحقيق تقدّم، على قطر تقييم اعتماد حوافز مالية إضافية (مثل الشهادات الخضراء، والحوافز الضريبية، والمنح، والقروض) من شأنها أن تدعم تطوير مشاريع الطاقة المتجددة على نطاق المحطات المركزية.

الجاهزية التقنية والشبكية

1.4 الجاهزية التقنية والشبكية

ستشمل مراعاة هذا البُعد التحديات التي تواجه دمج الطاقة المتجددة المتغيرة، وممارسات تخطيط النقل والتوزيع، والأكواد، والمعايير، والمواصفات، وجاهزية ضبط الجودة فيما يتعلق بتكامل الطاقة المتجددة.
هناك مجموعة من التحديات التي ينطوي عليها دمج حصة كبيرة من الطاقة المتجددة المتغيرة في شبكة الكهرباء.

الشكل 12: تحديات دمج شبكة الطاقة المتجددة المتغيرة في الشبكة

	تقلبات الإمداد	عدم اليقين بشأن الإمداد	انخفاض مُعامل السِّعة	توليد غير متزامن	خصوصية الموقع
التعريف	يختلف الإنتاج باختلاف ظروف الطقس	لا يمكن التنبؤ بالتوليد بدقة تامّة	انخفاض توافر موارد الطاقة	لا تتوفر استجابة آلية للقصور الذاتي[1]	مقيّدة بوجود الموارد الطبيعية
الآثار المترتبة	يجب على المحطات أو أنظمة التخزين الأخرى تعديل الإنتاج للحفاظ على التوازن	يتعيّن على مشغلي الشبكة الحفاظ على الاحتياطيات الفائضة أو إبقاء التخزين قيد التشغيل في حالة نقص الإمداد	تتم الاستعانة بالمحطات الأخرى للتعويض عن أوقات التوقف أو التعطل، ولكنها قد لا تعمل بما يكفي للتعويض عن التكلفة الرأسمالية	الاستثمار في تقنيات إضافية للحفاظ على التوازن، مثل القصور الذاتي الاصطناعي	قد تتطلّب استثمارًا إضافيًا في الشبكة للاستفادة من إمدادات الطاقة المتجددة المتغيرة

استنادًا إلى عدد من عوامل التأثير، قد تكون شبكة الكهرباء في كهرماء قادرة على تلبية الحد الأدنى من حمل الكهرباء بشكل آمن باستخدام الطاقة المتجددة المتغيرة. إلا أن هذا تقدير أولي فحسب مبني على المقابلات التي أجريت مع كهرماء والجهات المعنية بالإضافة إلى التحليل الذي أجراه الاستشاري، ويجب تأكيده من خلال تقييم أشمل. وتُعتبر مساحة قطر الجغرافية الصغيرة نسبيًا من العوامل السلبية المؤثرة، مما يعني أن أي حدث جوي قد يؤثر على الطاقة المتجددة المتغيرة في الدولة. ومع ذلك، يمكن لعوامل إيجابية متعددة إبطال أثر هذا العامل السلبي، بما في ذلك:

- الربط مع هيئة الربط الكهربائي لدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية، التي تعوّض القصور الذاتي الكهربائي من أنظمة أكبر وتساعد على استكشاف المزيد من خيارات الربط.
- شبكة مترابطة بشكل معقول، مما يوفر التكرار في الشبكة.
- انتشار الموارد الطبيعية للطاقة المتجددة في الدولة، مما يحدّ من الأثر المحتمل للحوادث الكهربائية.
- من المستبعد أن نشهد على المدى القصير زيادة كبيرة في قدرة التوليد الموزعة التي قد تؤدي إلى حالات اختناق في الشبكة المحلية.
- تهيمن توربينات الغاز الحرارية ومحطات توليد الطاقة بتوربينات الغاز ذات الدورة المركبة على مرافق توليد الطاقة في قطر، مما يمنحها المرونة لاستيعاب التوتر الكهربائي العالي.

[1] الاستجابة الأولية (الثواني الأولى) اللازمة للحفاظ على التوازن بين إمدادات الطاقة الميكانيكية والطلب على الطاقة الكهربائية.

الشكل 13: العوامل المؤثرة على قدرة دمج الطاقة المتجددة

لدى كهرماء ممارسات تخطيط شبكة مناسبة من شأنها تسهيل دمج الطاقة المتجددة المتغيرة والحدّ من الآثار السلبية. فعلى سبيل المثال:

- تتيح خطة التطوير والمخطط الرئيسي للشبكة التطوير التكنولوجي والاقتصادي الأمثل.
- تستخدم دراسات أثر الشبكة أدوات المحاكاة (على سبيل المثال، محاكاة نظام الطاقة للمهندسين في مجال النقل ومثبت نظام الطاقة برنامج سينكال لدراسات الشبكة من سيمنز في مجال التوزيع).
- يستخدم تحديد معايير التخطيط لأمن الشبكة معايير التخطيط N-1 و N - 2.

[1] مشروع سراج– في الخرسعة ومشاريع قطر للطاقة.

ومع ذلك، يتمثل أحد التحديات في تطوير اللوائح والسياسات المتعلقة بالطاقة المتجددة، علمًا بأن الجهود متواصلة لسد الفجوات في هذا الخصوص.

وبشكل عام، يتعين على قطر استكمال أكوادها الحالية بقواعد جديدة للتوزيع والقياس ومصادر الطاقة المتجددة المرتبطة بالشبكة. وبالنسبة إلى أكواد العمليات التشغيلية، لا تزال قطر بحاجة إلى عناصر متعلقة بالنطاقات التشغيلية، وحدود الطاقة الفعالة، والقدرة على الصمود أمام قصر الدائرة الكهربائية.
كما تحتاج قطر إلى تحسين الأكواد والمعايير لتعزيز الإدارة الآمنة والموثوقة لأنظمة الطاقة باستخدام الطاقة المتجددة.

رؤية الاستراتيجية والأهداف وعوامل التمكين

1.5 رؤية الاستراتيجية والأهداف وعوامل التمكين

طوّرت قطر استراتيجية شاملة للطاقة المتجددة لتعزيز نمو القطاع. وتتمثل رؤية الاستراتيجية في تمكين تطوير نظام طاقة مستدام وبأسعار معقولة. وتشمل أهدافها الثلاثة النقاط التالية:

- خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من خلال اعتماد السياسات التوجهات في مجال الطاقة المستدامة.
- زيادة نسبة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة مع الحفاظ على موثوقية واعتمادية الشبكة.
- تعظيم المساهمات الاجتماعية والاقتصادية لبرامج الطاقة المتجددة.

يعتمد خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون على استحداث تدابير تتعلق بالكفاءة والحفاظ على الموارد للحدّ من نمو الطلب على الكهرباء. كما تؤدي مبادرات التحول لاستخدام الطاقة الكهربائية دورًا أساسيًا في تعزيز استخدام الموارد الطبيعية من خلال الانتقال إلى بدائل كهربائية أكثر كفاءة ونظافة، وزيادة استخدام مصادر الطاقة المتجددة، ودعم الاقتصاد الدائري.

يتطلب تحقيق هدف زيادة نسبة الطاقة المتجددة تحديد حجم وتصميم ودمج توليد الطاقة المتجددة الواسعة والصغيرة النطاق في مزيج الطاقة بالإضافة إلى تحديد المبادرات لدمج الطاقة المتجددة المتغيرة بشكل فعال.

يعتمد تحقيق هدف المساهمة الاجتماعية والاقتصادية على إنشاء مؤسسات محلية تنافسية في قطاع الطاقة المتجددة وتحقيق الدخل من الخصائص البيئية لمشاريع الطاقة المتجددة.

تتمثل عوامل التمكين الرئيسية لتحقيق استراتيجية قطر الوطنية للطاقة المتجددة في إعداد السياسات واللوائح التنظيمية والمعايير المطلوبة، واعتماد هيكل دعم مؤسسي فعال.

الشكل 14: استراتيجية قطر الوطنية للطاقة المتجددة

1.5.1 خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من خلال اعتماد السياسات والتوجهات في مجال الطاقة المستدامة

تندرج مسؤولية تحقيق هدف استراتيجية قطر الوطنية للطاقة المتجددة المتمثل بخفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون تحت برنامج ترشيد، وهو الحملة الوطنية لترشيد ورفع كفاءة استخدام المياه والطاقة الكهربائية في دولة قطر. وتجدر الإشارة إلى أن تحقيق هدف خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون يرتبط ارتباطًا مباشرًا باستحداث تدابير تتعلق بالكفاءة والحفاظ على الموارد للحدّ من نمو الطلب على الكهرباء. فضلًا عن ذلك، تُعتبر مبادرات التحول لاستخدام الطاقة الكهربائية ضرورية لتحسين استخدام الموارد الطبيعية بشكل فعال. وتنطوي مبادرات الترشيد الحالية على:

- وضع ملصقات كفاءة الطاقة على أجهزة التكييف.
- التخلّص التدريجي من المصابيح غير الفعّالة.
- لوائح كهرماء لترشيد استهلاك الكهرباء والماء.
- تعديل برامج ترشيد الطاقة والمياه.
- إدارة الطلب.
- حملة الترشيد الوطنية (ترشيد).

ومع ذلك، سيكون للاستراتيجية الوطنية للطاقة المتجددة تأثير إيجابي كبير على البيئة، خاصة فيما يتعلق بالحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. حيث أن إدخال الطاقة المتجددة سيؤدي إلى خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون مقارنة بسيناريو العمل المعتاد وانخفاض كثافة ثاني أكسيد الكربون لكل وحدة من الكهرباء المنتجة. وهذا مفصل في القسم التالي من هذا التقرير.

زيادة نسبة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة مع الحفاظ على موثوقية واعتمادية الشبكة

1.6 زيادة نسبة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة مع الحفاظ على موثوقية واعتمادية الشبكة

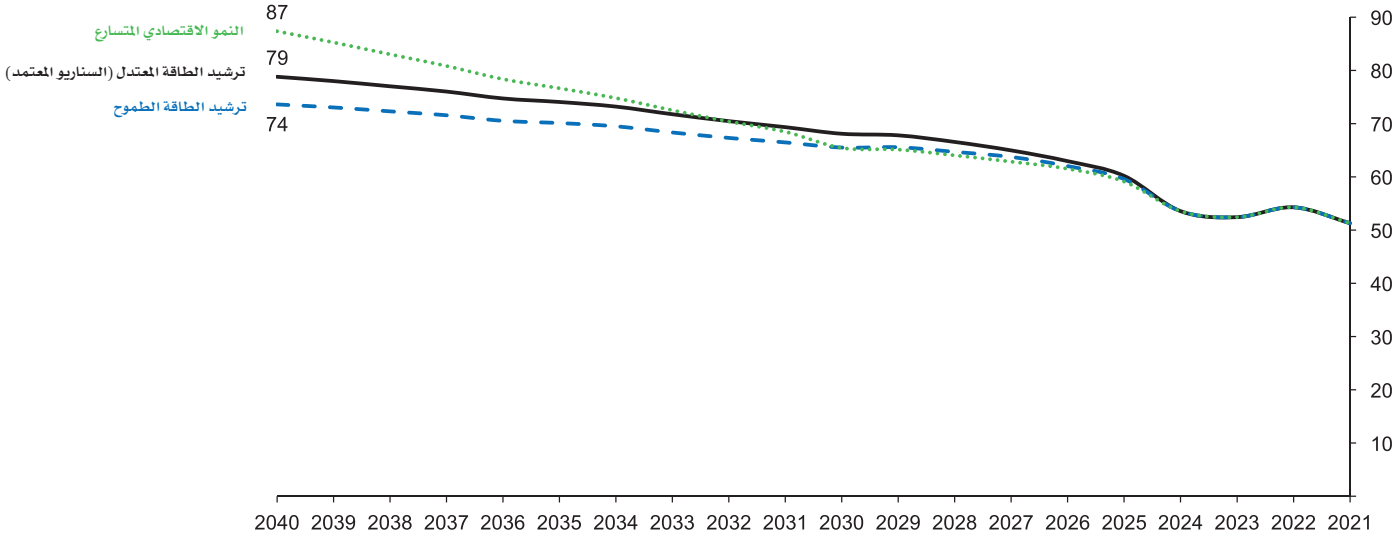
عند اختيار مزيج الطاقة الأمثل على المدى الطويل، تم أخذ العديد من المعايير في الاعتبار، بما في ذلك:

الطلب على الكهرباء:

ما هو الطلب المتوقع على الكهرباء في قطر؟ ما هي منحنيات الحِمل السنوية المحتملة؟ يُعتبر توقع زيادة الطلب على الكهرباء عبر الشبكة خلال العقود القادمة بمثابة مدخل رئيسي لسيناريوهات مزيج الطاقة. ستؤثر مجموعات ثلاثة من العوامل على نمو الطلب على الكهرباء:

- محركات الاقتصاد الكلّي مثل التغيرات الديموغرافية ونمو الناتج المحلي الإجمالي والقطاعي.
- محاور السياسة الوطنية القائمة على استراتيجية التنمية الوطنية الثانية، بما في ذلك تدابير ترشيد الطاقة، وبرامج كفاءة الطاقة، والتحول لاستخدام الطاقة الكهربائية في قطاع النقل.
- اتجاهات رئيسية أخرى، مثل نمو توليد الطاقة المتجددة الموزع والانتقال إلى تبريد المناطق وانتشار أنظمة التناضح العكسي في محطات تحلية المياه.

الشكل 15: توقعات نمو الطلب على الطاقة الكهربائية (تيراواط ساعة)



أصول توليد الطاقة:

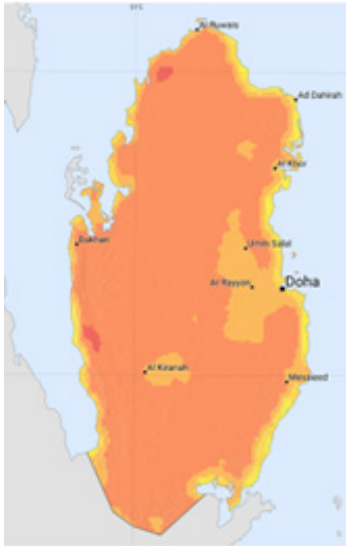
أصول توليد الطاقة: ما هي معايير محطات التوليد **الحالية** في قطر، على سبيل المثال، القدرة الإنتاجية، والتكنولوجيا، والتوافر، والكفاءة، وتكاليف التشغيل، والصيانة؟ ما هي معايير محطات توليد الطاقة **المخطط لإنشائها**؟ ما هي معايير تكنولوجيا التوليد الجديدة **المحتملة** التي يمكن إضافتها إلى مزيج الطاقة؟

وعلى صعيد توليد الكهرباء، يتمّ النظر في خطة الاستغناء عن المولدات الحالية ووقفها عن الخدمة. ومن المتوقع أن تنخفض القدرة الحالية التي تناهز 12جيجاوات إلى 10.4جيجاوات في عام 2040، على افتراض أن الأصول القديمة قد توقف العمل بها عند نهاية فترات عقودها. يتم الحفاظ على كفاءة محطات الطاقة القديمة ثابتة بناءً على القيم الفعلية لعام 2020. بالإضافة إلى ذلك، تم تضمين القدرات الإنتاجية المخطط لها لمحطة سراج1- للطاقة الشمسية في الخرسعة، وقطر للطاقة، ومحطات منشأة E.

من أجل تحديد تكنولوجيا الطاقة المتجددة الأكثر جاذبية لدولة قطر، تم إجراء تحليل تقني واقتصادي مفصل لسبع تقنيات مختلفة للطاقة المتجددة: الطاقة الكهرومائية، والطاقة الشمسية الكهروضوئية، والطاقة الشمسية المركزة، وطاقة الرياح، والطاقة الحرارية الأرضية والطاقة الحيوية وطاقة المحيطات/الطاقة البحرية.
تم اختيار تقنيتين باعتبارهما الأكثر جاذبية من الناحية الاقتصادية في قطر: الطاقة الشمسية الكهروضوئية والطاقة الشمسية المركزة.

الشكل 16: الموارد الطبيعية في قطر

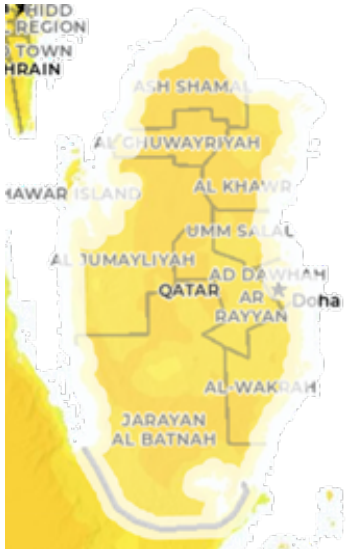
إنتاج الطاقة الكهروضوئية



إن إنتاج الطاقة الشمسية الكهروضوئية في كامل دولة قطر جذاب إذ يتجاوز 4.67 كيلوواط ساعة/كيلوواط ذروة/يوم

تستقطب قطر أعلى مستويات الطاقة الشمسية الكهروضوئية بفضل مستويات الإشعاع الأفقية العالية وتكاليفها المنخفضة بسبب التكنولوجيا الناضجة.

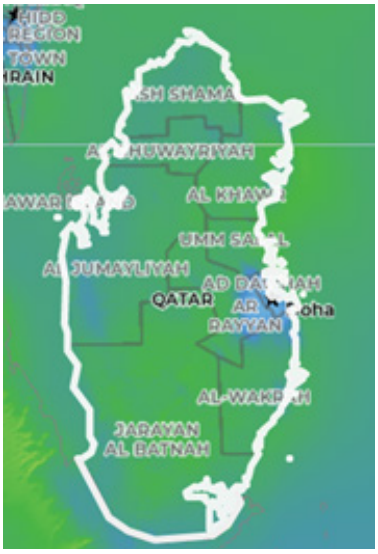
موارد الإشعاع الطبيعي المباشر للطاقة الشمسية المركزة



إن موارد الإشعاع الطبيعي المباشر للطاقة الشمسية موزعة بشكل جيد في قطر (باستثناء المناطق الساحلية)، حيث يناهز متوسط الإشعاع الطبيعي المباشر 1,900 كيلوواط ساعة/م2/سنة

تستقطب قطر مستويات متوسطة من الطاقة الشمسية المركزة لأن الإشعاع الطبيعي المباشر في الدولة معتدل، كما أن تكنولوجيا الطاقة الشمسية المركزة لا تزال مكلفة نسبيًا.

إنتاج طاقة الرياح



كامل أراضي قطر تقريبًا تسمح بكثافة طاقة رياح مقبولة (أعلى من 300 واط/م2)

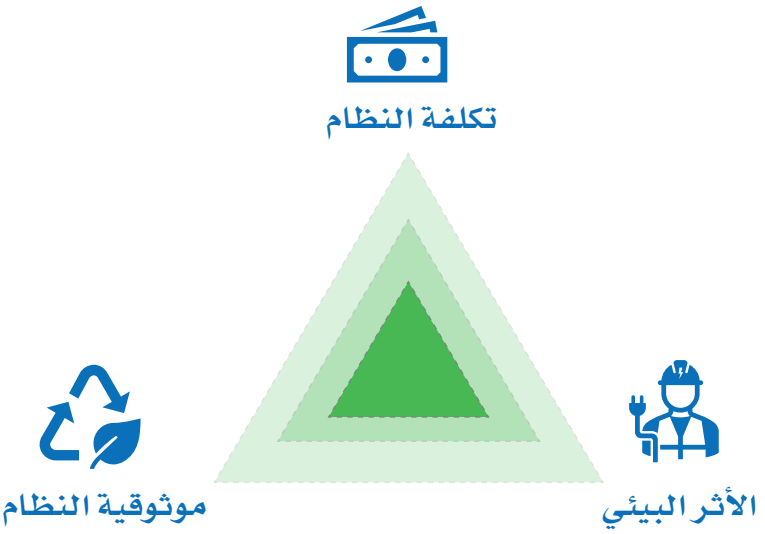
تستقطب قطر مستويات متوسطة من الرياح لأن سرعة الرياح تكون معتدلة (متوسط 6-7 أمتار في الثانية) في عدد قليل من المناطق في الدولة.

[8] إن مستويات الإشعاع الطبيعي المباشر منخفضة في المناطق الساحلية بسبب الرطوبة.

من أجل زيادة نسبة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة مع الحفاظ على موثوقية واعتمادية الشبكة، من الضروري تعظيم الفوائد من خلال أهداف ثلاثة رئيسية: التكلفة، و موثوقية النظام، والأثر البيئي.

يشمل تقليل تكاليف النظام كل تكاليف توليد الطاقة، كالنفقات الرأسمالية، والنفقات التشغيلية، وتكاليف الوقود. ويشير تعزيز موثوقية النظام إلى الحصول على أعلى مستوى من الطاقة المتاحة لتلبية الطلب على الكهرباء في جميع أنحاء الدولة. ويُقصد بتعظيم الأثر البيئي تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة المقاسة بالأطنان المترية من مكافئ ثاني أكسيد الكربون.

الشكل 17: الأهداف



تكلفة النظام	تقليل التكلفة الإجمالية لتوليد الطاقة (النفقات الرأسمالية، النفقات التشغيلية، الوقود، وما إلى ذلك).
موثوقية النظام	أعلى مستوى من توافر الطاقة لتلبية الطلب بشكل دائم في جميع أنحاء الدولة.
الأثر البيئي	خفض انبعاثات الغازات الدفيئة المقدّرة كميًا بالطن المتري من مكافئ ثاني أكسيد الكربون.

يكشف تحليل كهرماء أنه على قطر استهداف ما بين 3.5 و4 جيجاوات من محطات الطاقة المتجددة المركزية بحلول عام 2030، مدفوعةً بتقنية الطاقة الشمسية الكهروضوئية. وعليه، سترتفع حصة الطاقة المتجددة من نسبة 5٪ حاليًا من مزيج الطاقة إلى 18٪ بحلول عام 2030.

وخلال الفترة الزمنية نفسها، ستنخفض حصة التوليد الحراري لتوربينات الغاز ذات الدورة المركبة من 80٪ حاليًا إلى 72٪ في عام 2030. هذا وستشمل الحصة المتبقية البالغة 10٪ من مزيج الطاقة في عام 2030 قدرة الربط الكهربائي ومصادر الطاقة التقليدية الصغيرة النطاق ومصادر الطاقة المتجددة الصغيرة النطاق. وسيتمّ إجراء دراسات إضافية (ولا سيما تحليل ديناميكي وتحليل الاستقرار، بما في ذلك القصور) للتأكد من أن نظام الطاقة مرن بما يكفي لدعم تحقيق هذه المستهدفات.

الشكل 18: توازن الطلب على إمدادات الكهرباء (جيجاوات)

		2021	2030
	الطلب	9.6	11.5
مصادر الطاقة التقليدية	توربينات الغاز ذات الدورة المركبة	10.6	11.7
	توربينات الغاز ذات الدورة المفتوحة	1.56	0
	الطاقة التقليدية الصغيرة النطاق	-	0.3
	الربط الكهربائي الدولي	1.2	1.2
مصادر الطاقة المتجددة	الطاقة الشمسية الكهروضوئية	0.8	4
	الطاقة المتجددة الصغيرة النطاق	-	0.2

الملاحظة 1: تُمثّل هذه المستهدفات الحلول الأكثر اقتصادًا، ومع ذلك هناك حاجة إلى مزيدٍ من الدراسات التقنية للشبكات.
الملاحظة 2: هامش احتياطي بنسبة 15% بعد عام 2030؛
الملاحظة 3: تغطّي الطاقة المتجددة الصغيرة النطاق القطاعات السكنية والتجارية، والصناعية، والزراعية، والحكومية.
الملاحظة 4: لا تُعتبر البطاريات بمثابة مولدات في حساب حصة الطاقة المتجددة.

ستسعى دولة قطر لزيادة نسبة الطاقة المتجددة بعد العام 2030، بعد القيام بدراسات الجدوى اللازمة. سيؤدي مزيج الطاقة الموصى به إلى خفض متوسط تكلفة الإنتاج السنوي من 7.4 سنت أمريكي/كيلوواط ساعة في عام 2021 إلى 6.3 سنت أمريكي/كيلوواط ساعة في عام 2030.

وفيما يتعلق بخفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، سيكون لمزيج الطاقة الموصى به تأثير كبير.

في إجمالي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون السنوية

في قطر من قطاع الطاقة على الرغم من الزيادة الكبيرة في الطلب. فكانت الانبعاثات السنوية لقطاع الطاقة في قطر ستصل إلى 29.3 مليون طن في عام 2030، ولكن مع الدمج المخطط لمصادر الطاقة المتجددة، ستصل الانبعاثات إلى 26.4 مليون طن فقط في ذلك العام

خفض بنسبة
10٪

في كثافة ثاني أكسيد الكربون السنوية

في قطر لكل وحدة من الكهرباء المنتجة. فبلغت كثافة ثاني أكسيد الكربون السنوية في قطر حوالي 0.5 كجم من ثاني أكسيد الكربون / كيلووات ساعة في عام 2021، ومع الدمج المخطط لمصادر الطاقة المتجددة، ستنخفض الكثافة إلى حوالي 0.36 كجم من ثاني أكسيد الكربون / كيلووات ساعة بحلول عام 2030

خفض بنسبة
27٪

وناهيك عن زيادة انتشار مصادر الطاقة المتجددة الواسعة النطاق، يجب على قطر السعي إلى تعزيز قدرات التوليد الموزع. فبحلول عام 2030، يجب على قطر تشجيع اعتماد تكنولوجيا التوليد الموزع للطاقة الشمسية بقدرة تصل إلى حوالي 200 ميجاوات.
فضلًا عن ذلك، يجب تنقيح مستهدفات مزيج الطاقة كلّ ثلاثة سنوات تقريبًا لمراعاة التغيّرات في الطلب المقدّر على الكهرباء وتكاليف التكنولوجيا.

الشكل 19: أثر مزيج الطاقة الموصى به في عام 2030

		2021	2030
التكلفة	متوسط التكلفة السنوية (القيمة الفعلية بالمليار دولار أمريكي)	7.4	6.3
	إجمالي النفقات الرأسمالية (القيمة الفعلية بالمليار دولار أمريكي)		7.6
	النفقات التشغيلية (القيمة الفعلية بالمليار دولار أمريكي)	3.6	4.6
الانبعاثات	كثافة ثاني أكسيد الكربون (كلغ/ميجاوات ساعة)	495	360
	خفض كثافة ثاني أكسيد الكربون مقابل عام 2021 (%)		27٪
مزيج الطاقة	حصة محطات توليد الطاقة بالغاز من قدرة التوليد (%)	100٪	72٪
	حصة الطاقة المتجددة من قدرة التوليد (%)	-	18٪

ستشمل الحصة المتبقية البالغة 10٪ من مزيج الطاقة في عام 2030 قدرة الربط الكهربائي ومصادر الطاقة التقليدية الصغيرة النطاق ومصادر الطاقة المتجددة الصغيرة النطاق.

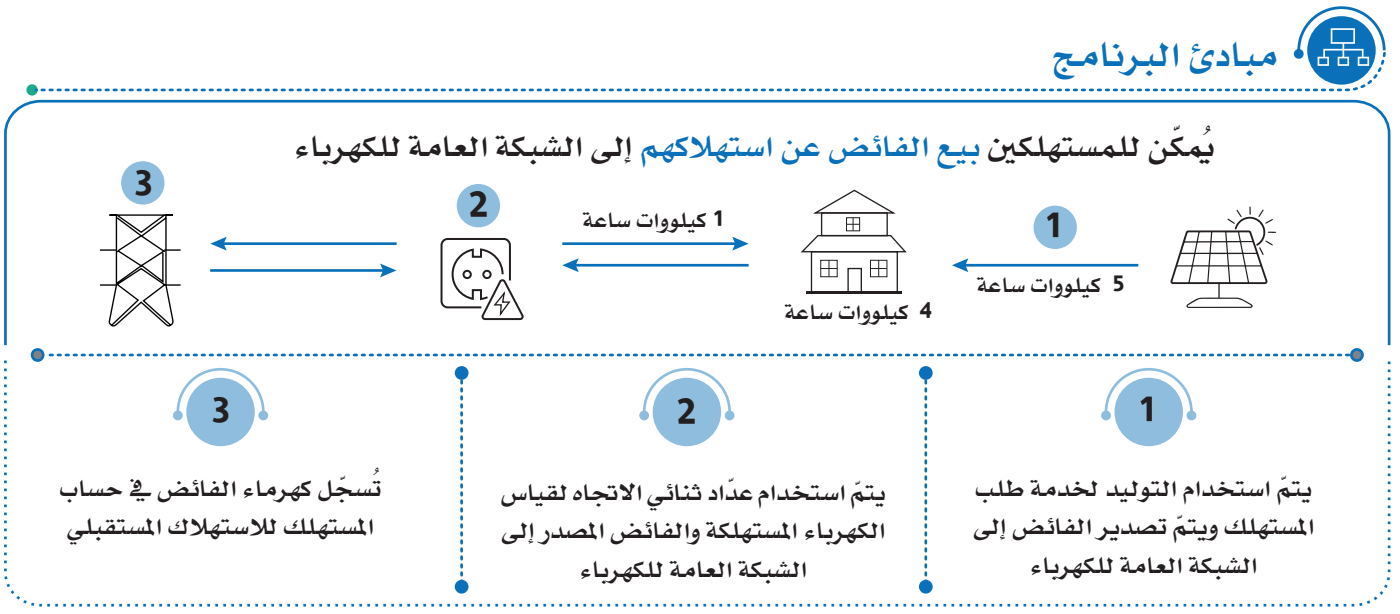
1.6.1 تحديد حجم وتصميم انتشار الطاقة المتجددة الواسعة والصغيرة النطاق في مزيج الطاقة

من أجل تلبية مستهدفات 2030 للطاقة المتجددة واسعة النطاق بقدرة توليد تتراوح بين 3.5 و4 جيجاوات، ستحتاج قطر إلى حوالي 55 كيلومتر مربع من الأراضي الإضافية (باستثناء الأراضي المخصصة بالفعل لمشروع محطة سراج 1 للطاقة الشمسية في الخرسعة)، والتي تُمثل ما يقرب من 0.5٪ من إجمالي مساحة أراضي قطر.

وبالنسبة إلى التوليد الموزع للطاقة المتجددة الصغيرة النطاق، تم تصميم مبادرة لتشجيع المستهلكين على تركيب أنظمة الطاقة الشمسية في المنشآت (مثل المنازل و المحلات التجارية و المصانع). وتشمل آلية حوافز محددة لجعل مبادرة الطاقة الشمسية الكهروضوئية جذّابة للمستهلكين. كذلك، تمّ إعداد توصيات تتعلق بالسياسات إضافةً إلى استراتيجية لإشراك المستهلكين. ستساهم هذه المبادرة في تعزيز التوعية بالطاقة المتجددة بين السكان. تتكوّن آلية الحوافز من برنامج صافي الفواتير الذي يُمكّن «المستهلكين» (مثلاً: المستهلكين الذين ينتجون الطاقة) من بيع الفائض عن استهلاكهم إلى الشبكة العامة للكهرباء بسعر ثابت. تتمثل مبادئ برنامج التوليد الموزع للطاقة المتجددة الصغيرة النطاق فيما يلي:

1. يتمّ استخدام التوليد الموزع الموجود في أرض أو ضمن ملكية المستهلك لخدمة طلب المستهلك ويتمّ تصدير الفائض إلى الشبكة العامة للكهرباء.
2. يتمّ استخدام عدّاد ثنائي الاتجاه في أرض أو ضمن ملكية المستهلك لقياس الكهرباء المستهلكة والفائض المصدّر إلى الشبكة العامة للكهرباء.
3. تُسجّل كهرماء الفائض في حساب المستهلك للاستهلاك المستقبلي.

الشكل 20: برنامج صافي الفواتير



باتت برامج صافي الفواتير شائعة في جميع أنحاء العالم. وثمّة فوائد كبيرة لمثل هذا البرنامج، منها تحفيز المستهلكين على تركيب أنظمة توليد الطاقة الكهروضوئية؛ وتخفيف الضغط على شبكة الكهرباء؛ وتوفير المرونة لتعديل تعرفة الفائض بمرور الوقت.

1.6.1.1 تحديد تحديد المبادرات الرامية إلى الدمج الفعّال للطاقة المتجددة المتغيّرة

من شأن فئات ستة من المبادرات أن تعزز صمود النظام لتلبية متطلبات الطاقة المتجددة. ويُمكن أن تشمل كلّ فئة من فئات المبادرات عدّة مهام مختلفة:

عمليات النظام	شبكات نقل	التوليد المرن	الطلب المرن	التخزين	السوق
تحديث الأكواد التي تنظم عمليات النظام لتحقيق مرونة كبيرة على مستوى البنية التحتية الحالية.	تعزيز وتوسيع شبكة النقل بما يتماشى مع انتشار الطاقة المتجددة المتغيرة وربط المناطق الأوسع نطاقًا.	تفضيل التقنيات التقليدية وتقنيات الطاقة المتجددة المتغيرة مع استجابات متوازنة بشكلٍ أفضل.	جمع المستهلكين الراغبين في تحويل طلبهم بناءً على متطلبات الشبكة.	دمج تقنيات التخزين للمساعدة في توزيع الإمدادات المتغيّرة للطاقة المتجددة المتغيرة بشكل متساو	اعتماد هياكل سوقية جديدة مثل (أ) تفاصيل الوقت والموقع و(ب) منتجات جديدة ذات قيمة لإمدادات الطاقة
– مراجعة الأكواد. – عمليات مركز التحكم. – التنبؤ المتقدّم بالطقس. – التقييد الاستراتيجي للطاقة المتجددة. – المتطلبات الفنية للطاقة المتجددة.	– توسيع شبكات نقل. – تعزيز أصول النقل. – توسيع بصمة التوازن. – تصنيف الخط الديناميكي.	– معدات مرنة للطاقة المتجددة المتغيرة. – توربينات تقليدية مرنة. – وحدات الذروة ذات القدرات الصغيرة. – الأنشطة والتقنيات في الموقع. عمليات النظام / الشبكة.	– الاستجابة للطلب على أساس احتياجات الشبكة. – الخدمات الإضافية لزيادة مرونة النظام وتحفيز الاستجابة السريعة.	– التخزين على نطاق المحطات المركزية و التوليد الموزع لتحسين مرونة التوليد.	– هياكل سوقية جديدة مثل (أ) تفاصيل الوقت والموقع و(ب) منتجات جديدة ذات قيمة لإمدادات الطاقة.

ثمّة حاجة إلى 14 مبادرة منفصلة لزيادة انتشار الطاقة المتجددة مع الحفاظ على موثوقية واعتمادية الشبكة:

1. إجراء دراسات فنية لتصميم نظام الطاقة على المدى القصير: يجب إجراء دراسات فنية لتأكيد أو تنقيح مزيج الطاقة على المدى القصير.

2. الحصول على الموافقات اللازمة لتخصيص مساحات لمشاريع الطاقة المتجددة: تحديد المساحة الإجمالية للأراضي التي يُمكن إتاحتها لمشاريع الطاقة المتجددة لتحديد الحد الأقصى من تركيبات الطاقة الشمسية وطاقة الرياح المسموح بها في قطر.

3. صياغة برنامج خماسي لتطوير مشاريع الطاقة المتجددة: تطوير برنامج تفصيلي لتطوير مشاريع الطاقة المتجددة مع تحديد مستهدفات المشاريع الفردية.

4. تأمين قطع الأراضي لمشاريع الطاقة المتجددة: تنفيذ الأنشطة اللازمة لتخصيص قطع أرض محددة يُمكنها استضافة مشاريع الطاقة المتجددة.

5. تنفيذ أنشطة ما قبل التطوير لمشاريع الطاقة المتجددة: إجراء جميع الدراسات والتقييمات المطلوبة بشأن الأرض لضمان ملاءمتها لاستضافة مشاريع الطاقة المتجددة.

6. تنفيذ برنامج التطوير: تنفيذ جميع الأنشطة اللازمة لتحقيق مشاريع الطاقة المتجددة بدءًا من إعداد المناقصات وحتّى وضع اللمسات النهائية على الاتفاقيات.

7. التحضير لإطلاق برنامج الطاقة الكهروضوئية الصغير النطاق: تنفيذ الأنشطة التحضيرية المطلوبة قبل إطلاق برنامج الطاقة الشمسية الكهروضوئية.

8. إنشاء قاعدة بيانات وطنية للطاقة المتجددة: تنفيذ الأنشطة اللازمة لإنشاء قاعدة بيانات الطاقة المتجددة لكهرماء.

9. إجراء دراسات قدرات الاستضافة: إجراء الدراسات المطلوبة لتحديد قدرات الاستضافة في شبكات النقل والتوزيع لدى كهرماء لجميع مستويات الجهد.

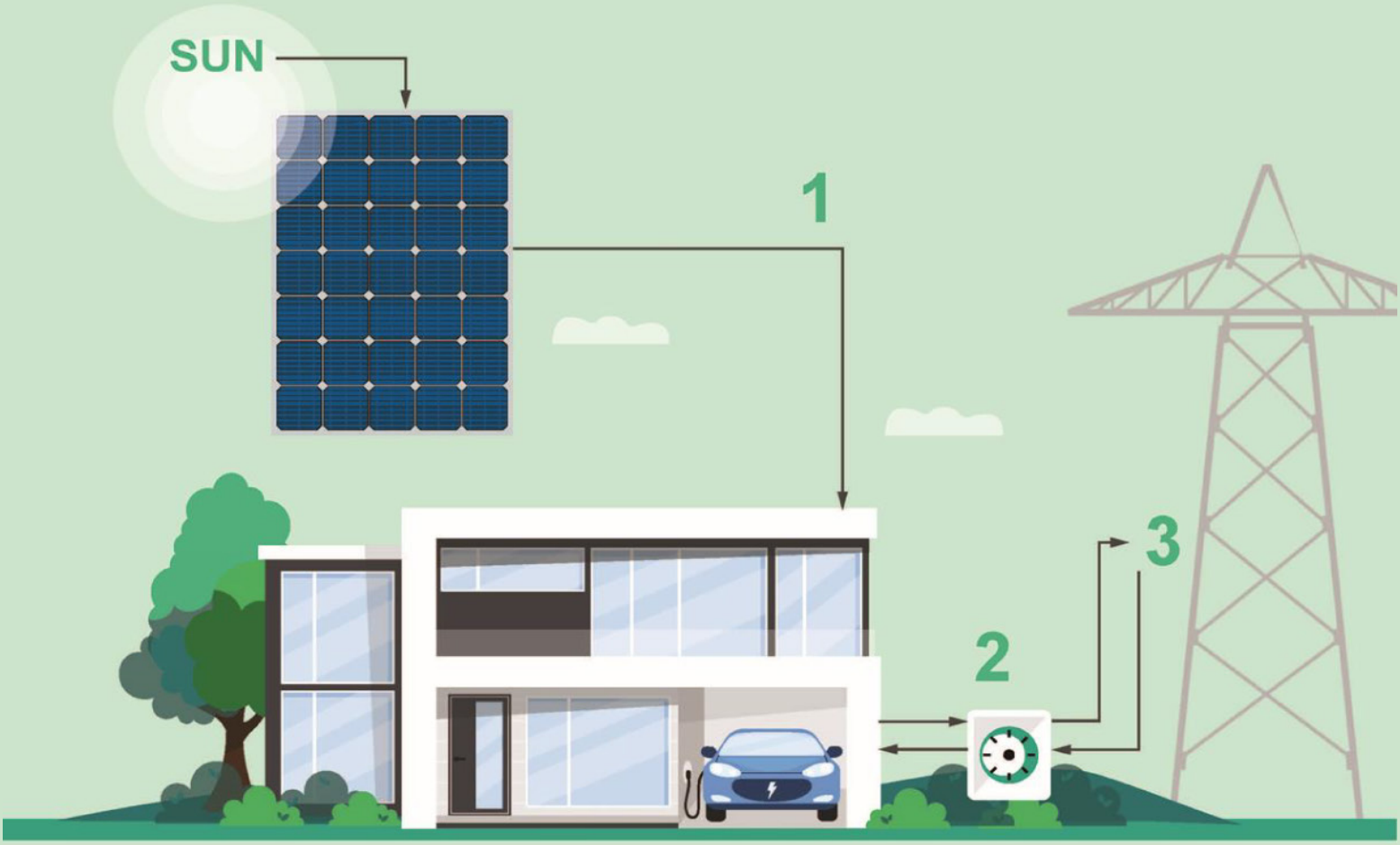
10. إجراء دراسات التوسع في النقل: تنفيذ خطط التوسع في النقل لضمان تحديث نظام الطاقة بناءً على مستهدفات الطاقة المتجددة.

11. إجراء دراسات الشبكة الذكية: اعتماد خارطة طريق الشبكة الذكية (Smart Grid Roadmap) ونظام إدارة التوزيع المتقدّم (ADMS) على مستويَيْ النقل والتوزيع.

12. إجراء دراسة تنفيذ نظام التحكم: إجراء دراسة لتنفيذ نظام تحكم لتوليد الطاقة المتجددة من أجل ضمان توافق النواتج مع المعايير الفنية.

13. إجراء دراسة تنفيذ تنبؤات الطاقة المتجددة: إجراء دراسة عن تنفيذ تنبؤات الطاقة المتجددة.

طريقة عمل برنامج صافي الفواتير للطاقة الشمسية



1

يتم إنتاج الكهرباء من خلال ألواح طاقة شمسية يتم تركيبها في منازلكم أو شركاتكم. ويتم إنتاج الكهرباء في البداية لتلبية احتياجاتكم ثم يتم إرسال الفائض إلى الشبكة.

2

يقوم عدّاد ثنائي الاتجاه بقياس مقدار الكهرباء التي تستخدموها من الشبكة وحجم الفائض الذي تم إرساله

3

تُسجّل كهرماء الفائض في حساب المستهلك للاستهلاك المستقبلي.

1.6.2 تعظيم المساهمات الاجتماعية والاقتصادية لبرامج الطاقة المتجددة

من أجل تحقيق رؤية نظام الطاقة (المستدام) بأسعار معقولة، تركّز استراتيجية قطر الوطنية للطاقة المتجددة على هدفين: إنشاء جهات فاعلة محلية قادرة على المنافسة على مستوى قطاع الطاقة المتجددة؛ وإيجاد سبل لتحقيق الدخل من الخصائص البيئية لمشاريع الطاقة المتجددة.

يُمكن استخلاص دروس ستة رئيسية من تجارب الدول العالمية والإقليمية في مجال توطين الطاقة المتجددة:

1. وضع مستهدفات طويلة الأجل لتوضيح التوجّه الوطني لمن يرغبون في الاستثمار في مجال تصنيع الطاقة المتجددة.
2. زيادة الإضافات السنوية للقدرات بمقدارٍ كبير، مما يضمن حجمًا كافيًا لإعداد دراسات جدوى جذابة لتصنيع المكونات.
3. تأمين إمدادات كافية من المواد الخام، والاستفادة من الميزة التنافسية المتمثلة في الحصول على المواد الخام محليًا لخفض التكاليف الإجمالية.
4. الاستفادة من القدرات الحالية لتحسين عمليات التصنيع وخفض التكاليف.
5. إدخال حوافز تصنيع ذات صلة (مثل الحوافز المرتبطة بالإنتاج، والتمويل المنخفض التكلفة، وما إلى ذلك) لتحسين دراسات الجدوى من أجل تصنيع مكونات الطاقة المتجددة.
6. العمل كمحرّك أول من خلال إنشاء مرافق تصنيع لاستحداث مزايا السوق المبكرة في المنطقة.

بناءً على هذه الدروس، تمّ تقييم جدوى توطين تصنيع مكونات الطاقة الشمسية الكهروضوئية. وقد اشار التقييم إلى أنه يمكن النظر في توطين التصنيع على مستوى الطاقة الشمسية الكهروضوئية لمكونات معيّنة، لكن توطين التصنيع على مستوى طاقة الرياح لن يكون جذابًا بسبب الافتقار إلى الحجم والميزة التنافسية.

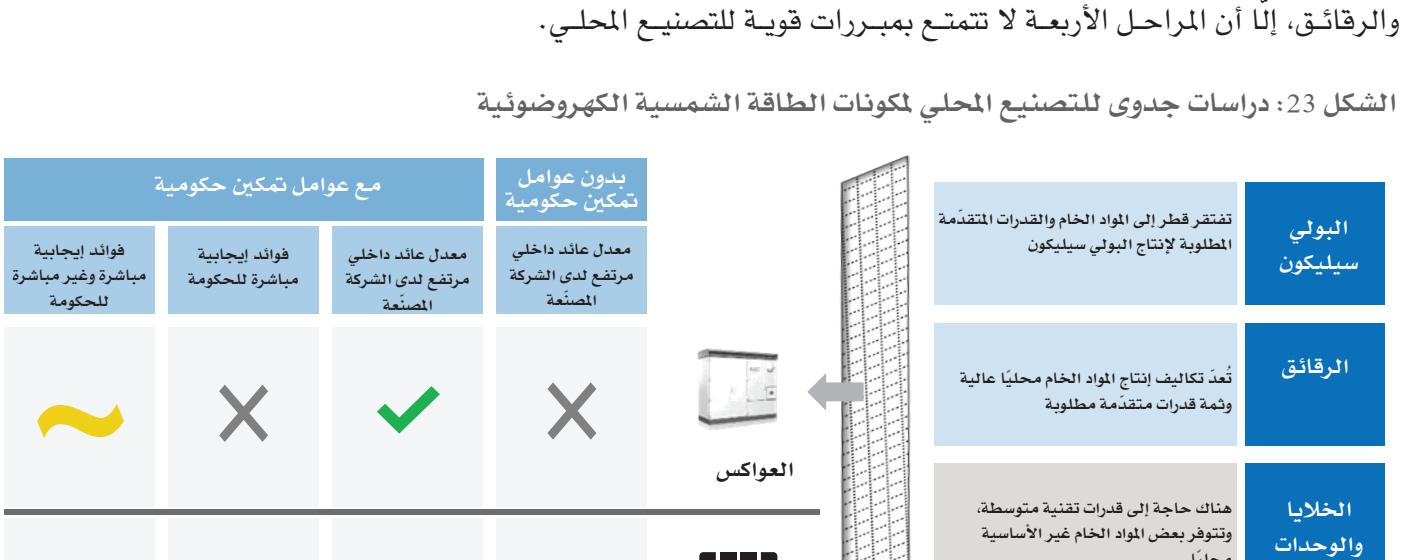
الشكل 22: تقييم قدرات التصنيع المحلية في مجال الطاقة المتجددة

	حالة الطاقة الكهروضوئية	المبررات
المستهدفات طويلة الأمد	✓	تم تحديد مستهدفات الطاقة المتجددة لعام 2030 كجزءٍ من مزيج الطاقة الوطني.
الإضافات السنوية الكبيرة للقدرات	✓	متوسط الإضافات السنوية للقدرات: الطاقة الشمسية الكهروضوئية: 0.8 جيجاوات
توافر المواد الخام	X	توافر محدود للغاية للمواد الخام (مثل الكوارتز عالي النقاء وألياف الكربون) اللازمة لتصنيع مكونات الطاقة المتجددة.
القدرات الحالية	✓	تجربة تصنيع قائمة على مستوى الطاقة الشمسية الكهروضوئية ولكن لا تجربة في التصنيع على مستوى طاقة الرياح.
وجود الحوافز	✓	بعض الحوافز متاحة بسهولة (مثل الأراضي المنخفضة التكلفة، والقروض التفضيلية، والإعفاءات من الرسوم الجمركية، والتعريفات التفضيلية للمرافق).
الدخول المبكر إلى السوق	X	الافتقار إلى مرافق واسعة النطاق يُمكن أن تلبّي الطلب على المستوى الإقليمي؛ القيام بمحادثات متقدمة مع الدول المجاورة لإنشاء مرافق كبيرة.

✓ متاحة ✓ متاحة جزئيًا X غير متاحة

هناك أربعة مراحل للتصنيع المحلي على مستوى الطاقة الشمسية الكهروضوئية: البولي سيليكون، الرقائق، الخلايا والوحدات، العواكس. على الرغم من أن العواكس والخلايا والوحدات تتمتع بمبررات عملية أقوى من البولي سيليكون والرقائق، إلّا أن المراحل الأربعة لا تتمتع بمبررات قوية للتصنيع المحلي.

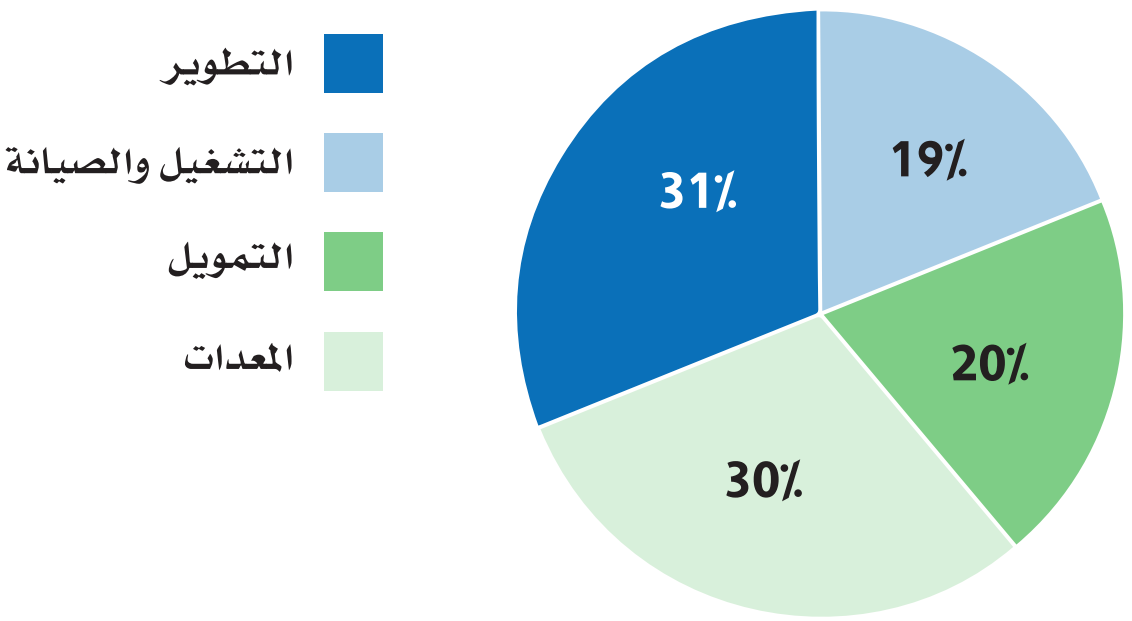
الشكل 23: دراسات جدوى للتصنيع المحلي لمكونات الطاقة الشمسية الكهروضوئية



1.6.2.1 إنشاء جهات فاعلة محلية قادرة على المنافسة على مستوى قطاع الطاقة المتجددة

على الرغم من أن بيئة السوق غير جذابة لتصنيع مكونات الطاقة الشمسية الكهروضوئية محليًا، يُمكن لتطوير المشاريع والتشغيل والصيانة — والتي تُمثّل ما يقرب من 40٪ من تكلفة نظام الطاقة الكهروضوئية على نطاق المحطات المركزية و التوليد الموزع — أن تكون عوامل جذابة للتوطين.

الشكل 24: توزّع تكاليف محطات الطاقة الشمسية الكهروضوئية



تشمل فوائد توطين تطوير المشاريع والتشغيل والصيانة على مستوى الطاقة الشمسية الكهروضوئية الواسعة النطاق ما يلي:

- معدل عائد داخلي مرتفع: تتراوح معدلات العائد الداخلية للتطوير بين 8٪ و10٪ ومعدلات العائد الداخلية للتشغيل والصيانة بين 10٪ و12٪.
- سوق إقليمي متنام: تقدّم كبير في تطوير مشاريع الطاقة المتجددة في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا.
- شبكة محلية قوية: تتمتع الجهات الفاعلة المحلية بإمكانية وصول كبيرة إلى الجهات العامة وبفهم أفضل للسوق المحلية.

على الرغم من ذلك، قد تواجه شركات تطوير مشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية الصغيرة النطاق تحديات متعددة عند تقديم المناقصات بشأن مشاريع الطاقة المتجددة، على غرار:

- محدودية المؤهلات والخبرات التي تسمح بالتأهل للمشاريع الكبيرة: عادةً ما يتطلب المقاولون الحد الأدنى من المعايير للتأهيل المسبق، مثل الخبرة في المشاريع واسعة النطاق والمتطلبات المالية ومتطلبات المحتوى المحلي التي لا يُمكن إلّا للجهات الفاعلة الكبيرة تلبيتها.

- منافسة عالية من الجهات الفاعلة الكبيرة/الدولية: يُمكن للشركات الكبرى تقديم مناقصات أكثر تنافسية بسبب انخفاض مخاطر التنفيذ، والوصول إلى مجموعة موردين أوسع، والقوة الشرائية العالية مع الموردين المحليين/الدوليين، إضافةً إلى الوصول إلى القروض منخفضة الفائدة.

- الافتقار إلى القدرات: يتطلب تنفيذ مشاريع الطاقة المتجددة التصميم المتخصص والشراء والتركيب وقدرات التشغيل والصيانة، وهو ما لا تمتلكه شركات التطوير الأصغر حجمًا بشكلٍ عام.

بغية التغلّب على هذه التحديات، يتعين على قطر اعتماد استراتيجية داعمة لطرح المناقصات تتيح أمام شركات التطوير الصغيرة/المحلية فرصة المشاركة في مشاريع الطاقة المتجددة الأكبر.

الشكل 25: خيارات الاستراتيجية الداعمة لطرح المناقصات

مشروع تمّ طرح مناقصة

تعزز الاستراتيجية الداعمة لطرح المناقصات «المُدارة بشكل جيد» تطوير قدرات شركات تطوير الطاقة المتجددة الصغيرة النطاق، إلا أن هذا النهج ينطوي على إيجابيات وسلبيات. يمكن تقسيم سوق الطاقة الشمسية الكهروضوئية إلى مشاريع صغيرة النطاق (أقل من 100 ميجاوات) ومشاريع واسعة النطاق (أكثر من 100 ميجاوات).

و من الممكن خفض المؤهلات المطلوبة للمشاريع الصغيرة النطاق و أن تُخَصّص حصريًا للجهات الفاعلة الصغيرة في مجال الطاقة الكهروضوئية. وتتمثّل فوائد هذا النهج في الفرص المتزايدة المتاحة أمام الشركات الصغيرة/المحلية في وقت يُمكن فيه طرح مناقصات المشاريع الكبرى بسرعة أكبر. إلا أن هذا السوق المتشعب سيؤدي إلى ارتفاع التكلفة المستوية لإنتاج الطاقة الكهربائية مقارنةً بالمشاريع واسعة النطاق وحدها.

يُذكر أن هناك مبادرات أخرى مستهدفة في السوق يمكن أن تواصل قطر تنفيذها أو تباشر بها من أجل تعزيز تطوير شركات الهندسة والمشتريات والبناء وشركات التشغيل والصيانة المحلية.
على سبيل المثال:

- مواصلة أنشطة ما قبل التطوير التي تقودها الحكومة: تفصيل توافر الموارد وتسهيل إجراءات ترخيص المشاريع وتوصيل الشبكات لمعادلة مجال التنافس.

- مستهدفات المحتوى المحلي: اعتماد مستهدفات المحتوى المحلي (التي حددتها وزارة المالية) والتي تكون كافية لمطالبة شركات التطوير بالتعامل مع شركات الهندسة والمشتريات والبناء وشركات التشغيل والصيانة المحلية من أجل تطوير وتشغيل محطات الطاقة الشمسية الكهروضوئية.

- التمويل: توفير تمويل منخفض التكلفة لدعم الجهات الفاعلة المحلية في إنشاء شركات الهندسة والمشتريات والبناء وشركات التشغيل والصيانة التي تركّز على الطاقة المتجددة.

- التدريب المهني: تقديم برامج تدريب مهني بأسعار معقولة لتشجيع شركات التطوير المحلية وشركات الهندسة والمشتريات والبناء وشركات التشغيل والصيانة على تسجيل موظفيها وبناء قدراتهم في مجال الطاقة المتجددة.

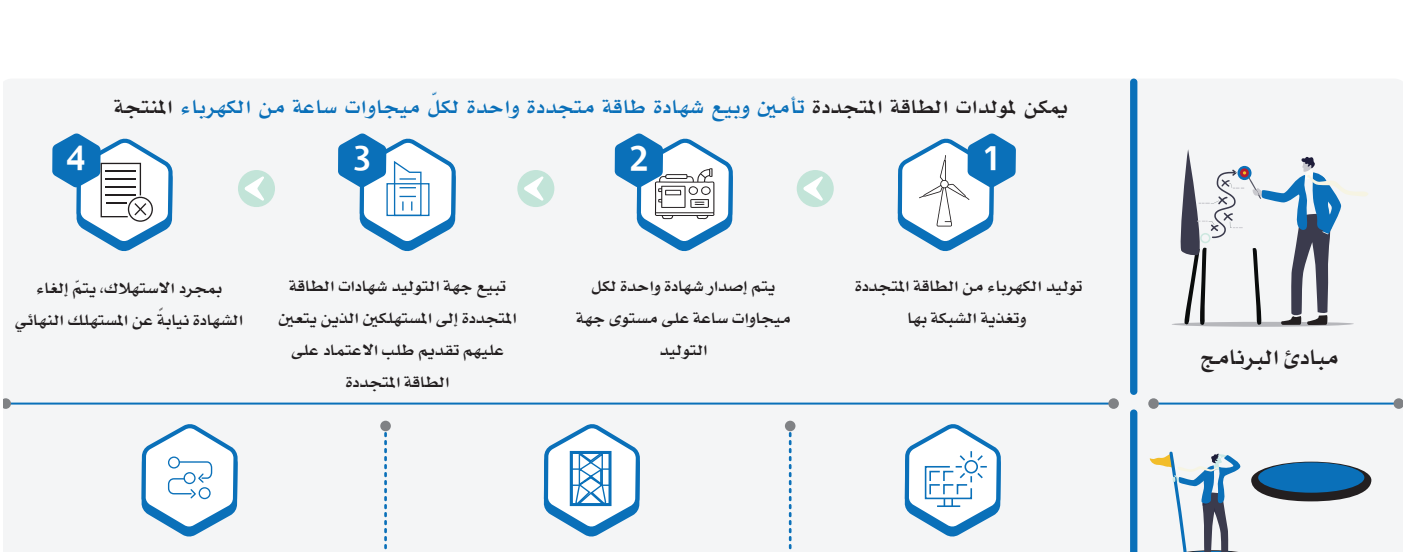
- الشهادات: تقديم شهادات الطاقة المتجددة لشركات الهندسة والمشتريات والبناء وشركات التشغيل والصيانة التي تلبّي الحد الأدنى من القدرات.

1.6.2.2 تحقيق الدخل من الخصائص البيئية لمشاريع الطاقة المتجددة

هناك مساران يُمكن لقطر اتباعهما للحصول على الخصائص البيئية المرتبطة بالطاقة المتجددة: تعويضات الكربون أو شهادات الطاقة المتجددة. تحفّز تعويضات الكربون على تجنب انبعاثات الغازات الدفيئة أو خفضها. أما شهادات الطاقة المتجددة، فتحفّز على إنتاج الطاقة المتجددة.

تُعدّ شهادات الطاقة المتجددة المسار الأكثر تفضيلاً. فمن خلالها، يتمّ إنشاء ائتمان قابل للتداول مع إنتاج كل ميجاوات ساعة من الطاقة المتجددة. يمكن بيع الشهادات أو تداولها، مما يخلق مصدرًا جديدًا للإيرادات بالإضافة إلى إنتاج كهرباء خالية من الانبعاثات. تعمل قطر للطاقة حاليًا على تطوير برنامج شهادة الطاقة المتجددة.

الشكل 26: برنامج شهادات الطاقة المتجددة



من أجل اعتماد برنامج شهادات الطاقة المتجددة، فإن مكانة قطر تخوّلها تطبيق نظام المعيار العالمي لشهادات الطاقة النظيفة (I-REC)، وهو المعيار المشترك المستخدم في الدول خارج أمريكا الشمالية وأوروبا.

ويوفّر هذا النظام المعايير الحالية الجاهزة للاستخدام، وقواعد الممارسة، وهياكل الحوكمة، والأنظمة. كما يُعدّ النهج/المعيار العام المستخدم في دول مجلس التعاون الخليجي. وتشارك قطر بالفعل في شراء/سحب شهادات المعيار العالمي لشهادات الطاقة النظيفة.

ثمّة حاجة إلى ست مبادرات لتعظيم المساهمات الاجتماعية والاقتصادية لبرامج الطاقة المتجددة:

- تفعيل استراتيجية داعمة لطرح مناقصات الطاقة المتجددة تحفّز على تطوير جهات فاعلة محلية. ويتطلّب ذلك وضع استراتيجية داعمة لطرح المناقصات وتفعيلها لتمكين وتشجيع مشاركة المشاركين في السوق المحلية.

- اعتماد مستهدفات المحتوى المحلي لتحفيز شركات التطوير على إشراك شركات الهندسة والمشتريات والبناء وشركات التشغيل والصيانة المحلية. ويتطلّب ذلك اعتماد مستهدفات المحتوى المحلي الملائمة في مشاريع الطاقة المتجددة لتعزيز مشاركة شركات الهندسة والمشتريات والبناء وشركات التشغيل والصيانة المحلية.

- توفير موارد تمويل منخفضة التكلفة لدعم الجهات الفاعلة المحلية في إنشاء شركات الهندسة والمشتريات والبناء وشركات التشغيل والصيانة التي تركّز على الطاقة المتجددة. وسيتطلّب تحقيق ذلك تحليل واعتماد برامج تمويل منخفضة التكلفة لشركات التطوير المحلية لتمكينها من تطوير قدرات شركات الهندسة والمشتريات والبناء وشركات التشغيل والصيانة وبالتالي زيادة المحتوى المحلي.

- تقديم برامج تدريب مهني بأسعار معقولة لموظفي شركات التطوير وشركات الهندسة والمشتريات، والبناء، وشركات التشغيل، والصيانة. سيؤدي تطوير برامج التدريب المهني المناسبة إلى صقل مهارات مؤسسات الطاقة المتجددة المحلية.

- تطبيق برنامج شهادات الطاقة المتجددة. من أجل تحقيق ذلك، سيكون من الضروري تنفيذ مجموعة محددة من الأنشطة لإطلاق برنامج شهادات الطاقة المتجددة، بما في ذلك التنسيق مع الجهات ذات الصلة، وتصميم البرنامج، وتطبيقه.

- توفير التدريب حول برنامج شهادات الطاقة المتجددة لتحفيز شركات الهندسة والمشتريات، والبناء، وشركات التشغيل، والصيانة.

وضع السياسات واللوائح والمعايير اللازمة

1.7 وضع السياسات واللوائح والمعايير اللازمة

تمّ وضع ثلاث مجموعات من السياسات والمعايير والعمليات اللازمة لتمكين زيادة تبني الطاقة المتجددة على نطاق المحطات المركزية والتوليد الموزع وعلى نطاق ضيق محدود. وتتمثل هذه المجموعات فيما يلي:

السياسات واللوائح، التي تشمل:

- تحليل برامج المكافآت وآليات الحوافز.
- تحديد معايير برنامج صافي الفواتير.
- تقييم الاستهلاك الذاتي الفردي والجماعي للمستهلكين.
- تحديد أهلية فئات المستهلكين لبرنامج التوليد الموزع.
- صياغة اللوائح بشأن التوليد الموزع للطاقة المتجددة.
- إبرام اتفاقية ربط كهربائي بين كهرماء والمستهلكين.

المعايير والمبادئ التوجيهية، التي تضمّ:

- وضع المعايير الفنية لربط ودمج أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية.
- وضع المعايير الفنية لربط ودمج طاقة الرياح.
- وضع مبادئ توجيهية لتقييم أثر شبكة موارد الطاقة المتجددة المتصلة بشبكة الكهرباء.
- وضع مبادئ توجيهية بشأن الربط الكهربائي للمستهلكين.
- استحداث آليات لتأهيل الاستشاريين والمقاولين المشاركين في توليد الطاقة المتجددة.
- وضع معايير الأهلية لمعدات الشركات المصنعة.
- وضع المبادئ التوجيهية لسلامة أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية.

العمليات والإجراءات، وعلى وجه التحديد:

- تطوير عملية الربط الكهربائي لتوليد الطاقة المتجددة.
- وضع مبادئ توجيهية لتقديم المعلومات في التصميم الأولي والنهائي للمشروع.
- وضع إجراءات المعاينة والاختبار.

تتم التوصية أيضًا بتطوير عملية ربط كهربائي من تسع خطوات لربط أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية الصغيرة النطاق بالشبكة بكفاءة. تغطّي عملية الربط هذه الطلب والموافقة الأولية، والتصميم النهائي والموافقة عليه، والمعاينة والاختبار والتوليد.

الشكل 27: عملية الربط للطاقة الكهروضوئية صغيرة النطاق

علاوةً على ذلك، من الضروري تنفيذ نشاطين لتطبيق السياسات والمبادئ التوجيهية والمواصفات المطلوبة من أجل تعزيز تطوير مشاريع الطاقة المتجددة:

- استحداث آليات لتأهيل الاستشاريين والمقاولين تنطوي على تحديد العمليات اللازمة وتنفيذها لتأهيل الاستشاريين والمقاولين.
- تطبيق التشريعات واللوائح التنظيمية اللازمة لتوجيه التطوير في مجال الطاقة المتجددة ودعمه.

اعتماد هيكل دعم مؤسسي فعّال

1.8 اعتماد هيكل دعم مؤسسي فعّال

يجب وضع هيكل دعم مؤسسي فعّال لتحقيق رؤية تطوير نظام طاقة مستدام وبأسعار معقولة. عادةً ما يتمّ تنفيذ ثماني أنشطة للطاقة المتجددة كجزءٍ من برنامج الطاقة المتجددة، وستتولى كهرماء مسؤولية قيادة ستة منها تتمحور حول وضع السياسات والاستراتيجيات، والمناقصات وإطلاق المشروع، والتنظيم.

وستتولى كهرماء قيادة هذه الأنشطة الثلاثة المتعلقة بالسياسات والاستراتيجيات:

- تحديد المستهدفات: تحديد مستهدفات وتقنيات الطاقة المتجددة القصيرة والمتوسطة والطويلة الأجل.
- التوصيات بشأن السياسات: التوصية بسياسات الطاقة المتجددة للمشاريع الكبيرة وصغيرة النطاق، والتي ستعتمدها الجهات المختصة.
- معلومات السوق: جمع وتحليل البيانات المتعلقة بسوق الطاقة المتجددة وغيرها من المواضيع المتعلقة بالطاقة المتجددة على الصعيدين الوطني والعالمي.

وفي مجال المناقصات والإطلاق، ستقود كهرماء الأنشطة التالية:

- تطوير برنامج الطاقة المتجددة، أي وضع خطة لبناء محطات الطاقة المتجددة، والحصول على الموافقات اللازمة لتخصيص الأراضي وتطويرها مسبقًا، وتمكين توطين الطاقة المتجددة وتبينها.
- تقديم مناقصات مشاريع الطاقة المتجددة وفق نموذج المنتج المستقل للطاقة، بما في ذلك إعداد وإصدار وثائق المناقصات، وتقييم العطاءات، وترسية المشاريع، وإدارة العقود.

في مجال تنظيم الطاقة المتجددة، ستحدّد كهرماء اللوائح التنظيمية المتعلقة بالطاقة المتجددة، وتُصدر التراخيص، وتراقب الامتثال.

وستقود جهات أخرى الأنشطة الأخرى المتصلة بالتطوير والتشغيل. وتشمل هذه الأنشطة:

- التطوير والتشغيل، بما في ذلك امتلاك محطات التوليد وإدارتها وبيع الكهرباء التي تنتجها. سيقود منتجون مستقلون للطاقة هذه المساعي.
- تمكين الإجراءات التي تدعم تطوير قطاع الطاقة المتجددة من خلال بناء القدرات البشرية، وإجراء البحث والتطوير، وتوفير خيارات التمويل الجذابة، وما إلى ذلك. وسيقود هذه الأنشطة مزيج من الجهات العامة والخاصة.

وفي المرحلة القادمة، ستحتاج كهرماء إلى التواصل مع العديد من الجهات المعنية الخارجية لدفع عجلة تطوير قطاع الطاقة المتجددة في قطر قدمًا.

الشكل 28: خريطة الجهات المعنية بتطوير قطاع الطاقة المتجددة

ثمّة حاجة إلى ست مبادرات لتفعيل هذه البنية المؤسسية الجديدة وإطلاق برامج التمويل، وزيادة التوعية، وتعزيز تنمية رأس المال البشري، وتركيز البحث والتطوير والابتكار لتحقيق إمكانات الطاقة المتجددة في قطر.

1. إنشاء وحدة تنظيمية جديدة في كهرماء، بما يشمل: تحديد مهام الوحدة التنظيمية الجديدة وعملياتها وإجراءاتها والتوصيفات الوظيفية؛ وتعيين الموارد؛ وتطوير القدرات المهنية؛ ووضع تفاصيل خطط الوحدة من أجل ضمان أن تكون نشطة وفعّالة بشكل كامل.
2. تفعيل إدارة الطاقة الجديدة والمتجددة في كهرماء لتحقيق جميع التطلعات الواردة في الرقم 1 أعلاه.
3. توفير برامج تمويل منخفضة التكلفة لمشاريع الطاقة المتجددة صغيرة النطاق، والتي تتضمّن تحليل واقتراح وإعلان آليات التمويل التي يجب اعتمادها لتشجيع تبني مشاريع الطاقة المتجددة صغيرة النطاق.
4. زيادة التوعية وتنظيم حملات دعم لتبني الطاقة المتجددة بالتعاون مع الجهات المعنية في المنظومة.
5. التوصية بمجالات التركيز على مستوى البحث والتطوير والابتكار في الطاقة المتجددة في قطر، الأمر الذي يتطلّب مناقشة أولويات بحوث الطاقة المتجددة مع الجهات المعنية المتأثرة لتقليص أو الحدّ من نقاط الضعف في القطاع.
6. وضع خطة لتنمية القدرات البشرية في مجال الطاقة المتجددة تُعالج فيها مبادرات الارتقاء بالمهارات أو صقلها والفجوات المحددة على مستوى المهارات لضمان توافر الموارد الماهرة التي من شأنها أن تدعم تحقيق أهداف استراتيجية قطر الوطنية للطاقة المتجددة.

استراتيجية قطر الوطنية للطاقة المتجددة

ستقدم الاستراتيجية خارطة طريق شاملة تتضمن المبادرات الأساسية لدعم التطوير طويل الأجل لقطاع الطاقة المتجددة بالمواءمة مع رؤية قطر الوطنية 2030

أهداف مزيج الطاقة

زيادة حصة الطاقة المتجددة في مزيج القدرات في قطر من:

الأثر

سيعمل هذا التحول لنظام الطاقة الوطنية على تعزيز النمو الاقتصادي وأمن الطاقة وإجراءات المناخ في قطر. وستحقق الاستراتيجية ما يلي بحلول عام 2030:

15%
نسبة التخفيض في تكلفة توليد الطاقة

3 مليون طن متري مكعب
معدل التخفيض السنوي في ثاني أكسيد الكربون

25 إلى 30 مليار ريال قطري
حجم الاستثمارات المنفذة

إعداد سياسات الطاقة الموزعة

السماح للمشتركين بإنتاج الكهرباء وربط أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية في الشبكة

تقديم الفوترة الصافية والحوافز المالية الأخرى للمشتركين

قدرة المستخدمين على تخفيض قيمة فواتير الكهرباء وتحقيق الأرباح من بيع فائض الكهرباء

استراتيجية قطر الوطنية للطاقة المتجددة

Qatar National Renewable Energy Strategy

KAHRAMAA

كهرماء

المؤسسة العامة القطرية للكهرباء والماء

Qatar General Electricity & Water Corporation

kahramaa km.qa 991 3030 3991