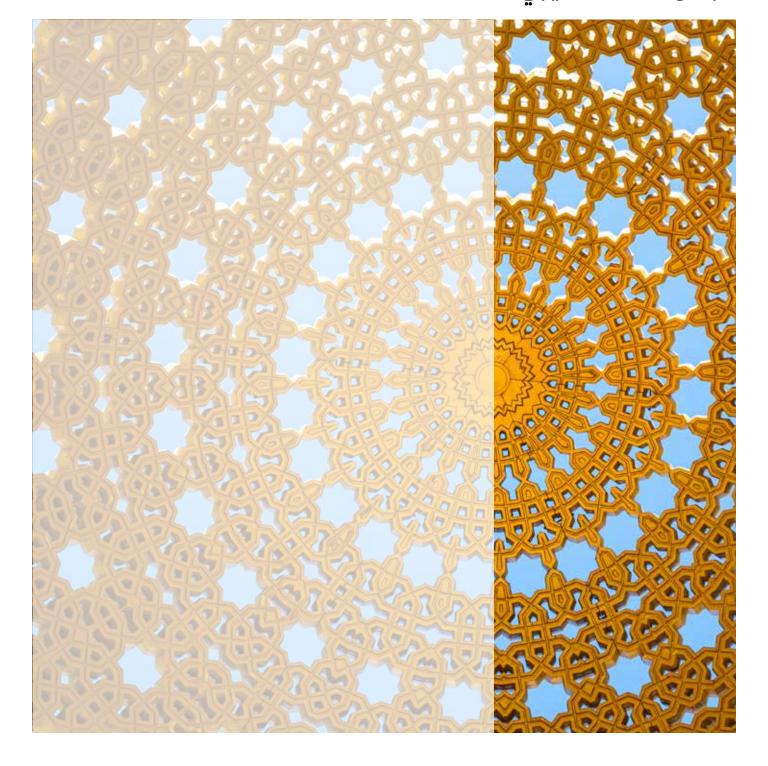




# أسواق الطاقة المتجددة مجلس التعاون الخليجي 2023





#### © الوكالة الدولية للطاقة المتجددة 2023 (IRENA)

يجوز، ما لم يرد بخلاف ذلك، استخدام المادة الواردة في هذا المنشور بحرّية، ومشاركتها ونسخها وإعادة إنتاجها وطباعتها، أو تخزينها شريطة أن يُشار بشكلٍ واضح إلى "الوكالة الدولية للطاقة المتجددة" بوصفها مصدر هذا المنشور، ومالك حقوق نشره وطباعته. وقد تكون المعلومات المنسوبة إلى أطراف ثالثة ضمن هذه المادة خاضعة لحقوق النشر والتأليف الخاصة بها، وكذلك لشروط استخدام وقيودٍ منفصلة، وقد يستلزم استخدام هذه المادة بأي شكلٍ الحصول المسبق على إذن تلك الأطراف.

الرقم المعياري الدولي: 1-978-9260-978

#### التوثيق

الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (2023)، أسواق الطاقة المتجددة: مجلس التعاون الخليجي 2023، الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، أبوظبي. تمت ترجمة هذا الملخص التنفيذي من تقرير "Renewable energy markets: GCC 2023" الرقم المعياري الدولي: 1-568-920-928-97-978 (2023). في حال وجود تعارض بين الترجمة العربية والنص الأصلى باللغة الإنجليزية، يسري العمل بالنص الإنجليزي.

> يمكن تحميل هذا التقرير من: www.irena.org/publications لمزيد من المعلومات أو لتقديم الملاحظات: publications@irena.org

### حول الوكالة الدولية للطاقة المتجددة

تُعد الوكالة الدولية للطاقة المتجددة مركزاً عالمياً، ومنصةً رئيسيةً للتعاون الدولي، وملتقى لرواد السياسة والتكنولوجيا والموارد والمعرفة المالية المتخصصة في مجال الطاقة المتجددة. وتعمل الوكالة منذ تأسيسها كمنظمة حكومية في عام 2011، على تشجيع اعتماد واستخدام جميع أشكال الطاقة المتجددة على نطاق واسع بما فيها الطاقة الحيوية، والطاقة الحرارية الأرضية، والطاقة الكهرومائية، وطاقة المحيطات، والطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، وذلك في إطار سعيها المتواصل لتحقيق التنمية المستدامة، وتعزيز سبل الحصول على الطاقة، وتحقيق أمن الطاقة، ودفع عجلة النمو الدقتصادي منخفض الكربون للوصول إلى مستقبل مزدهر.

www.irena.org

#### إخلاء المسؤولية

يُقدَّم هذا المنشور والمادة التي يحتوي عليها "بحالَتِهِما". وقد اتخذت الوكالة الدولية للطاقة المتجدّدة جميع الدحتياطات المعقولة للتحقق من ثبوت صحة المادة التي يحتوي عليها هذا المنشور. ومع ذلك، لا تتحمّل الوكالة الدولية للطاقة المتجدّدة أو أي من مسؤوليها أو وكلائها، أو مزودي البيانات، أو الأطراف الثالثة الأخرى من مزودي المحتوى مسؤولية تقديم أي ضمانات صريحةً كانت أم ضمنية؛ كما لا يتحملون أي مسؤولية حيال تبعات استخدام هذا المنشور والمواد الواردة فيه.

إنّ المعلومات الواردة في هذا المنشور لا تمثّل بالضرورة وجهات نظر جميع أعضاء الوكالة الدولية للطاقة المتجددة. ولا ينطوي ذِكر شركات محددة أو مشاريع، أو منتجات معيّنة على أي تأييد أو تزكيةٍ لها من طرف الوكالة الدولية للطاقة المتجدّدة تفضيلاً لها عن سواها مما له طبيعة مماثلة ولم يرد ذِكره. كما لا تنطوي التسميات المستخدمة في هذا المنشور، ولا طريقة عرض المادة، على أيّ إعرابٍ عن أي رأيٍ من جانب الوكالة الدولية للطاقة المتجدّدة، أو بشأن المركز القانوني لأي منطقة، أو بلد، أو إقليم، أو مدينة، أو منطقة خاضعة لسلطاتها، أو تتعلّق بترسيم حدودها أو تخومها.

# شـكر وتقـديـر

تم إعداد هذا التقرير بإشراف وتوجيه من ربيعة فروخي (موظفة سابقة لدى الوكالة الدولية للطاقة المتجددة)، وأوتي كولييه (نائب مدير مركز المعارف والسياسات والمالية لدى الوكالة الدولية للطاقة المتجددة)؛ وهو من تأليف لورا القطيري، وأرسلان خالد (استشاريّان)، وميريام راينر، وديالا حويلة، وهانا صوفيا جينتو (الوكالة الدولية للطاقة المتجددة)، بالاشتراك مع روبن ميلز ومريم سلمان (من شركة قمر للطاقة، الفصل الرابع)، بالإضافة إلى أليخاندرو لونجيرا وميغيل باربوسا (من شركة رولاند بيرجر، الفصل الخامس). وتضمن التقرير مساهماتٍ موضوعيّة من نازك الحسن، ومايكل تايلور، ونا هي لي، وإيمان غربوج، وصبغت الله (الوكالة الدولية للطاقة المتجددة).

يتوجه المؤلفون بعميق امتنانهم للدعم والمراجعات القيّمة التي قدمّها فاران رانا، وجيراردو إسكاميلا، وآن كاثرين ليبونر، وإليزابيث برس، وجوليان برايم، وأشاني بارتلي، وهويي تشين، وعبدالله أبو علي (الوكالة الدولية للطاقة المتجددة)؛ وكذلك فراس علي العبدواني (سلطنة عُمان)، وأحمد الدوسري وعبدالرحمن العامري (المملكة العربية السعودية)، ونوال الحوسني وبياتريكس شمويلينج (الإمارات العربية المتحدة)؛ إلى جانب عبد الله عيسى العباسي (مركز البحرين للدراسات الدستراتيجية والدولية والطاقة "دراسات")، وعائشة السريحي (جامعة سنغافورة الوطنية)، وأسامة عبدالله الصايغ (معهد الكويت للأبحاث العلمية)، ورائد بكيرات (من شركة سونجي)، وعمرو الشرفاء (مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية)، وستيفن جريفيث ( جامعة خليفة للعلوم والتكنولوجيا)، وتياني لوه (من شركة بلوريسك)، وراضية صيداوي (لجنة الأمم المتحدة الدقتصادية والدجتماعية لغرب آسيا "الإسكوا")، وبروس سميث (شركة مياه وكهرباء الإمارات)، وديفيد بروفنزاني (من شركة يلو دور إنرجي)، ودانيال زيويتز (من شركة إينروير).

ت**مّ تحرير التقرير** من قبل ستيفن ب. كينيدي، وتولى المراجعة الفنية بول كومور (الوكالة الدولية للطاقة المتجددة)، في حين نفذت شركة (weeks.de Werbeagentur) التصميم الجرافيكى للتقرير.

**تعرب الوكالة الدولية للطاقة المتجددة عن خالص شكرها وامتنانها** للدعم السخى الذي قدّمته حكومة دولة الإمارات العربية المتحدة.



# مقحمة

تستضيف دولة الإمارات العربية المتحدة هذا الشهر روّاد الطاقة والمناخ والتنمية من جميع أنحاء العالم للمشاركة في مؤتمر الأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (COP28)، وذلك من أجل التشاور بشأن إيجاد حلولٍ عملية لأزمة المناخ العالمية والحد من آثارها. وقد أوضحنا في تقرير "نظرة مستقبلية لتحولات الطاقة حول العالم" توقعاتنا فيما يخص تحولات الطاقة، وأكّدنا فيه ضرورة إحداث تغييرٍ جذريّ في أساليب إنتاج واستخدام الطاقة. كما دعونا - بالتعاون مع رئاسة مؤتمر الأطراف COP28 - إلى مضاعفة قدرات توليد الطاقة المتجددة حول العالم ثلاث مرات ومضاعفة كفاءة الطاقة بحلول عام 2030 حتى نضمن تسريع خفض انبعاثات غازات الدفيئة.

يلعب الوقود الأحفوري دوراً محورياً في النمو والازدهار الاقتصادي لدولة الإمارات والدول الخليجية الأخرى، ولكنه يعرّضها في الوقت نفسه لمخاطر وتهديدات التغير المناخي؛ وهو ما أدركته هذه الدول بالفعل، فعقدت العزم على التغيير ووضعت مؤخراً أهدافاً طموحة لتبني مصادر الطاقة المتجددة، بالإضافة إلى أهداف الحياد المناخي التي أعلنت عنها خمسٌ من أصل الدول الست الأعضاء في مجلس التعاون لدول الخليج العربية.

يقدم هذا التقرير، وهو تحديث لتحليل الوكالة الدولية للطاقة المتجددة لعام 2019، نظرة عامة وشاملة على مُحركات وتطوّرات قطاع الطاقة المتجددة في جميع أنحاء المنطقة. كما يسلط الضوء على الزيادة القياسية التي حققتها المنطقة في قدرات توليد الطاقة المتجددة التي ارتفعت إلى أكثر من 5.7 جيجاواط في عام 2022 بعدما كانت هامشية تماماً قبل عقدٍ واحد فقط. ومع ذلك، فإنّ مصادر الطاقة المتجددة لد تمثل سوى نسبة ضئيلة من إجمالي قدرات توليد الكهرباء في المنطقة، في حين تستمر الاستخدامات النهائية في الاعتماد على الوقود الأحفوري. ومن هنا تنبع الحاجة إلى بذل جهود أكبر لترجمة تلك الأهداف الطموحة إلى إنجاز حقيقيّ وملموس.

تجدر الإشارة إلى أن اعتماد الطاقة المتجددة في المنطقة سيأخذ منحىً مطّرداً بفضل الجهود الحثيثة التي تبذلها دول مجلس التعاون الخليجي في هذا الشأن؛ مثل التزامها بتطوير استراتيجيات طموحة للطاقة المتجددة والهيدروجين، وحرصها على تنفيذ التزامات الحياد المناخي. علاوةً على ذلك، أصبحت مصادر الطاقة المتجددة الآن فعالة من حيث التكلفة، حيث أدت جولات المزادات في السعودية والإمارات خلال السنوات العشر الماضية، التي حققت نجاحاً منقطع النظير، إلى خفض أسعار الطاقة الشمسية الكهروضوئية والطاقة الشمسية المركزة إلى مستويات قياسية عالمية، مما يعزز المزايا الاقتصادية لمصادر الطاقة المتجددة ويمهد الطريق لتبني حصص كبيرة من مصادر الطاقة المتجددة في مزيج الكهرباء. ولذلك، ينبغي بذل المزيد من الجهود لترجمة الأهداف الطموحة إلى إنجاز حقيقي على أرض الواقع.

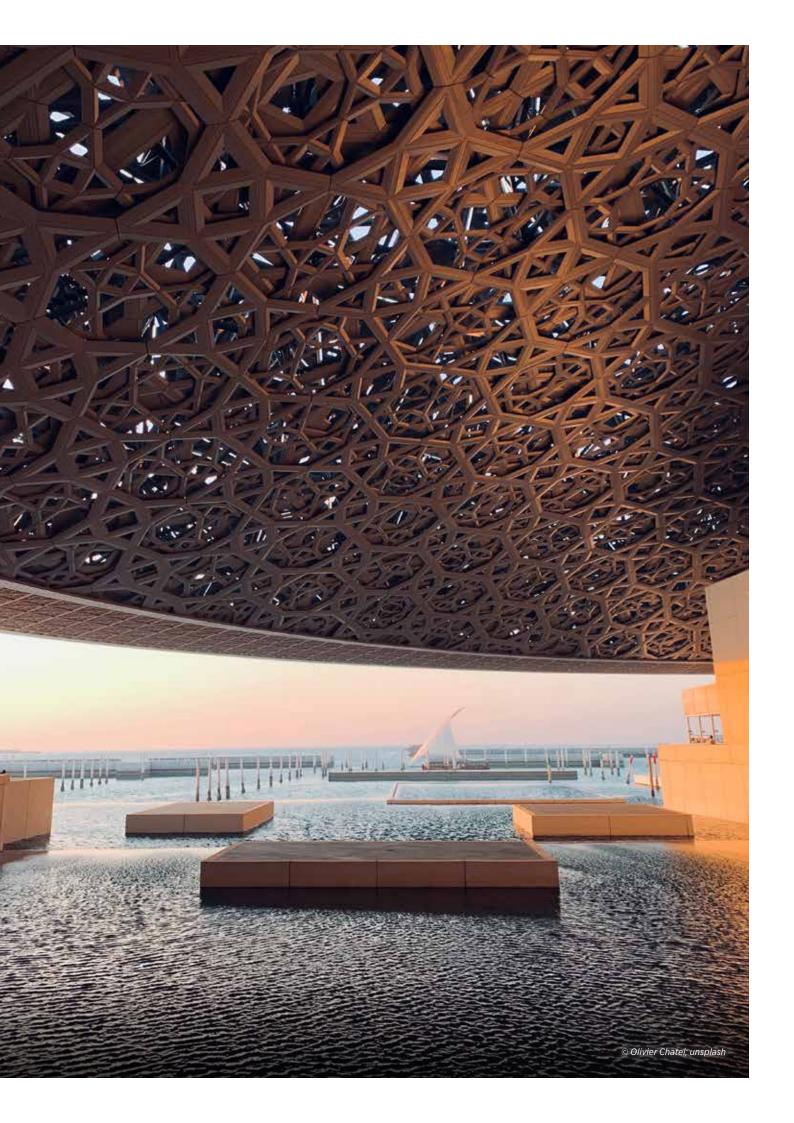
أود أن أرفع أسمى عبارات الشكر والتقدير إلى دول مجلس التعاون الخليجي على تعاونها ودعمها لجهود الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، وعلى مشاركتها في إعداد هذه الدراسة بما يضمن استعراض ومناقشة آخر التطورات في قطاع الطاقة المتجددة في المنطقة. ومع انطلاق المباحثات المناخية في قلب دول مجلس التعاون الخليجي، آمل أن يكون هذا التقرير بمثابة مصدرٍ حقيقي للمعلومات ومرجعاً يمكّن صنّاع السياسات والشركات والمجتمع المدني من تسخير الإبداع والقدرات والموارد الهائلة للطاقة المتجددة في المنطقة لدعم طموحنا المشترك في تأمين مستقبل أكثر استدامة خلال السنوات المقبلة.



فرانشيسكو لد كاميرا مدير عام الوكالة الدولية للطاقة المتجددة



مجلس التعاون الخليجي 2023



# المحتويات

08	الأشكال	
09	الإطارات	
09	الجداول	
2	الملخص التنفيذي	
24	خلفية ولمحة عامة عن قطاع الطاقة	0.1
	1.1 الخلفية الاجتماعية والاقتصادية	01
35	1.2 استهلاك الطاقة المحلي	
12	1.3 التغير المناخي وانبعاثات غازات الدفيئة في منطقة دول مجلس التعاون الخليجي	
	إمكانات الطاقة المتجددة وتكاليفها وحالة نشرها	00
19	2.1 إمكانات مصادر الطاقة المتجددة	02
52	2.2 حالة نشر مصادر الطاقة المتجددة	
52	2.3 انخفاض التكاليف	
78	خطط وسياسات واستثمارات الطاقة المتجددة	0.7
79	4.1 الخطط والسياسات	03
86	3.2 الدستثمار	
94	السياسات المناخية لدول مجلس التعاون الخليجي	0.4
95	4.1 الأهداف المناخية	04
99	4.2 سياسات التخفيف	
05	4.3 التكيف	
10	الهيدروجين الأخضر في دول مجلس التعاون الخليجي	OF
13	5.1 الهيدروجين في دول مجلس التعاون الخليجي: الاستخدام والإمكانات والإنتاج	05
15	5.2 العوامل المساعدة والتحديات التي تواجه إنتاج الهيدروجين الأخضر في دول مجلس التعاون الخليجي	
20	5.3 أطر السياسات الخاصة بالهيدروجين الأخضر	
	5.4 المشاريع الحالية	
24	5.5 توجه دول مجلس التعاون الخليجي نحو سوق الهيدروجين الأخضر	
26	الخاتمة	
7.0		

# قائمة الأشكال والجداول والإطارات

### قائمة الأشكال

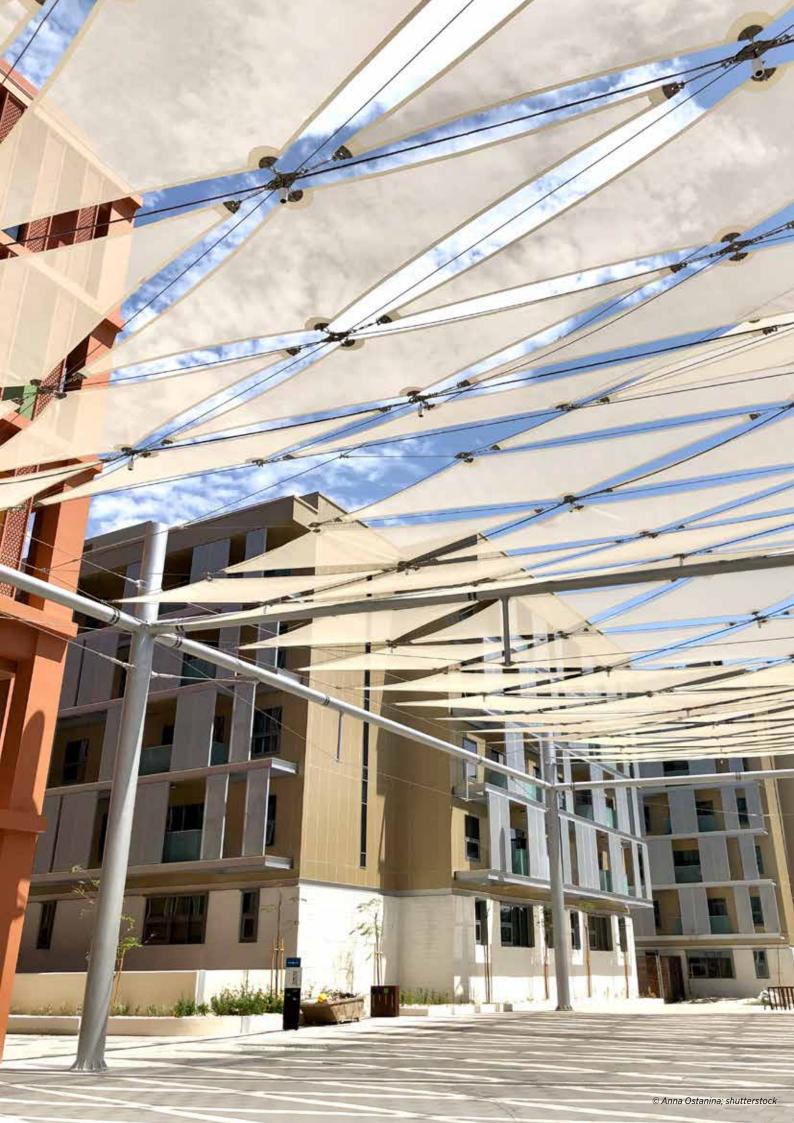
<b>الشكل 1.1</b> حصة دول مجلس التعاون الخليجي من الناتج المحلي الإجمالي لمنطقة الشرق
الأوسط وشمال أفريقيا (بأسعار الدولار الحالية)، 2020
الشكل 1.2 التعداد السكاني والثروة في دول مجلس التعاون الخليجي ومنطقة الشرق
الأوسط وشمال أفريقيا، 2020
<b>الشكل 1.3</b> إجمالي الدحتياطيات المؤكدة من النفط حسب المنطقة، نهاية عام 2020
28(% من الإجمالي العالمي)
الشكل 1.4 إجمالي الاحتياطيات المؤكدة من الغاز الطبيعي حسب المنطقة، نهاية عام 2020
(% من الإجمالي العالمي)
<b>الشكل 1.5</b> أكبر عشر دول منتجة للنفط في العالم، <b>202</b> 1
<b>الشكل 1.6</b> أكبر عشر دول منتجة للغاز الطبيعي في العالم، <b>202</b> 1
<b>الشكل 1.7</b>
العالمي)، 2021
الشكل 1.8 صادرات الغاز الطبيعي حسب الدولة/المنطقة المصدرة (% من الإجمالي
العالمي)، 2021
<b>الشكل 1.9</b> حصة إيرادات النفط والغاز في الإيرادات العامة والناتج المحلي الإجمالي
302020 ،(%)
<b>الشكل 1.10</b> نسب الدحتياطيات إلى الإنتاج للنفط والغاز في منطقة دول مجلس
التعاون الخليجي، في نهاية عام 2020
<b>الشكل 1.11</b> إجمالي الدستهلاك النهائي للطاقة في دول مجلس التعاون الخليجي
تاريخياً، حسب مصدر الطاقة (بيتا جول)، 2020-1990
<b>الشكل 1.12</b> إجمالي الدستهلاك النهائي للطاقة لكل دولة من إجمالي استهلاك
منطقة دول مجلس التعاون الخليجي، 2020
<b>الشكل 1.13</b> إجمالي الاستهلاك النهائي للطاقة لكل قطاع من إجمالي استهلاك
منطقة دول مجلس التعاون الخليجي، 2020
<b>الشكل 1.14</b> إجمالي الاستهلاك النهائي للطاقة لكل دولة وقطاع من إجمالي
الاستهلاك ( % )، 2020
<b>الشكل 1.15</b>
<b>الشكل 1.16</b> قدرة توليد الكهرباء المركبة في دول مجلس التعاون الخليجي حسب
الدولة (جيجاواط)، 2020
<b>الشكل 1.17</b> توليد الكهرباء حسب مصدر الوقود ( % ) في دول مجلس التعاون
الخليجي، 2020
<b>الشكل 1.18</b> إجمالي انبعاثات غازات الدفيئة حسب المنطقة (مليون طن من مكافئ ثاني
أكسيد الكربون)، بين عامي 2020-2000
<b>الشكل 1.19</b> انبعاثات غازات الدفيئة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا
(مليون طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون)، لعام 2020
<b>الشكل 1.20</b> نصيب الفرد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون مقابل نصيب الفرد من إجمالي
الناتج المحلي (بالأسعار الحالية للدولار) في بلدان مختارة،
لعام 2022
الشكل 1.21 انبعاثات ثاني أكسيد الكربون لدول مجلس التعاون الخليجي مقارنةً بالعالم45
الشكل 1.22 نصيب الفرد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في دول مجلس التعاون الخليجي
مقارنةً بالعالم

الشكل 1.23 كثافة الطاقة في الناتج المحلي الإجمالي (تعادل القوة الشرائية، ثابت			
دولار أمريكي 2017)			
الشكل 2.1 موارد الطاقة الشمسية وطاقة الرياح في دول مجلس التعاون الخليجي 50			
الشكل 2.2 المناطق الأكثر ملاءمة لمشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة			
الرياح البرية على مستوى المرافق			
الشكل 2.3 توليد الكهرباء القائم على مصادر الطاقة المتجددة في منطقة الشرق			
الأوسط وشمال أفريقيا، (جيجاواط/ساعة) بين عامي 2021-200054			
الشكل 2.4 قدرة توليد الكهرباء القائمة على الطاقة المتجددة في منطقة الشرق			
الأوسط وشمال أفريقيا (ميجاواط)، 2022			
الشكل 2.5 قدرة توليد الكهرباء القائمة على الطاقة المتجددة في دول مجلس التعاون			
الخليجي (ميجاواط)، 20132022			
الشكل <b>2.6</b> قدرة توليد الطاقة المتجددة حسب الدولة (ميجاواط)، 202256			
<b>الشكل 2.7</b> أكبر 10 دول منتجة للطاقة المتجددة في الشرق الأوسط (القدرة المركبة			
لإنتاج الكهرباء من الطاقة المتجددة بالميجاواط)، 2022			
الشكل 2.8 قدرة توليد الكهرباء القائمة على الطاقة المتجددة في دول مجلس التعاون			
الخليجي حسب التكنولوجيا المستخدمة (ميجاواط)،2022			
الشكل 2.9 التغير في القدرة التنافسية للطاقة الشمسية وطاقة الرياح على			
أساس المتوسط العالمي المرجح للتكلفة المستوية للكهرباء،			
622010-2022			
<b>الشكل 2.10</b> أسعار تقنيات توليد الكهرباء في المشاريع على مستوى المرافق في			
منطقة دول مجلس التعاون الخليجي، 2023-201564			
الشكل 2.11 التكاليف ومؤشرات الأداء لمشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية			
والطاقة الشمسية المركزة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا			
بين عامي 2022-2013			
الشكل 3.1 استثمارات الطاقة المتجددة في دول مجلس التعاون الخليجي حسب			
الدولة والتكنولوجيا			
الشكل 3.2 استثمارات دول مجلس التعاون الخليجي في مجال الطاقة المتجددة في			
مناطق مختلفة حول العالم، 2020-2016 (مليون دولار)			
الشكل 5.1 مخطط يوضح أنواع مُختارة من تقنيات إنتاج الهيدروجين			
الشكل 5.2 أسواق الهيدروجين حسب قطاع الاستخدام (على اليسار) وحسب الدولة			
(على اليمين)			
الشكل 5.3 التكلفة المستوية لإنتاج الهيدروجين في أسواق مختارة، بحسب توقعات			
عام 2025			
الشكل 5.4 حالة سياسات الهيدروجين الأخضر في دول مجلس التعاونالخليجي119			
الشكل 5.1 مخطط يوضح أنواع مُختارة من تقنيات إنتاج الهيدروجين			
الشكل 5.5 مذكرات التفاهم التجارية والشحن المبكر للأمونيا من دول مجلس التعاون			
الخليجي حتى أكتوبر 2023			



# قائمة الجداول

نهایة عام 2022)
الجدول 2.2 نتائج مزادات مختارة في دول مجلس التعاون الخليجي
الجدول 2.3 التفاصيل التمويلية الخاصة بمشاريع الطاقة الشمسية الضخمة
الجدول 3.1 استثمار عدد من صناديق الثروة السيادية داخل المنطقة وخارجها
ا <b>لجدول 3.2</b> استثمارات كيانات من دول مجلس التعاون الخليجي في مشاريع الطاقة المتجددة خارج المنطقة
ا <b>لجدول 4.1</b> سياسات وأهداف التغير المناخي في دول مجلس التعاون الخليجي منذ اتفاق باريس
ا <b>لجدول 4.2 ا</b> لانبعاثات القطاعية في دولة الإمارات حسب السنوات المستهدفة وفقاً لخطة خفض الانبعاثات
الجدول 4.3 التحولات الدستراتيجية في شركات النفط الوطنية وصناديق الاستثمار في دول مجلس التعاون الخليجي
الجدول 4.4 ملخص المراجعات الوطنية الطوعية لدول مجلس التعاون الخليجي لتتبع التقدم المحرز في أهداف التنمية المستدامة
ا <b>لجدول 5.1</b> كثافة سحب المياه واستهلاكها بحسب تكنولوجيا إنتاج الهيدروجينالمستخدمة
ا <b>لجدول 5.2</b> لمحة عامة عن مشاريع مختارة من مشاريع الهيدروجين الأخضر والأزرق ضمن نطاق الجيجاواط في دول مجلس التعاون الخليجي
قائمة الإطارات
<b>الإطار 1.1</b> الاستراتيجيات الاقتصادية الوطنية لدول مجلس التعاون الخليجي حتى مارس 2023
<b>للإطار 1.2</b> شبكة الربط الكهربائي لدول مجلس التعاون الخليجي
<b>الإطار 3.1</b> استثمارات صناديق الثروة السيادية المتنوعة في دول مجلس التعاون الخليجي
<b>للإطار 4.1</b> تعديل أسعار منتجات الطاقة في منطقة دول مجلس التعاون الخليجي
ا <b>لبطار 5.1</b> معلومات مختصرة عن الهيدروجين
<b>البطار 5.1</b> معلومات مختصرة عن الهيدروجين



# الدختصارات

AC GIC مؤسسة الخليج للاستثمار التيار المتردد ADGM الوكالة الألمانية للتعاون الخليجي GIZ سوق أبوظبي العالمي GDG ΔΠΙΔ جلوبال باور جينيريشن جهاز أبوظبي للاستثمار GW ADIB جيجا واط مصرف أبوظبي الإسلامي HYDROM ADNOC شركة هيدروجين عُمان (هايدروم) شركة بترول أبوظبي الوطنية ADWEC البنك الصناعي والتجاري الصيني شركة أبوظبي للمياه والكهرباء درهم إماراتي بنك التنمية للبلدان الأمريكية IEA الوكالة الدولية للطاقة الذكاء الاصطناعي IPP AIIB منتج طاقة مستقل البنك التسيوي للاستثمار في البنية التحتية IRENA ALJ الوكالة الدولية للطاقة المتجددة شركة عبد اللطيف جميل KACARE AMF مدينة الملك عبدالله للطاقة الذرية والمتجددة صندوق النقد العربى APICORP مشروع مشترك ابيكورب KACST BNEF بلومبرج لتمويل الطاقة الجديدة مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية **KAUST** BNA جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية وكالة أنباء البحرين KSA BNPP المملكة العربية السعودية بنك بي إن بي باريبا نقطة أساس LCOE CA-CIB المتوسط العالمي المرجح للتكلفة المستوية للكهرباء لمشاريع الطاقة كريدي أجريكول بنك التمويل والاستثمار CBAM الشمسية الكهروضوئية آلية التسوية الحدودية المتعلقة بالكربون LHS الجهة اليسري البنك التجاري الدولي LIBOR سعر الفائدة بين البنوك في لندن "ليبور" ccs التقاط الكربون وتخزينه LNG ccus الغاز الطبيعي المسال تقنية التقاط الكربون واستخدامه وتخزينه Mbd CIA مليون برميل يومياً وكالة الاستخبارات المركزية MBRAMSP CO2 مجمع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية ثاني أكسيد الكربون MEED COP28 مجلة "ميد" مؤتمر الأطراف COP28 MENA CSP منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا الطاقة الشمسية المركزة MMBtu DC مليون وحدة حرارية بريطانية التيار المستمر MtCO<sup>2</sup>eq DEWA مليون طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون هیئة کهرباء ومیاه دبی NBAD DNI بنك أبوظبي الوطني الإشعاع الطبيعى المباشر NBAD DRI بنك دبي الوطني الاختزال المباشر للحديد NDC DTU المساهمة المحددة وطنيأ جامعة الدنمارك التقنية OIA DWMC جهاز الاستثمار العُماني مركز دبي لمعالجة النفايات **OPEC** EDC منظمة الدول المصدرة للنفط "أوبك" وكالة تنمية الصادرات الكندية **PDO** EDF شركة تنمية نفط عمان شركة كهرباء فرنسا EOR صندوق الاستثمارات العامة الاستخلاص المعزز للنفط ESCWA اتفاقية شراء الطاقة لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغرب آسيا "الإسكوا" ESMAP الشراكة بين القطاعين العام والخاص برنامج المساعدة في إدارة قطاع الطاقة الكهروضوئية منصة تسريع تحول نظام الطاقة REPDO مكتب تطوير مشاريع الطاقة المتجددة برنامج تحفيز تعرفة الطاقة ΕU الجهة اليمني الاتحاد الأوروبي ΕV الخطوط الحديدية السعودية المركبات الكهربائية EWEC هدف التنمية المستدامة شركة مياه وكهرباء الإمارات SWF FAB صندوق ثروة سيادية بنك أبوظبي الأول UAE FAO البمارات العربية المتحدة منظمة الأغذية والزراعة UN الأمم المتحدة خطة التنمية الخمسية لسلطنة عمان UNB بنك الاتحاد الوطنى قرار الاستثمار النهائى UN-CCHLC GCC أبطال الأمم المتحدة رفيعو المستوى في مجال تغير المناخ مجلس التعاون الخليجي UNCTAD مؤتمر الئمم المتحدة للتجارة والتنمية الناتج المحلي الإجمالي UNFCCC اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ هيئة الربط الكهربائى لدول مجلس التعاون الخليجي UNEP GHGGDP برنامج الأمم المتحدة للبيئة الناتج المحلى الإجمالي لغازات الدفيئة US الولايات المتحدة الإشعاع الأفقي العالمي USD دولار أمريكي غازات الدفيئة

11





بعثت الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ التابعة للأمم المتحدة برسالة واضحة إلى العالم خلال أحدث تقرير تقييم أصدرته (تقرير التقييم السادس)، مفادها أن هذا العقد يلعب دوراً محورياً في تحقيق هدف وقف ارتفاع متوسط درجة الحرارة العالمية بحلول نهاية هذا القرن عند 1.5 درجة مئوية عن مستويات ما قبل الثورة الصناعية. كما يؤكد الإجماع العلمي على ضرورة اتخاذ إجراءات سريعة وفورية بحلول عام 2030 لخفض الدنبعاثات الكربونية إلى النصف مقارنة بمستويات عام 2019 (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، 2023). ويسلط مسار الوكالة الدولية للطاقة المتجددة لوقف ارتفاع درجات الحرارة عند 1.5 درجة مئوية الضوء على النظم الكهربائية وكفاءة استهلاك الطاقة كمحركين رئيسيين لتحول الطاقة، وذلك من خلال مصادر الطاقة المتجددة والهيدروجين النظيف والكتلة الحيوية المستدامة (آيرينا، 2023ج).

وفي هذا الإطار، حثت رئاسة مؤتمر الأطراف COP28 الذي استضافته دولة الإمارات العربية المتحدة صُننّاع السياسات وسلطات الطاقة والعاملين في هذا القطاع والمجتمع المدني على التعاون لتحقيق الأهداف العالمية الرامية لمضاعفة قدرة توليد الطاقة من مصادر متجددة بمقدار ثلاث مرات ومضاعفة معدل التحسن في كفاءة استهلاك الطاقة بحلول عام 2030. وتتطلب التغييرات الأساسية في نظام الطاقة العالمي اللازمة لتحقيق هذه الأهداف العديد من الإصلاحات، لكنها توفر في الوقت ذاته فرصاً اقتصادية جديدة لدول مجلس التعاون الخليجي - بما فيها البحرين والكويت وعُمان وقطر والسعودية والإمارات - التي تعد من أهم مناطق العالم في توريد إمدادات الطاقة من الوقود الأحفوري.

## تُعد دول مجلس التعاون الخليجي من أكبر منتجي ومصدري الوقود الأحفوري ومن أكبر الدول المنتجة للانبعاثات الكربونية للشخص الواحد في العالم

تمثل صادرات الوقود الأحفوري حصة كبيرة من الإيرادات الحكومية في منطقة دول مجلس التعاون الخليجي. وفي عام 2020، تراوحت حصة إيرادات صادرات المواد الهيدروكربونية من إجمالي الإيرادات الحكومية بين %39 في الإمارات، وأكثر من %50 في السعودية – وأكثر من %80 في الكويت وقطر (صندوق النقد العربي، 2021). وتشكل إيرادات هذه المواد حصصاً كبيرة أيضاً من الناتج المحلي الإجمالي في المنطقة، حيث تتراوح من %11.5 في الإمارات إلى ما يقارب من %50 في الكويت. ولأن عام 2020 شكّل حالة استثنائية بسبب جائحة كوفيد 19-، والدنخفاض النسبي في أسعار النفط، فمن المتوقع أن تكون هذه الأرقام أعلى في السنوات التالية (صندوق النقد الدولي، 2023ت، 2022ث، 2022ب، 2022ت، 2022ث).

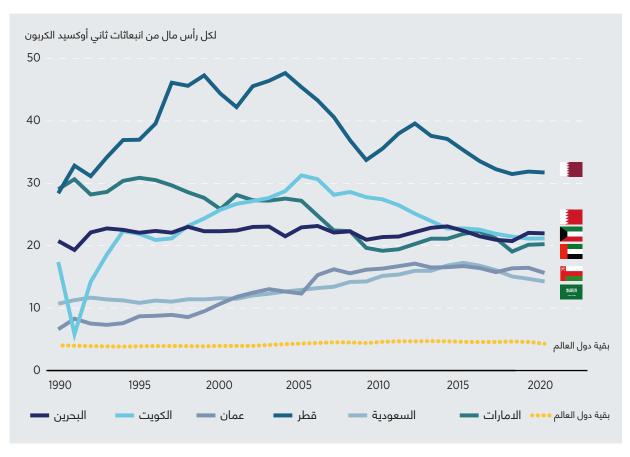
كما يمثل النفط والغاز الطبيعي معظم استهلاك الطاقة النهائي في كافة دول مجلس التعاون الخليجي تقريباً، بما في ذلك الكهرباء. وبينما كانت اقتصادات دول هذه المنطقة تعتبر مستهلكاً صغيراً للطاقة مقارنة بأسواق الطلب العالمية الرئيسية، فقد تضاعف استهلاكها أكثر من أربع مرات على مدار العقود الثلاثة الماضية. ويُعزى هذا النمو في الدستهلاك إلى الدختيارات التاريخية التي اتخذتها دول المنطقة بالدعتماد على الصناعات كثيفة الدستهلاك للطاقة، ونمو تعدادها السكاني المتسارع الذي يتسم بمستويات عالية من الدخل والمعيشة، والحاجة إلى تكييف الهواء على مدار العام، وعوامل أخرى عديدة. كما نمت أسواق الكهرباء بسرعة خلال العقود الماضية، وتسببت محدودية اللوائح التنظيمية الخاصة بكفاءة استهلاك الطاقة في قطاعي البناء والطاقة – الذين اعتمدا على مصادر الكهرباء عالية الدعم – في زيادة الدستهلاك بشكل تلقائي. ويتم تأمين قدرة توليد الطاقة اللازمة لتلبية هذا الدستهلاك في أوقات في السعودية والكويت بالاعتماد كلياً على الوقود الأحفوري، ولا سيما الغاز الطبيعي، بالإضافة إلى المنتجات النفطية أيضاً (وحتى النفط الخام في أوقات الذروة) (الشكل S1).

الشكل **S1** النسب المئوية لتوليد الكهرباء من كل نوع وقود في دول مجلس التعاون الخليجي، عام 2020



المصدر: (آيريند، 2023ب).

تضاع<mark>فت انبعاثات غازات الدفيئة الناتجة بشكل كبير بين عامي 2000 و2020، مما جعل دول مجلس التعاون الخليجي من أكبر منتجي الدنبعاثات الكربونية للشخص الواحد في العالم. إذ يوِّلد الشخص الواحد في دول مجلس التعاون الخليجي انبعاثات أعلى من المتوسط العالمي؛ وتعد قطر أكبر منتج للانبعاثات في العالم، في حين تأتي السعودية في المرتبة التاسعة كأكبر منتج في إجمالي انبعاثات غازات الدفيئة عالمياً (الشكل S2).</mark>



الشكل 82 الانبعاثات الكربونية للشخص الواحد في دول مجلس التعاون الخليجي مقارنة ببقية دول العالم

المصدر: (البنك الدولي 2023أ، "كلايمت ووتش" 2023)

يمكن أن يساعد التحوّل نحو الطاقة المتجددة، بما في ذلك التوسّع في تبني مصادر الطاقة المتجددة، في الحد من تغير المناخ وتنويع اقتصادات المنطقة

تُعد نسبة التأثر بتداعيات تغيّر المناخ عالية في المنطقة، مما يؤكد الحاجة الملحة لاتخاذ الإجراءات اللازمة للحد من هذه التداعيات والتكيف معها، التي تلعب مصادر الطاقة المتجددة دوراً حاسماً فيها. وتتفرد دول مجلس التعاون الخليجي كونها تقع في واحدة من أكثر المناطق التي تعاني من الإجهاد المنائي والجفاف في العالم، وبالتالي فهي مُعرّضة بشدة للتأثر بتغيرات المناخ. كما أن هذه المنطقة معرضة بشكل خاص لتحديات مثل تأثيرات الجزر الحرارية الحضرية، وارتفاع مستويات تلوث الهواء، وظروف الطقس القاسية (الصندوق العالمي للحد من الكوارث والتعافي من آثارها، 2020؛ الأونكتاد، 2021؛ البنك الدولي، 2021أ، 2021). وبالتالي، أصبح التصدي لمسبات تغير المناخ وآثاره من الضرورات الملّحة في المنطقة.

يوفر تحوّل الطاقة وتطوير حلول مبتكرة - بما فيها الطاقة المتجددة وكفاءة استهلاك الطاقة والهيدروجين الأخضر وتقنيات تحلية المياه القائمة على مصادر الطاقة المتجددة - فرصة استثنائية للتنويع الدقتصادي والدبتكار. وتحقيقاً لمساعيها الرامية لتطوير حلول مبتكرة ذات أهمية عالمية. وتتطلع دول مجلس التعاون الخليجي إلى تنويع اقتصاداتها للحد من الدعتماد على الوقود الأحفوري، والحد من التأثر بأسعار النفط الدولية المتقلبة، فضلاً عن التعامل مع الضغوط المتزايدة من أجل توفير المزيد من فرص العمل والأعمال التي يمكنها الاستفادة من الموارد الحالية؛ بما فيها موارد الطاقة الشمسية الوفيرة والصناديق العامة. ومن الأمثلة على ذلك الإنتاج المبكر للهيدروجين الأخضر في عمان والسعودية والإمارات؛ وتطوير الوقود الحيوي الخاص بالطائرات في الإمارات؛ وتطوير المدن الخضراء التي تعتمد كلياً على مصادر الطاقة المتجددة، مثل مشروع نيوم الحضري المبتكر في السعودية؛ واستخدام الطاقة المتجددة لتحلية المياه المرادة للتبريد المناطق في مدينة "مصدر" في الإمارات؛ بالإضافة إلى استخدام مصادر الطاقة المتجددة لتحلية المياه باستخدام تكنولوجيا التناضح العكسي في السعودية والإمارات. وبالتوازي مع ارتفاع درجات الحرارة العالمية وتعرُّض المزيد من البلدان لظاهرة الجفاف، ستكون هذه الحلول ضرورية على الصعيد العالمي.

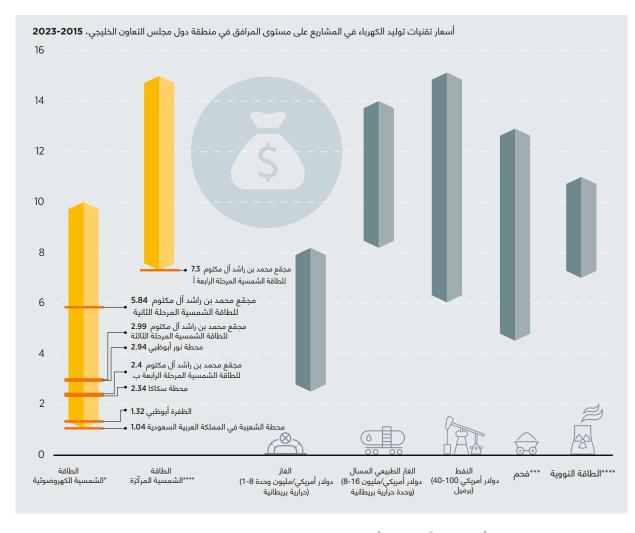
### إمكانات الموارد الهائلة والفعالة من حيث التكلفة في المنطقة تدعم إقامة استثمارات أكبر في مصادر الطاقة المتجددة

هناك إدراك واضح لإمكانات الطاقة المتجددة في منطقة دول مجلس التعاون الخليجي منذ وقت طويل، حيث تتمتع هذه الدول بإمكانات كبيرة من الموارد الشمسية، خاصة الطاقة الشمسية الكهروضوئية. كما تتمتع بعض المناطق، ولا سيما في عُمان والسعودية، بموارد جيدة للطاقة الشمسية المركزة. وتُعد إمكانات طاقة الرياح في جميع أنحاء المنطقة أقل من إمكانات الطاقة الشمسية، لكنها لا تزال موجودة، كما يتم تنفيذ عدد متزايد من مشاريع طاقة الرياح في المنطقة.

تتجلى القدرة التنافسية من حيث التكلفة لتقنيات الطاقة المتجددة بشكل خاص في سوق مشاريع الطاقة المتجددة واسعة النطاق المتصلة بالشبكة. وزيادة ويُعزى انخفاض تكلفة المشاريع على مستوى المرافق إلى التقنيات المحسّنة، وتوافر التمويل منخفض التكلفة، وعمليات الشراء التنافسية، وزيادة معدلات تنفيذ مشاريع الطاقة المتجددة، وامتلاك أصحاب المصلحة لفهم أعمق وإلمام أوسع بهذه التقنيات. وشهد عام 2010 انخفاضاً في المتوسط العالمي المرجح للتكلفة المستوية للكهرباء من مشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية من 44.5 سنتاً أمريكياً/كيلوواط ساعة إلى 4.9 سنتاً أمريكياً/كيلوواط ساعة إلى 4.9 سنتاً أمريكياً/كيلوواط ساعة بنتاج الطاقة، كيلوواط ساعة، وتتفوق بذلك على الغاز الطبيعي والغاز الطبيعي المسال والنفط والفحم والطاقة النووية بسهولة (الشكل S3). كما تفتح هذه الأسعار والإمكانات التنافسية الباب أمام تقنيات الطاقة النظيفة الأخرى، مثل الهيدروجين الأخضر، لتصبح خياراً تنافسياً على الصعيد العالمي.

# تم تحديد أهداف الطاقة المتجددة طويلة المدى وحفز الاستثمارات العامة لبدء عملية تنفيذها، على الرغم من أن عمليات التوسع الفعلية استمرت بمعدلات مختلفة

تبوأت مصادر الطاقة المتجددة مكانة مهمة في الخطط الطموحة طويلة الأجل للطاقة المستدامة في المنطقة. وحتى الآن، تسعى خمس دول من مجلس التعاون الخليجي إلى تحقيق أهداف الحياد المناخي في الفترة الممتدة بين 2060-2050، ولكن هذه الالتزامات لم يتم تحويلها بعد إلى سياسات وأهداف واضحة للتنفيذ. وقدمت دول مجلس التعاون الخليجي كافة مساهمات محددة وطنياً وحددت أهدافاً للطاقة المتجددة؛ حيث أعلنت ثلاثة أهداف لتحسين كفاءة استهلاك الطاقة. كما تتفاوت طموحات هذه الدول بالتوازي مع الاختلاف في حجم وجاهزية السوق فيها. وهناك حاجة متنامية لتحديد أهداف أوسع نطاقاً للطاقة المتجددة لا تقتصر على قطاع الطاقة فقط بل تهدف أيضاً إلى توفير خريطة طريق شاملة لإزالة الكربون من الاقتصاد بأكمله. وبالمثل، يجب أن تشجع أطر السياسات الشاملة الاستقرار على المدى الطويل، وتعزز القدرة على التكيف مع التطورات التقنية والسوقية، بالإضافة إلى تسهيل السياسات الانتقالية المهيكلة والعادلة. وبالتوازي مع تحديد دول المجلس الست لمستهدفاتها من الانبعاثات مؤخراً، تركز العديد من المناقشات الحالية على السياسات الأكثر ملاءمة لأهداف وظروف كل دولة.



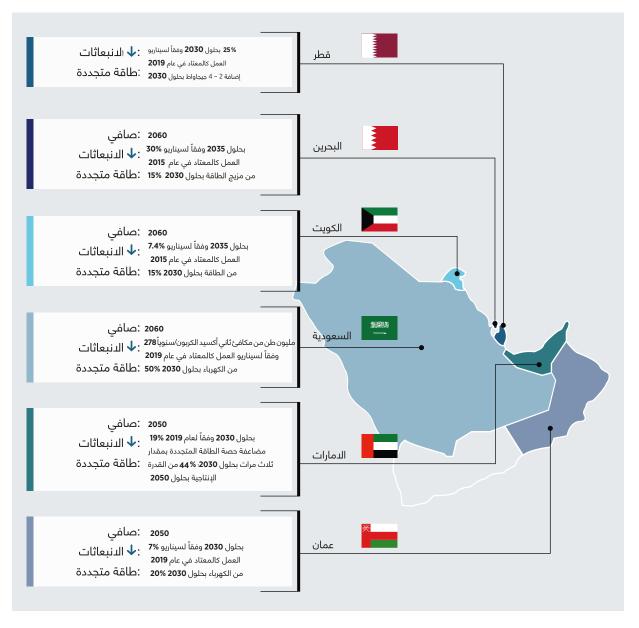
الشكل 33 أسعار تقنيات توليد الكهرباء على مستوى المرافق في دول مجلس التعاون الخليجي، بين عامي 2015 – 2023

المصدر: الطاقة المتجددة (زاوية، 2021؛ أبوستوليريس وآخرون، 2018؛ أكوا باور 2020؛ ديباولا، 2018؛ كارفاليو 2011)؛ الطاقة غير المتجددة (زيويتز، 2023؛ سابجا، 2020؛ ميلز، 2017؛ شانيل وآخرون، 2015؛ منار 2014؛ سكريبلر، 2015).

\*منخفض = السعر في محطة الشعيبة للطاقة الشمسية، ومرتفع = افتراض متحفظ مبني على رأي الخبراء

<sup>\*\*</sup>منخفض = السعر فّي مجمّع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية المرحلة الرابعةَ في دبي بقدرة 700 ميجاواط، مرتفع = السعر في محطة نور 2 في المغرب \*\*\*منخفض = السعر في محطة حسيان لتوليد الطاقة الكهربائية من الفحم النظيف، مرتفع = تقدير لسعر التوليد من محطات الفحم المجهزة بتقنية التقاط الكربون وتخزينه \*\*\*المستوى التقديري للطاقة النووية استناداً إلى (ميلز، 2012؛ وسكريبلر، 2015)

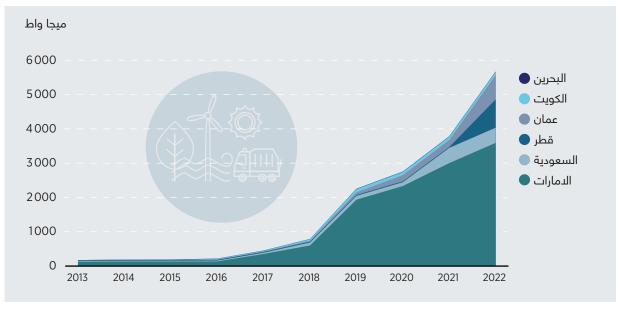




الشكل 5.4 أبرز سياسات وأهداف التغير المناخي في دول مجلس التعاون الخليجي

إخلاء مسؤولية: تم إدراج الخريطة لأغراض توضيحية فقط. الحدود الموضحة في الشكل لا تنطوي على أيّ إعرابٍ عن أي رأيٍ من جانب الوكالة الدولية للطاقة المتجدّدة، أو بشأن المركز القانوني لأي منطقة، أو بلد، أو إقليم، أو مدينة، أو منطقة خاضعة لسلطاتها، أو تتعلّق بترسيم حدودها أو تخومها. يتركز تنفيذ مشاريع الطاقة المتجددة في المنطقة في بلد واحد وفي قطاع الطاقة حصراً. وقد قامت دول مجلس التعاون الخليجي ببناء كامل قدرتها من الطاقة المتجددة خلال العقد الماضي فقط، معتمدةً بشكل كامل تقريباً على الطاقة الشمسية. كما ارتفعت قدرتها المركبة من 176 ميجاواط فقط في عام 2022 (الشكل 85). وعلى الرغم من هذه الزيادة الكبيرة والخطط الطموحة التي وضعتها المنطقة في هذا المجال وتنامي القدرة التنافسية للطاقة الشمسية من حيث التكلفة، لا تزال حصة مصادر الطاقة المتجددة في مزيج الكهرباء ضئيلة. وفي عام 2022، شكلت مصادر الطاقة المتجددة نسبة 3% فقط من قدرة توليد الكهرباء في المنطقة. بالإضافة إلى ذلك، تركز توسع مصادر هذه الطاقة في الإمارات، التي تمتلك أكثر من 60% من قدرة المنطقة (الشكل 86). ولذلك يجب أن تتطور سياسات الطاقة المتجددة إلى ما هو أبعد من توليد الكهرباء لتغطي إزالة الكربون من الدقتصاد الأوسع. وفي هذا السياق، يُعد التطوير المستمر للاستراتيجيات الطاقة الوطنية والقطاعية، بما فيها استراتيجيات الهيدروجين الأخضر، والمدعوم بمشاريع وسياسات ملموسة، أمراً أساسياً للحد من البصمة الكربونية في قطاعي النقل والصناعة.

توجهات التوسع في استخدام الطاقة المتجددة تتسق مع توجهات الدستثمار. فقد استحوذت الإمارات على ما يقارب 70% من الدستثمارات في الفترة الممتدة بين عامي 2013 - 2022 (الشكل S7). وتركزت معظم هذه الدستثمارات في عدد قليل من المشاريع الكبيرة، مما أفضى إلى تقلبات كبيرة في الأحجام من عام لآخر. وبالإضافة إلى مشاريع الطاقة المتجددة، استهدفت استثمارات القطاع العام كذلك مبادرات التصنيع والبحث والتطوير بهدف توفير قيمة اقتصادية في قطاع الطاقة المستدامة المتنامي. ومن الممكن أن تساهم الإصلاحات على الصعيد المؤسسي، والتفويضات الواضحة، والدلتزام السياسي، فضلاً عن الحوافز الجاذبة للاستثمارات الخاصة، في توسيع نطاق نشر مصادر الطاقة المتجددة في بلدان أخرى في المنطقة.



الشكل 5.5 قدرات توليد الطاقة المتجددة في دول مجلس التعاون الخليجي (ميجاواط)، بين عامي 2013 – 2022

المصدر: (آيرينا، 2023ب)

48.3 البحرين ميجا واط 97 البحرين ميجا واط 97 الكويت ميجا واط 443 الكويت الكويت ميجا واط 705 السعودية ميجا واط 705 عمان ميجا واط 824 المارات ميجا واط 824 ميجا واط 824 ميجا واط 624 ميجا وا

الشكل 8.6 قدرة توليد الطاقة المتجددة حسب الدولة (ميجاواط)، 2022

المصدر: (آيرينا 2023ب).







المصدر: (بلومبرج لتمويل الطاقة الجديدة، 2023).

تتميز الاستثمارات بمزيج متنوع من الكيانات العامة والخاصة، بما في ذلك أصحاب المصلحة المحليين والمؤسسات المالية الأجنبية. وساهمت ظروف التمويل المواتية في انخفاض قيمة تمويل المشاريع الكبيرة إلى مستويات قياسية في عدة جولات من مزادات الطاقة المتجددة. وتشمل هذه الظروف المواتية انخفاض أسعار الفائدة، وفترات سداد ممددة للقروض ، وارتفاع نسب الدين إلى حقوق الملكية، مما يجعل المشهد المالي للمشاريع الكبيرة جذاباً بشكل خاص. ومع تسريع تنفيذ مشاريع الطاقة المتجددة، يمكن تصميم المزادات لتحقيق أهداف أوسع نطاقاً مثل توفير الدعم لنظام الطاقة والخدمات المساعدة، فضلاً عن تعزيز تطوير القطاع. وغالباً تواجه المشاريع الصغيرة تحديات أكبر على صعيد التمويل. فعلى سبيل المثال، لم تحقق آلية القياس الصافي للطاقة سوى نجاح محدود في دبي، الولاية القضائية الوحيدة التي تم تنفيذها فيها. وظهرت خطط التأجير، والتوحيد القياسي، وآليات التجميع، وإلى حدٍ ما التمويل الجماعي كحلول تمويلية في سوق المشاريع صغيرة الحجم. ويمكن لاستخدام هذه الحلول في جميع أنحاء المنطقة أن يسهم في إطلاق العنان لإمكانات نشر الطاقة المتجددة، وإنشاء منظومة من شركات الطاقة المتجددة المحلية.

## يمكن للاستثمارات العامة في البنية التحتية وفي بناء القدرات وسلاسل القيمة المحلية أن تزيد من حفز وتمكين نشر الطاقة المتجددة والمزايا المرتبطة بها

تتميز منطقة دول مجلس التعاون الخليجي ببنيتها التحتية القوية للطاقة، التي يمكن الاستفادة منها لزيادة حصص مصادر الطاقة المتجددة. فقد أنشأت دول مجلس التعاون الخليجي شبكة إقليمية في عام 2009. ويعتبر توسيع قدرتها وإنشاء سوق جملة مماثلة لتلك الموجودة في العديد من الأنظمة الأوروبية وأمريكا اللاتينية أمراً ممكناً من الناحية التقنية، فضلاً عن أنه قد يكون مجدياً من الناحية الاقتصادية. وقد تكون الفوائد كبيرة بالنسبة لبلدان مثل البحرين والكويت وقطر، التي لا تسمح مساحتها الصغيرة نسبياً بنشر القدر نفسه من الطاقة المتجددة على نطاق واسع كما هو الحال في بعض البلدان المجاورة ذات المساحات الأكبر. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن يقود توسيع نطاق الشبكة بحث يشمل منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، من خلال ربط الشبكات بين دول مثل السعودية والأردن ومصر، إلى زيادة نطاق الوفورات الاقتصادية وإلى دعم دمج الكهرباء المتغيرة القائمة على مصادر الطاقة المتجددة - مثل الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح - في الشبكة، فضلاً عن معالجة التفاوتات ضمن المنطقة من حيث أنماط الأحمال وذروة الطلب.

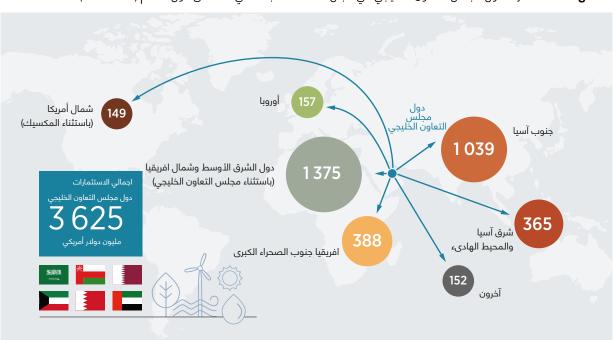
ومن المهم ألا يقتصر تطوير البنية التحتية على البنية التحتية لتوليد الطاقة فقط. ففي ضوء مساعي المنطقة لتطوير وتعزيز بنيتها التحتية، ستكون هناك حاجة لبذل المزيد من الجهود لتطوير البنية التحتية التي تدعم الاستخدامات النهائية لمصادر الطاقة المتجددة. فعلى سبيل المثال، ينبغي تطوير البنية التحتية للنقل لدعم نظام التحتية لنقل الهيدروجين، التي تعتبر ضرورية لتصدير الهيدروجين الأخضر، نظراً لمحدوديتها في المنطقة. كما أن تحديث البنية التحتية للنقل لدعم نظام المركبات الكهربائية، إلى جانب تمكين وسائل النقل البديلة مثل السكك الحديدية والحافلات التي تعمل بالكهرباء، سيسهم بشكل حيوي في إزالة الكربون الناتج عن قطاع النقل. وقد طورت دولة الإمارات سياسةً وطنية للمركبات الكهربائية تهدف إلى إنشاء شبكة واسعة النطاق من أجهزة شحن المركبات الكهربائية، مع تنظيم سوق المركبات الكهربائية في الدولة. وتهدف السياسة أيضاً إلى الحد من استهلاك الطاقة في قطاع النقل بنسبة %20، وتعتبر هذه الخطط هي الأولى من نوعها حتى اللحظة.



وركزت الاستراتيجيات الحكومية لتنويع الاقتصاد على تنمية اقتصادات المعرفة والمهارات التي يمكن الاستفادة منها لتطوير الحلول المتعلقة بتحوّل قطاع الطاقة، بما في ذلك مصادر الطاقة المتجددة. ومع ذلك، تركزت هذه الجهود في عدد قليل من الدول. على سبيل المثال، تتضمن الأجندة الوطنية الخضراء 2030 لدولة الإمارات إنشاء اقتصاد معرفي تنافسي وجهوداً لدعم الابتكار الأخضر والتنوع الأخضر على الصعيد الوطني. وتشمل هذه الجهود برامجاً لترخيص واعتماد التدريب المهني في المجالات الخضراء، والمنح الدراسية للطلاب لإجراء دورات في المجالات البيئية ما بعد المرحلة الثانوية، وتمويل الدراسات والأبحاث المتعلقة بالتخصصات الخضراء، والمبادرات البحثية التي تدعم ظهور اقتصاد أخضر قائم على المعرفة. بينما تتضمن رؤية السعودية -2030 وهي استراتيجية شاملة لإعادة هيكلة الاقتصاد السعودي بشكل منهجي- برامج تركز على أهداف مثل تنمية القدرات البشرية. ويتطلب تحوّل الطاقة فرصةً لتطوير رأس المال الفكري في قطاعات الطاقة النظيفة الناشئة، مع إمكانية تحويل المنطقة إلى مركز للتقنيات النظيفة. ويتطلب اغتنام هذه الفرصة استثمارات في مبادرات التعليم والتدريب وإعادة التأهيل وتحسين المهارات في جميع أنحاء المنطقة.

يتعين على دول مجلس التعاون الخليجي أن تضطلع بدورٍ أكبر في تحقيق الأهداف العالمية، على الصعيدين المحلي والدولى.

إلى جانب الجهود التي تبذلها دول مجلس التعاون الخليجي على الصعيد الوطني، فإنها تمتلك المؤهلات التي تمكنها من دعم تحوّل الطاقة في البلدان النامية، وذلك من خلال استثمارات تعاونية دولية في مجال الطاقة المتجددة. وفي حين أن غاية معظم الاستثمارات تجاري، لكن بعض استثمارات دول مجلس التعاون الخليجي الخارجية تهدف إلى دعم الدول الشريكة في تحقيق أهدافها المتعلقة بأمن الطاقة وتحقيق التنمية المستدامة في مناطق رئيسية (الشكل S8). وقد بلغت قيمة الاستثمارات الخليجية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا 1.4 مليار دولار، مما يؤكد تركيز دول مجلس التعاون الخليجي على تعزيز مبادرات الطاقة المتجددة والتنمية مع الدول المجاورة.



الشكل 8.8 استثمارات دول مجلس التعاون الخليجي في مجال الطاقة المتجددة في المناطق حول العالم (2020-2016)

المصدر: (آيرينا ومبادرة سياسات المناخ 2023).



يشمل ذلك مشاريع الطاقة الشمسية وطاقة الرياح في الأردن ومصر والمغرب. كما استفادت جنوب آسيا وأفريقيا جنوب الصحراء الكبرى بشكل كبير من تلك الدستثمارات، حيث تجاوزت قيمة الدستثمارات فيهما 1 مليار و388 مليون دولار، على التوالي، مما ساهم في توسيع حلول الطاقة المستدامة في هذه المناطق. ووسعت دول مجلس التعاون الخليجي تمويلها لمشاريع الطاقة المتجددة ليشمل دول شرق آسيا والمحيط الهادئ وأوروبا وأمريكا الشمالية (باستثناء المكسيك)، وخصصت لهذه الدول مجتمعةً مبلغ 823 مليون دولار لتمويل تطوير مشاريع الطاقة المتجددة.

سيكون التعاون الدولي واستثمارات الطاقة المتجددة في البلدان التي لم تتمكن حتى الآن من جذب رأس المال الخاص دون دعم متعدد الأطراف أمراً حاسماً لتحقيق أهداف المناخ والتنمية المستدامة، بما فيها مضاعفة مصادر الطاقة المتجددة ثلاث مرات، ومضاعفة كفاءة استخدام الطاقة حول العالم. وستكون المساهمات التي تقدمها دول مجلس التعاون الخليجي في هذا المجال قيّمة للغاية.

وعلى الصعيد المحلي، من المتوقع أن تصل الدستثمارات في مصادر الطاقة المتجددة في دول مجلس التعاون الخليجي إلى آفاق جديدة خلال السنوات التالية لمؤتمر الأطراف COP28. ومن المتوقع أن تحافظ دولة الإمارات على ريادتها في هذا المجال من خلال توليد %44 من طاقتها من مصادر متجددة بحلول عام 2050، ومضاعفة قدرتها المتجددة ثلاث مرات بحلول عام 2030، مدعومة باستثمارات تصل قيمتها إلى 54 مليار دولار في قطاع الطاقة (أرببيان بزنس، 2023). ومن المُرّجح أن تتصاعد الدستثمارات في السعودية، مع بدء جولات أخرى من مزادات الطاقة المتجددة. كما من المتوقع أيضاً انتعاش الدستثمارات في البحرين والكويت وعُمان وقطر مع شروع هذه الدول في تنفيذ خططها للطاقة المتجددة. وفي ضوء هذه الإمكانات الكبيرة التي تتمتع بها المنطقة من حيث الموارد، ينبغي لها أن تلعب دوراً أكبر يساعد على مضاعفة الطاقة المتجددة العالمية ثلاث مرات، ومضاعفة كفاءة الطاقة بحلول عام 2030 للحد من آثار تغير المناخ وتنويع مزيج الطاقة واقتصاديات المنطقة (آيرينا، 2023).



01

تُعَد دول مجلس التعاون الخليجي-البحرين والكويت وعُمان وقطر والسعودية ودولة الإمارات- أهم مصدر لإمدادات الطاقة التقليدية في منطقة الشرق الثوسط، فضلاً عن كونها قوة اقتصادية ناشئة ذات أهمية عالمية. ويقدم هذا الفصل لمحةً عامة عن اقتصادات دول مجلس التعاون الخليجي، والدور الذي تلعبه الطاقة في اقتصاداتها ومجتمعاتها. ويبدأ الفصل بتقديم خلفية اجتماعية واقتصادية عن المنطقة، بما في ذلك الأرقام الاقتصادية والتجارية (القسم 1.2)، تليها لمحة عامة عن مشهد الطاقة فيها (القسم 1.2)، ويختتم الفصل بدراسة لانبعاثات غازات الدفيئة في المنطقة ومدى تأثرها بالتغير المناخى (القسم 1.3).

#### 1.1 الخلفية الاجتماعية والاقتصادية

تُعد اقتصادات دول مجلس التعاون الخليجي الأسرع نمواً والأغنى بين دول منطقة الشرق الأوسط. إذ تجاوز الناتج المحلي الإجمالي لدول مجلس التعاون الخليجي الست في عام 2020 مبلغ 1.4 تريليون دولار، أي ما يعادل حوالي ثلث الناتج المحلي الإجمالي لأمريكا اللاتينية، ويمثل حوالي %45 من الناتج المحلي الإجمالي لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا (منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا (الشكل 1.1). أستحوذت السعودية وحدها على حوالي نصف الناتج المحلى الإجمالي للمنطقة في عام 2020؛ وتنتج مع دولة الإمارات حوالي ثلاثة أرباع الناتج المحلى الإجمالي لدول مجلس التعاون الخليجي.

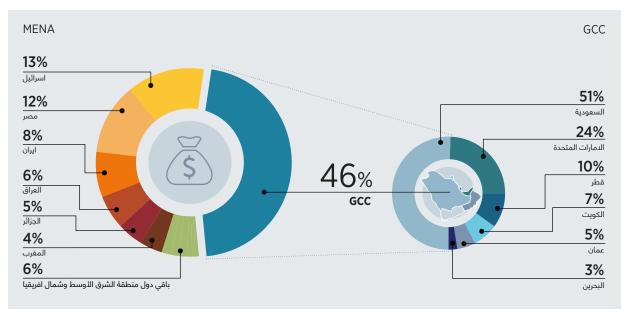
يتناقض الثقل الدقتصادي لدول مجلس التعاون الخليجي، على الصعيدين الإقليمي والعالمي، مع صغر مساحة أراضيها وقلّة عدد سكانها. إذ يتراوح عدد سكان الدول ذات المساحات الصغيرة في المنطقة بين أقل من 3 ملايين في البحرين، وأكثر من 4 ملايين في الكويت وقطر، و5 ملايين في عُمان، ونحو 10 ملايين في دولة الإمارات، وهو بالكاد ما يزيد عن عدد سكان مدينة نيويورك. بينما يتجاوز عدد سكان السعودية 35 مليون نسمة (البنك الدولي، 2023ب). ومع هذا التعداد السكاني القليل نسبياً، وتمتعها بموارد كبيرة من النفط والغاز، تُعَد البحرين والكويت وقطر والسعودية ودولة الإمارات من أغنى دول العالم على أساس نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي (الشكل 1.2).2 وتبرز قطر باعتبارها سادس أغنى دولة في العالم على أساس نصيب الفرد (صندوق النقد الدولي، 2023أ). ويشكل المغتربون أكثر من نصف سكان دول مجلس التعاون الخليجي، إذ تتراوح نسبتهم بين %35 في السعودية، وه58 في قطر، و%88 في الإمارات (زاوية، 2022؛ قطر عبر الإنترنت، 2019؛ وكالة الاستخبارات المركزية، 2023).

<sup>1.</sup> إجمالي الناتج المحلي لدول مجلس التعاون الخليجي وفق حساب مُعدّي هذا التقرير، وقيم المبالغ الإقليمية المستخدمة وفقاً لإحصائيات البنك الدولي. أرقام البنك الدولى (2023) لعام 2020.

<sup>2.</sup> تُقاس على أساس نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي (تعادل القوة الشرائية).



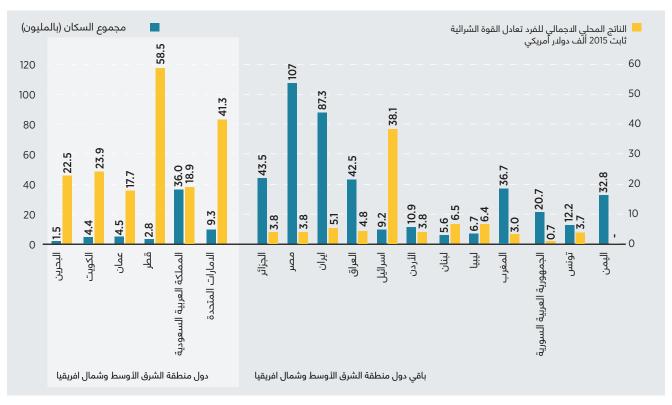




المصدر: (البنك الدولي 2023أ). ملحوظة: لا تتوفر بيانات حول اليمن.

إن غنى المنطقة بالثروات، إلى جانب تركيبتها السكانية والجغرافية وهيكلياتها الحكومية، تفسر نموذج التنمية الذي تتمتع به، إذ يُصنّف سكان دول مجلس التعاون الخليجي من الثثرياء والشباب، حيث إن %26-15 منهم تحت سن 14 عاماً ومتحضرون للغاية ويتمتعون ببنية تحتية حديثة تم بناء معظمها خلال الخمسين عاماً الماضية. ويعيش أكثر من %90 من السكان في المراكز الحضرية في المنطقة، أما في دول الخليج ذات المساحات الصغيرة – مثل البحرين والكويت وقطر - فيعيش جميع السكان تقريباً في عواصمها (البنك الدولي، 2023ب).

وأدى الاستثمار المنهجي في البنية التحتية الحديثة على مدى العقود الماضية وحالات الرفاهية السخية في دول المنطقة إلى ارتفاع مستويات المعيشة المعظم المواطنين والعديد من المغتربين؛ كما أنها أنتجت أيضاً مشهد الفخامة والتطور الذي تتميز به مدن الخليج، بما في ذلك المباني الحديثة الشاهقة، والطرق السريعة متعددة المسارات، والمنتجعات الفاخرة. في حين لا تزال هناك تفاوتات صارخة في مستويات الدخل، لا سيما بين المواطنين والعمالة الوافدة ذات المهارات المنخفضة، لكن تتميز المنطقة أيضاً بإمكانية وصول الجميع إلى مصادر كهرباء منخفضة التكلفة، وأنواع وقود الطهي الحديث، فضلاً عن النظم الحديثة للصحة والتعليم. وسجلت دول مجلس التعاون الخليجي درجات عالية في العديد من التصنيفات الدولية، مثل مؤشر التنمية البشرية للأمم المتحدة (الأمم المتحدة، 2022)، بالإضافة إلى المؤشرات المتعلقة بالأعمال التجارية، مثل الاستطلاعات التي يجريها البنك الدولي بشأن المؤسسات (البنك الدولي، 2023).



**الشكل 1.2** التعداد السكاني والثروة في دول مجلس التعاون الخليجي ومنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، 2020

المصدر: (البنك الدولي 2023أ). ملحوظة: لا تتوفر بيانات الناتج المحلى الإجمالي لليمن.

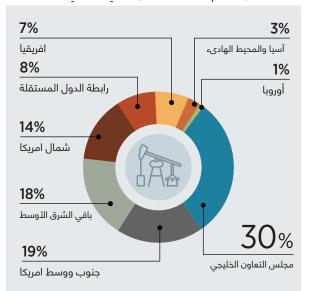
### الاقتصاد والتجارة الخارجية

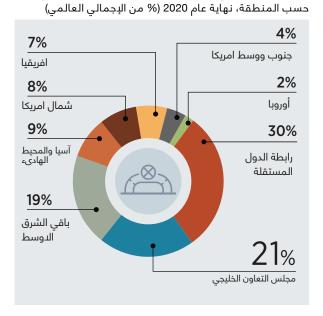
يشكل الوقود الأحفوري جزءاً كبيراً من الثروة الاقتصادية الحديثة لدول مجلس التعاون الخليجي، وتمثل هذه الدول مجتمعة حوالي %30 من احتياطيات العالم المؤكدة من النفط الخام - أكثر من أي منطقة أخرى في العالم - وأكثر من خُمس احتياطيات العالم المؤكدة من الغاز الطبيعي (الشكلان 1.3 و1.4). وتعدّ المملكة العربية السعودية ثاني أكبر منتج للنفط الخام في العالم بعد الولايات المتحدة، وتعتبر المملكة إلى جانب الإمارات والكويت، من بين أكبر عشرة منتجين للنفط في العالم (الشكل 1.5). وتمتلك المنطقة أيضاً حوالي خُمس احتياطيات الغاز الطبيعي في العالم، حيث تُعد قطر خامس أكبر منتج للغاز في العالم (الشكل 1.6).

وبالنظر إلى التعداد السكاني الصغير نسبياً في دول مجلس التعاون الخليجي على مدى العقود الماضية، فقد ظل الطلب المحلي على الطاقة محدوداً، مقارنةً بأصول الوقود الأحفوري الكبيرة في المنطقة. وهذا يعني أن معظم الوقود الأحفوري المنتج في المنطقة تم تصديره. وفي عام 2022، صدّرت السعودية أكثر من %60 من إنتاجها من النفط الخام، وصدرت الإمارات ما يقارب من %70. كما صدرت قطر ما يقارب من %75 من إنتاجها من الغاز (وكالة الطاقة الدولية، 2023أ، 2023ب، 2023م). وبالتالي، يلعب منتجو النفط والغاز في دول مجلس التعاون الخليجي دوراً مهماً كموردين للوقود الأحفوري للأسواق العالمية. وتمثل مخزونات البمارات %6 (الشكل 1.7). وتُعدّ للشواق العالمية. مصدر للغاز الأحفوري في العالم بعد الدتحاد الروسي والولايات المتحدة (الشكل 1.8).

01

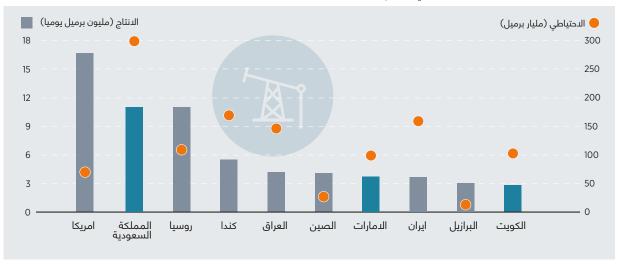
الشكل 1.3 إجمالي الاحتياطيات المؤكدة من النفط حسب المنطقة، نهاية عام 2020 (% من الإجمالي العالمي)





الشكل 1.4 إجمالي الاحتياطيات المؤكدة من الغاز الطبيعي

الشكل 1.5 أكبر عشر دول منتجة للنفط في العالم، 2021



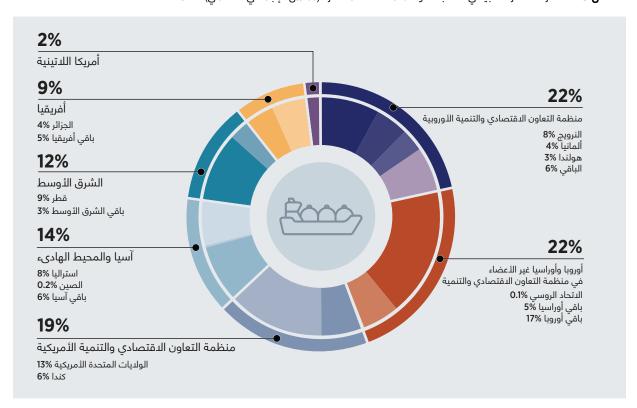
الشكل 1.6 أكبر عشر دول منتجة للغاز الطبيعي في العالم، 2021



5% 2% منظمة التعاون الدقتصادي والتنمية الأوروبية آسيا النرويج %4 منظمة التعاون الدقتصادي والتنمية في آسيا والمحيط الهادىء % الصين %0.2 باقي آسيا %1 باقي منظمة التعاون الأوروبي 2% 7% أمريكا اللاتينية البرازيل %3 باقى أمريكا اللاتينية 4% 14% أفريقيا مجلس التعاون الخليجي المملكة السعودية %15 باقي أفريقيا %4 الدمارات %6 نيچيريا %4 ليبيا %3 باقي مجلس التعاون الخليجي %8 انغولا %**3** 15% 10% اوراسيا الاتحاد الروسي 11% باقي أوراسيا 5% 18% باقى الشرق الأوسط باقي أوروبا 0.1% منظمة التعاون الاقتصادي و التنمية الامريكية کندا %**8** المكسيك %3 المكسيك %3 الولايات المتحدة %7

الشكل 1.7 صادرات النفط الخام حسب الدولة/المنطقة المصدرة (% من الإجمالي العالمي)، 2021

المصدر (شركة بريتيش بتروليوم 2023).



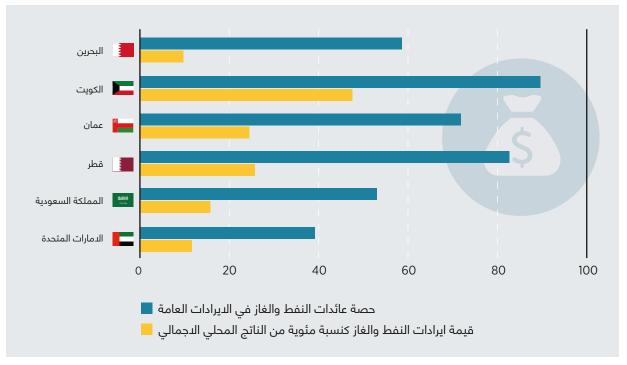
الشكل 1.8 صادرات الغاز الطبيعي حسب الدولة/المنطقة المصدرة (% من الإجمالي العالمي)، 2021

المصدر (شركة بريتيش بتروليوم 2023).

01

لا تزال صادرات الوقود الأحفوري تمثل حصة كبيرة من إيرادات الحكومات المركزية. وخلال السنوات الأخيرة فقط، بدأت بعض دول مجلس التعاون الخليجي في تطبيق ضريبة القيمة المضافة وضريبة الشركات (وزارة المالية في دولة الإمارات العربية المتحدة، 2022؛ آل خلف، 2022). في عام 2020، تراوحت حصة عائدات تصدير المواد الهيدروكربونية في إجمالي الإيرادات الحكومية من مستوى منخفض بلغ 98% في الإمارات التي تشهد تنوعاً نسبياً، إلى ما يزيد قليلاً عن 50% في السعودية، وأكثر من 80% في الكويت وقطر (صندوق النقد العربي،2021). وتمثل إيرادات النفط والغاز أيضاً، حصصاً كبيرة من الناتج المحلي الإجمالي، تتراوح من 11.5% في دولة الإمارات وإلى ما يقارب من 50% في الكويت (الشكل 1.9). وبما أن عام 2020 كان عاماً استثنائياً بسبب انتشار جائحة كوفيد19-، وكانت أسعار النفط منخفضة نسبياً، فمن المتوقع أن تكون هذه الأرقام أعلى في السنوات اللاحقة (صندوق النقد الدولي، 2022ب، 2023ج، 2022ع، 2022ع).

ولا يزال الاستثمار الحكومي محركاً جوهرياً للنشاط الاقتصادي، بما في ذلك في القطاعات غير النفطية، وذلك من خلال الشركات الحكومية، والاستثمار العام المباشر، وتوظيف المواطنين في القطاع العام برواتب مرتفعة نسبياً، مما يؤدي بدوره إلى تحفيز الاستهلاك المحلي (صندوق النقد الدولي، 2017). وتذهب معظم صادرات المنطقة من النفط الخام والغاز الطبيعي إلى آسيا. ويذهب جزء صغير فقط إلى أوروبا وشمال أفريقيا، لكن أوروبا كانت أكبر سوق للصادرات السعودية من المنتجات البترولية في عام 2020 بحصة قدرها %40 من إجمالي الصادرات (وكالة الطاقة الدولية، 2021). في حين تتجه نحو %20 من صادرات الغاز الطبيعي القطرية إلى أوروبا (وكالة الطاقة الدولية، 2021)، وهي حصة قد ترتفع في المستقبل حيث تتطلع أوروبا إلى تنويع شرائح مورديها. وقد أدى الصراع في أوكرانيا إلى نقل بعض الكميات الإضافية من نفط الخليج إلى أوروبا منذ عام 2022، حيث بدأ منتجو النفط في الشرق الأوسط في استبدال النفط والغاز المستوردين من الاتحاد الروسي (صندوق النقد الدولي، 2023ب).



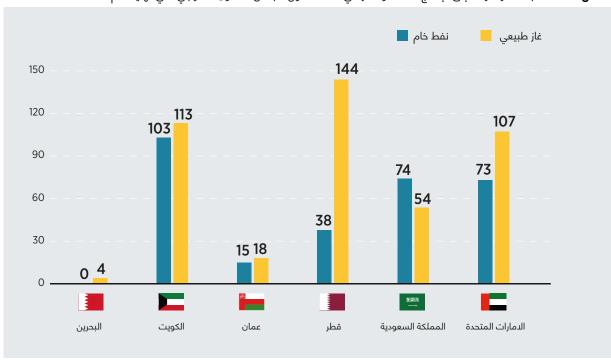
الشكل 1.9 حصة إيرادات النفط والغاز في الإيرادات العامة والناتج المحلى الإجمالي (%)، 2020

المصدر: (صندوق النقد العربي 2021).

وتتمتع معظم الدول التي تحتفظ باحتياطيات النفط والغاز في المنطقة بآفاق طويلة المدى (الشكل 1.10)، مما يعني أنها يمكن أن تستمر في إنتاج النفط والغاز بالمعدلات الحالية لعدة عقود أخرى.

وتتوقع البحرين وعمان فقط أن تشهد كلٌ منهما استنزاف مواردها من النفط والغاز الطبيعي في العقود المقبلة. ونظراً لكبر حجم صناعات النفط والغاز، تعتبر دول مجلس التعاون الخليجي نفسها أيضاً "المنفذ الأخير" لإنتاج البتروكيماويات منخفضة التكلفة، بالرغم من كون سياسات إزالة الكربون تجعل هذا القطاع غير قادر على المنافسة بقوة في أجزاء أخرى من العالم (ابيكورب، 2022). ويُلقي هذا الأمر بظلال على موقف المنطقة في مفاوضات المناخ الدولية، كما تمت مناقشته بمزيد من التفصيل في الفصل الرابع.

وتُعدّ دول مجلس التعاون الخليجي أيضاً منتجاً رئيسياً للمنتجات البترولية - من بينها البنزين وغاز البترول المسال والبروبيلين والنافتا (مُصدّر رئيسي للمواد الخام في إنتاج البتروكيماويات) والديزل وزيت الوقود والكيروسين ووقود الطائرات. وتتمتع المنطقة بقدرة تكريرية تزيد على 5.8 مليون برميل يومياً بحسب ما تمّ رصده في عام 2021، نصفها تقريباً في السعودية. وتمتلك المملكة أكبر قدرة للتكرير في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، بحوالي 3.3 مليون برميل يومياً، على الرغم من أنها تصدر حوالي ثلث هذه الكمية فقط، مما يجعلها واحدة من أكبر مصدري المنتجات النفطية في العالم (أوبك، 2022). وقد تضاعفت الطاقة التكريرية لدولة الإمارات في العقد الماضي، من حوالي 675 ألف برميل يومياً في عام 2010 إلى أكثر من 1.27 مليون برميل يومياً بحلول عام 2021، مجلس التعاون الخليجي (أوبك، 2022).



**الشكل 1.10** نسب الاحتياطيات إلى الإنتاج للنفط والغاز في منطقة دول مجلس التعاون الخليجي، في نهاية عام 2020

المصدر (شركة بريتيش بتروليوم 2023).

01

#### التنويع الاقتصادي

تمحورت السياسة الدقتصادية في دول مجلس التعاون الخليجي حول التنويع لعقود من الزمن، مدفوعة بالمخاوف المتعلقة بضعف نموذج التنمية الذي يعتمد بالكامل على قطاع واحد، والحاجة إلى توفير المزيد من الوظائف المتنوعة والمجزية لجيل الشباب في المنطقة. ويشكل توفير فرص العمل والأعمال التجارية جوهر الدستراتيجيات طويلة الأجل التي تتبناها جميع دول مجلس التعاون الخليجي لتأمين رفاهية مواطنيها ومستويات معيشتهم، والتحول نحو النماذج الدقتصادية القادرة على تحمل انخفاض عائدات النفط والغاز على المدى الطويل. وتضع دول مجلس التعاون الخليجي نفسها أيضاً في قلب سياق الديناميكيات الصناعية والتجارية العالمية المتغيرة، وتولي اهتماماً كبيراً بالصناعات التي تنتقل من أجزاء أخرى من العالم، التي كان آخرها ما جاء في أعقاب جائحة كوفيد19-، وتأثير أزمة أوكرانيا على الصناعات كثيفة الدستهلاك للطاقة في أوروبا (صندوق النقد الدولي، 2022أ، 2023أ، 2022). وقد أدى ارتفاع أسعار النفط إلى تحسين الأرصدة المالية في منطقة مجلس التعاون الخليجي بسبب زيادة إيرادات النفط غير المتوقعة في عام 2022 (صندوق النقد الدولي، 2022أ). وبالتوازي مع ذلك، شهد قطاعا الخدمات والضيافة تعافياً في أعقاب الجائحة، مدفوعاً بالأحداث والفعاليات البارزة التي دعمت السياحة مثل إكسبو دبي 2020، وكأس العالم في قطر في عام 2022، وإعادة إتاحة السعودية لمناسك الحج (صندوق النقد الدولي، 2020أ).

وفي حين تأثرت المنطقة بارتفاع أسعار السلع الأساسية في أعقاب الأزمة الأوكرانية - خاصة فيما يتعلق بتكاليف الواردات الغذائية - إلاّ أنّ التأثيرات بقيت تحت السيطرة (صندوق النقد الدولي، 2022أ؛ البنك الدولي، 2021أ). واستفادت دول مجلس التعاون الخليجي في عام 2022 من العودة إلى نطاق أسعار النفط المستقر نسبياً عند 80-60 دولاراً للبرميل، وهو ما يعكس متوسط أسعار الفترة الممتدة من 2015 إلى 2023. وقد ساعد استقرار أسعار النفط بدوره على استقرار الحيز المالي للبلدان خلال الأزمة الدقتصادية في أجزاء أخرى كثيرة من العالم، في حين تمكنت أسعار الصرف الثابتة وإعانات الوقود والغذاء من إبقاء معدلات التضخم أقل بكثير من المتوسط العالمي (جاتي وآخرون، 2023؛ بلحاج وآخرون، 2022؛ صندوق النقد الدولي، 2023ب). وعلى الرغم من أن انخفاض إنتاج النفط وأسعاره العالية قد يؤثران على معدلات النمو في عام 2023، إلا أن المنطقة تحتفظ بقدر كبير من الهوامش المالية وفوائض الحسابات (صندوق النقد الدولي، 2023هـ).

أصبحت الاستراتيجيات الحكومية للتنويع أكثر تفصيلاً على مدى العقود الماضية، مما أدى إلى زيادة التركيز ليس فقط على القطاعات التقليدية مثل التمويل والرعاية الصحية والبناء والصناعات كثيفة الاستهلاك للطاقة، ولكن أيضاً على تنمية مهارات المواطنين، واقتصاديات المعرفة، والخدمات، واستدامة البيئة والطاقة. ويتربع قطاع الخدمات في المرتبة الثانية بعد قطاع النفط والغاز من حيث الأهمية في منطقة دول مجلس التعاون الخليجي، حيث يمثل ما بين 50% و70% من الناتج المحلي الإجمالي الإقليمي، وينقسم بين السياحة والترفيه والخدمات المصرفية (البنك الدولي، 2023ب). ويلخص الجدول 1.1 استراتيجيات التنويع الاقتصادي الأوسع.

إن الطموحات والآمال كبيرة في جميع أنحاء المنطقة، ولكن التقدم كان متبايناً، سواء عبر البلدان أو القطاعات (عرب تايمز، 2023). وتتمثل إحدى الخطوات الرئيسية نحو تنويع قطاعات الطاقة بشكل أكثر فعالية، وتقديم حوافز أقوى لكفاءة استخدام الطاقة، في إعادة هيكلة أسعار الطاقة والمياه، التي كانت تاريخياً منظمة على أعلى مستوى، لكنها لا تزال منخفضة للغاية في أجزاء من المنطقة. ويتناول الفصل الرابع من هذا التقرير موضوع البصلاح عن كثب.



#### الإطار 1.1 الاستراتيجيات الاقتصادية الوطنية لدول مجلس التعاون الخليجي حتى مارس 2023

تدعو **رؤية البحرين الاقتصادية 2030** إلى "التحول من اقتصاد يعتمد اعتماداً كبيراً على الثروة النفطية إلى اقتصاد منتج ينافس الاقتصادات العالمية، تقوم بتشكيله الحكومة ويقوده قطاع خاص رائد". وتبذل البحرين جهدها اليوم لجذب الدستثمار الأجنبي المباشر من أجل توفير فرص العمل. وبحلول عام 2030، من المقرر أن تصبح الخدمات المالية ركيزة

للاقتصاد البحريني، إلى جانب النفط والغاز، فضلاً عن السياحة وخدمات الأعمال والتصنيع والخدمات اللوجستية. وفي أكتوبر 2021، أعلنت الحكومة البحرينية عن خطة وطنية جديدة متعددة السنوات لتحقيق النمو الاقتصادي والتوازن المالي بهدف تعزيز القدرة التنافسية للاقتصاد على المدى الطويل ودعم التعافي في مرحلة ما بعد جائحة كوفيد19-. وتتضمن الخطة الجديدة المكونة من خمس ركائز، التي تتماشى مع رؤية البحرين الاقتصادية 2030 وطموح المملكة لتحقيق صافي انبعاثات كربونية صفرية بحلول عام 2060، خطة جديدة لإعادة هيكلة سوق العمل، فضلاً عن حزمة إصلاحات تنظيمية، وخطة استثمار استراتيجية بقيمة تتجاوز 30 مليار دولار (وكالة أنباء البحرين، 2021). كما وضعت المملكة خطة للقطاعات ذات الأولوية تهدف إلى تحقيق النمو في ست قطاعات خلال الفترة الممتدة بين 2022 و2026 (مجموعة أكسفورد للأعمال، 2022). وتشمل الخطة، بالإضافة إلى القطاعات المذكورة أعلاه، الاقتصاد الرقمى.



تهدف **رؤية الكويت 2035** – "كويت جديدة" – إلى تحويل الكويت إلى مركز مالي وتجاري إقليمي ودولي، مما يجعلها أكثر جاذبية للمستثمرين. ويشمل ذلك زيادة المنافسة داخل القطاع الخاص؛ وإجراء إصلاحات مؤسسية لتهيئة بيئة صديقة للأعمال، وحفز التنويع الاقتصادي، وتحديث البنية التحتية والتعليم والرعاية الصحية، وتحقيق الاستدامة البيئية (وزارة

الخارجية، 2021).



أطلقت سلطنة عُمان خطتها الدجتماعية والدقتصادية طويلة المدى، **رؤية عمان 2040**، في يناير 2020، لتهيئة السلطنة لانخفاض إنتاج النفط والغاز في العقود المقبلة. تشمل الخطة مجموعة واسعة من القطاعات، وتؤكد على تعزيز الحماية الدجتماعية؛ والتنويع الدقتصادي والدستدامة المالية، وتوليد واغتنام الفرص لتعزيز القدرة التنافسية في سوق العمل،

والإدارة المستدامة للموارد البيئية والطبيعية، وتعزيز المدن الذكية والمستدامة (حكومة عمان، 2020؛ برابهو، 2021). ومن المتوقع أن تشكل الأنشطة الدقتصادية غير النفطية أكثر من %90 من الناتج المحلي الإجمالي بحلول عام 2040، مسجلةً بذلك ارتفاعاً عن %25 في عام 2020 (حكومة عمان، 2020). وتركز خطة التنمية الخمسية العاشرة لسلطنة عمان (خطة التنمية الخمسية العاشرة، مرسوم سلطاني رقم 1/2021)، التي تغطي الفترة الممتدة بين 2021 و2025، على تعزيز التنمية البشرية المستدامة، وتحفيز النشاط الدقتصادي وتنويع الدقتصاد، و توفير 135,000



تتوقع **رؤية قطر الوطنية 2030** واستراتيجية التنمية الوطنية (2016-2011) بدورٍ مهيمن للمواد الهيدروكربونية في الدقتصاد المستقبلي، لكنها توفر في الوقت ذاته استراتيجية تنويع تدريجية ومدارة ينخرط فيها القطاع الخاص بشكلٍ أكبر. وعكفت المؤسسات الوطنية على تطوير استراتيجياتٍ للاستثمار في البنية التحتية للنقل والإسكان والأنشطة الصناعية

استعداداً لبطولة كأس العالم لكرة القدم في عام 2022.

01

#### البطار 1.1 الاستراتيجيات الاقتصادية الوطنية لدول مجلس التعاون الخليجي حتى مارس 2023 (تتمة)



تمثل **رؤية السعودية 2030** التي تم إطلاقها في مطلع عام 2016 استراتيجية شاملة لإعادة هيكلة الاقتصاد السعودي بشكل منهجي بعيداً عن اعتماده التاريخي على النفط (المملكة العربية السعودية، 2022أ). وتعد **برامج تحقيق الرؤية** القوة الدافعة لتحقيق رؤية السعودية 2030، نظراً لتركيزها على مجموعة متنوعة من الأهداف بما في ذلك تطوير القطاع

المالي، والتخصيص، وتحول القطاع الصحي، وتنمية القدرات البشرية، وتطوير الصناعة الوطنية والخدمات اللوجستية. ويتمثل جوهر رؤية 2030 في برنامج التحول الوطني، وصندوق الاستثمارات العامة الذي تم تمكينه حديثاً، والمعني بالتطوير والاستثمار في القطاعات التي تركز على تنويع الاقتصاد السعودي. كما تؤكد رؤية السعودية 2030 على التزام الحكومة السعودية بالاستدامة من خلال إطلاقها العديد من المبادرات الرئيسية ذات الصلة، بما في ذلك البرنامج الوطني للطاقة المتجددة، ومبادرة الملك سلمان للطاقة المتجددة (تم إطلاقهما في عام 2017)، والاستراتيجية الوطنية للبيئة (2018)، ومشروع الرياض الخضراء (2019)، وإطلاق صندوق البيئة السعودي (2020)، ومبادرة السعودية المملكة، الخضراء، ومبادرة الشرق الأوسط الأخضر (2021). كما أعلنت الحكومة السعودية في عام 2017 عن إطلاق نيوم التي تقع شمال غرب المملكة، وتقدم نموذجاً غير مسبوق في التنمية الحضرية المستدامة، وتهدف أن تغدو مركزاً إقليمياً للابتكار ومنظومة بيئية خالية من انبعاثات الكربون.



تتبنى دولة الإمارات العربية المتحدة مجموعة من استراتيجيات التنمية الاقتصادية سواء كانت على المستوى الاتحادي أو على مستوى الإمارة، التي تركز على التنوع الاقتصادي والابتكار التكنولوجي باعتبارهما ركيزتين رئيسيتين للتنمية المستقبلية، بما في ذلك استراتيجية الإمارات للطاقة - 2050، واستراتيجية التنمية الخضراء، واستراتيجية الإمارات

لاستشراف المستقبل، ومئوية الإمارات 2071. وتركز خطط الدولة بشكل كبير على بناء "اقتصاد معرفة تنافسي"، بالإضافة إلى تركيزها التقليدي على مجالات السياحة، والطيران، والتصنيع والخدمات المتقدمة، مما يساهم في ترسيخ مكانة الدولة كمركز إقليمي رائد للبحوث، واللبتكار، والطاقة المستدامة (حكومة دولة الإمارات العربية المتحدة، 2023ب). وتشمل الاستراتيجيات على مستوى الإمارة الرؤية الاقتصادية 2030 لإمارة أبوظبي، والرؤية البيئية 2030 (أبوظبي)، وخطة أبوظبي 2030، والخطة الاستراتيجية لإمارة دبي 2030. وتهدف الاستراتيجيات القطاعية إلى تعزيز تطوير التقنيات الجديدة وأنظمة النقل الحديثة، بما في ذلك استراتيجية إدارة حركة التنقل لإمارة أبوظبي، وخطة النقل البري الشاملة (أبوظبي)، واستراتيجية دبي الصناعية 2030 (حكومة دولة الإمارات العربية المتحدة، 2022).

#### 1.2 استهلاك الطاقة المحلى

على الرغم من أن دول مجلس التعاون الخليجي تعتبر مصدّراً رئيسياً للوقود الأحفوري، إلا أن النفط والغاز الطبيعي يشكلان تقريباً معظم استهلاكها النهائي للطاقة، بما في ذلك الكهرباء (الشكل 1.11). (يُستخدم الفحم المستورد في دولة الإمارات فقط وبكميات صغيرة جداً). وعلى الرغم من أن اقتصادات دول مجلس التعاون الخليجي تُعد من الناحية التاريخية مستهلكاً صغيراً للطاقة مقارنةً بالأسواق العالمية الرئيسية، إلا أن استهلاكها قد تضاعف بأكثر من أربع مرات على مدار السنوات الـ 30 الماضية (الشكل 1.11). ويعكس هذا النمو ارتفاع مستويي الدخل والمعيشة، وتوفر العديد من الخيارات المتاحة للتصنيع القائم على الصناعات كثيفة الدستهلاك للطاقة، وانخفاض مستوى كفاءة الطاقة نظراً للمنطقة التى تزخر تاريخياً بالطاقة منخفضة التكلفة.

وعلى الرغم من أن دول مجلس التعاون الخليجي تشكل أقل من %15 من إجمالي سكان منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، إلا أنها قد شكلت أكثر من %60 من إجمالي استهلاكها النهائي للطاقة في عام 2021 (الوكالة الدولية للطاقة، 2023ب؛ البنك الدولي، 2023ب)، حيث تشكل السعودية وحدها أكثر من نصف معدل استهلاك منطقة دول مجلس التعاون الخليجي (الشكل 1.12)، وتحتل المرتبة 11 بين أكبر المستهلكين في العالم (الوكالة الدولية للطاقة، 2023ب).

وتمثل الصناعة- وتتشكل معظمها من الأنشطة كثيفة الاستهلاك للطاقة مثل إنتاج الصلب والألمنيوم والبتروكيماويات- حوالي ثلث الاستهلاك النهائي للطاقة على مستوى دول مجلس التعاون الخليجي (الشكل 1.13)، يليها النقل واستخدام الوقود في غير مجال الطاقة، حيث تعتمد جميع دول مجلس التعاون الخليجى بشكل كبير على النقل البري، مما يفسر ارتفاع معدل ملكية المركبات الخاصة مقارنةً بعدد السكان.³

وتختلف الحصص بشكل كبير حسب الدولة، ففي السعودية يُعد استخدام الوقود في غير مجال الطاقة المستهلك الأكبر للطاقة، يليها النقل، ثم الصناعة التي تشكل أقل من ربع إجمالي الدستهلاك النهائي للطاقة. أما في الكويت والبحرين فتشكل الصناعات النسبة الأكبر من الدستهلاك النهائي للطاقة (الشكل 1.14). ويُعد معظم استخدام الوقود في غير مجال الطاقة في دول مجلس التعاون الخليجي صناعية، حيث لا يُعد النفط والغاز الطبيعي مصدران للطاقة فحسب، بل يعتبران كذلك وقوداً للتشغيل، لا سيما في صناعات البتروكيماويات التي تنتج سلعاً وسيطة ونهائية مثل الأسفلت/البيتومين، ومواد التشحيم، والشمع، والنفتا، والكيروسين، والأولفينات، والأمونيا.

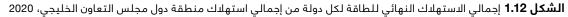
3. أحدث البيانات المتاحة عن ملكية المركبات من عام 2016 عبر الموقع البلكتروني لمنظمة الصحة العالمية. قام المؤلفون بحساب نصيب الفرد من ملكية المركبات عبر تقسيم هذه الأرقام على بيانات السكان. بيانات ملكية المركبات من منظمة الصحة العالمية (2022).

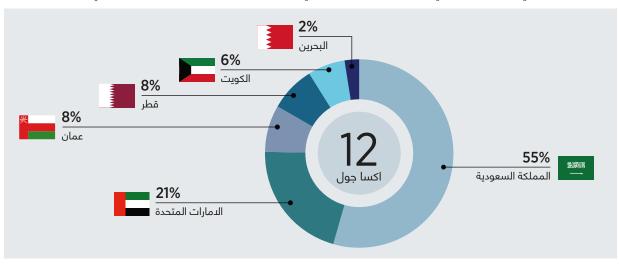


**الشكل 1.11** إجمالي الاستهلاك النهائي للطاقة في دول مجلس التعاون الخليجي تاريخياً، حسب مصدر الطاقة (بيتا جول)، 2020-1990

المصدر: الوكالة الدولية للطاقة (2023ب).

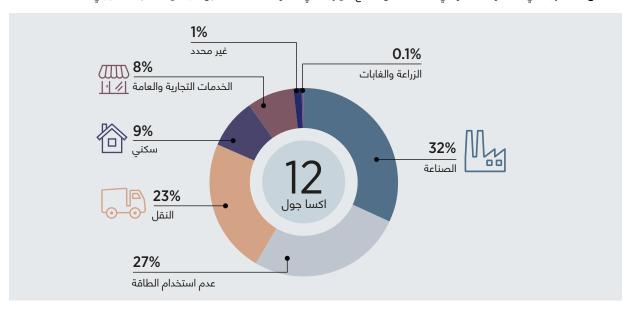
01



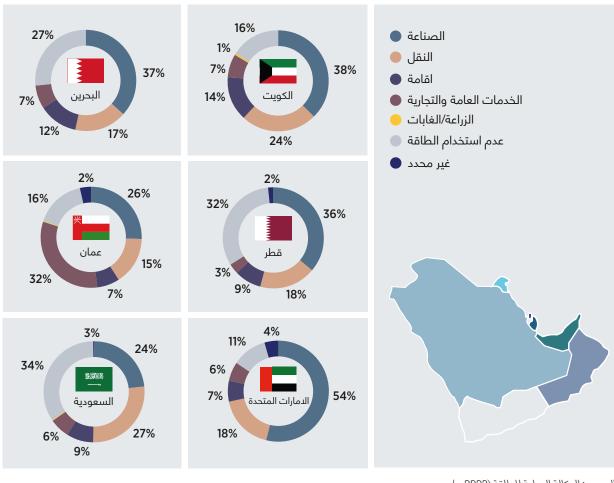


المصدر: الوكالة الدولية للطاقة (2023ب).

الشكل 1.13 إجمالي الاستهلاك النهائي للطاقة لكل قطاع من إجمالي استهلاك منطقة دول مجلس التعاون الخليجي، 2020



المصدر: الوكالة الدولية للطاقة (2023ب).



الشكل 1.14 إجمالي الاستهلاك النهائي للطاقة لكل دولة وقطاع من إجمالي الاستهلاك (%)، 2020

المصدر: الوكالة الدولية للطاقة (2023ب).

بشكل عام، انخفضت حصص قطاعي النقل والصناعة من استهلاك الطاقة على مدار السنوات الـ 20 الماضية، بينما ارتفعت حصص قطاعات الخدمات العامة والتجارية والسكنية، وإن كانت بنسب قليلة. وتختلف درجة التغيير من دولة إلى أخرى (الوكالة الدولية للطاقة، 2023ب).

وحدهما السعودية والإمارات تمتلكان شبكات سكك حديدية محلية، ويتم تشغيلها بواسطة قاطرات الديزل الكهربائية (باستثناء قطار الحرمين السريع الكهربائي بالكامل) (الاتحاد للقطارات، 2023؛ الخطوط الحديدية السعودية، 2022). وتشغل السعودية عدة خطوط سكك حديدية معظمها مخصصة لنقل البضائع التجارية بين المراكز الصناعية، وتعمل حالياً على توسيع شبكتها من خطوط السكك الحديدية بما في ذلك المخصصة لنقل الركاب، وذلك لربط العاصمة الرياض بالشمال الغربي والحدود الأردنية (الخطوط الحديدية السعودية، 2022). كما تخطط الإمارات لإقامة خطوط سكك حديدية واسعة النطاق للنقل التجاري ونقل الركاب تربط أبوظبي بدبي، والشارقة، ورأس الخيمة، والفجيرة بحلول نهاية عام 2024 (الاتحاد للقطارات، 2022). وفي الوقت الحالي، تعتمد الإمارات بشكل شبه كامل على المركبات الخاصة لنقل جميع البضائع والركاب داخل حدودها، وبنسبة قليلة على الحافلات. ولا تمتلك أي من دول مجلس التعاون الخليجي الأخرى خطوط سكك حديدية، على الرغم من أن عمان أبدت اهتماماً واضحاً ووقعت عقداً لربط مينائها في صحار بشبكة دولة الإمارات (الاتحاد للقطارات، 2022؛ قطارات عمان، 2023).

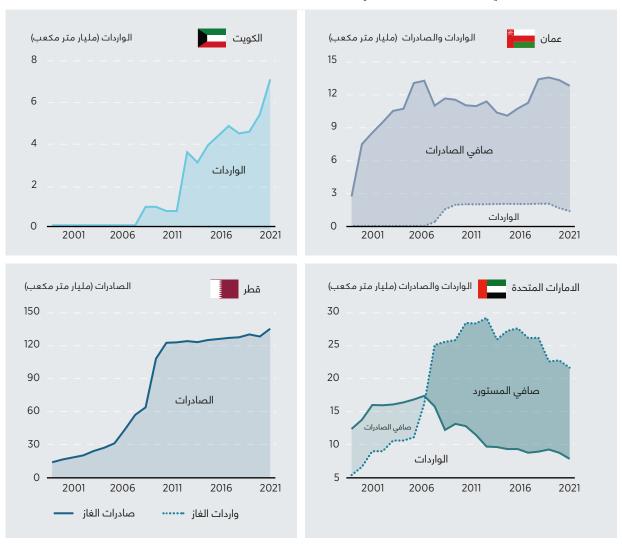
أدى ارتفاع الطلب إلى استهلاك الوقود الأحفوري المنتج محلياً بطرق غير فعالة تسببت في هدره، فضلاً عن زيادة واردات الغاز الطبيعي، الذي تعد الإمارات المستورد الأكبر له حالياً في المنطقة، حيث بلغت وارداتها حوالي 13.7 مليار متر مكعب قياسي في عام 2021، أي ما يقارب معدل الاستهلاك السنوي للغاز في بلجيكا (الشكل 1.15). ولأكثر من عقد من الزمن، لم يستطع الإنتاج مواكبة معدل ارتفاع الطلب على الرغم من وفرة احتياطيات الغاز وصغر كمية صادرات الغاز الطبيعي المسال. وتعد قطر حالياً الدولة الوحيدة ضمن دول مجلس التعاون الخليجي التي تحافظ على كميات تصدير كبيرة مع توفير 100% من الطلب المحلى.

شهدت أسواق الكهرباء في دول مجلس التعاون الخليجي نمواً سريعاً على مدار العقود الماضية جراء توفير الكهرباء للجميع منذ ثمانينيات القرن الماضي، مما أدى إلى ارتفاع الطلب المحلي عليها من قبل الصناعات والمستهلكين التجاريين والسكنيين على حدِّ سواء. ويعد التصنيع كثيف الاستهلاك للطاقة، وارتفاع مستويي المعيشة والدخل، والمنازل العائلية الكبيرة، والحاجة إلى تكييف الهواء على مدار العام محركات رئيسية لهذا النمو. كما أدّت محدودية تنظيم كفاءة استهلاك الطاقة في قطاعي البناء والطاقة تاريخياً، بالإضافة إلى الدعم الكبير المقدم للكهرباء وبالتالي انخفاض أسعارها الكبير، إلى ارتفاع معدل استهلاك الكهرباء.

تعد السعودية المنتج الأكبر للكهرباء في المنطقة، حيث تبلغ قدرتها التوليدية المركبة حوالي 83,500 ميجاواط، تليها الإمارات والكويت (الشكل 1.16). ولد يعتبر حجم أسواق الكهرباء في دول مجلس التعاون الخليجي صغيراً، فقد بلغت إجمالي قدرة التوليد في المنطقة حتى عام 2022 حوالي 173 جيجاواط، أي ما يزيد عن حجم قطاع الكهرباء في كندا ويقارب حجمه في البرازيل. وتتجاوز قدرة السعودية على التوليد قدرة فييتنام وإندونيسيا اللتين يزيد عدد سكانهما عن مائة مليون نسمة، على ماليزيا التي يبلغ عدد سكانها ثلاثة مليون المدين نسمة، على ماليزيا التي يبلغ عدد سكانها ثلاثة أضعاف عدد سكان الإمارات.

وتعتمد مختلف قدرات توليد الطاقة في دول مجلس التعاون الخليجي على الوقود الأحفوري، لا سيما الغاز الطبيعي، بالإضافة إلى المنتجات النفطية، والنفط الخام في أوقات الذروة، وتحديداً في السعودية والكويت (الشكل 1.17). وتعتمد حوالي 3% فقط من القدرة المركبة الحالية في المنطقة على الطاقة المتجددة، التي تتركز في الإمارات وقطر وعمان على شكل طاقة شمسية كهروضوئية، بالإضافة إلى الطاقة النووية التي تلعب دوراً متنامي الأهمية في الإمارات.



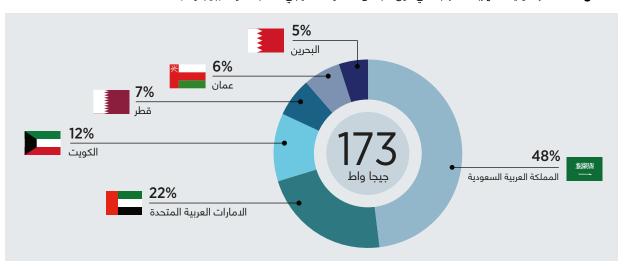


الشكل 1.15 تجارة الغاز في دول مجلس التعاون الخليجي، 2021-2000

المصدر: (أوبك 2022).

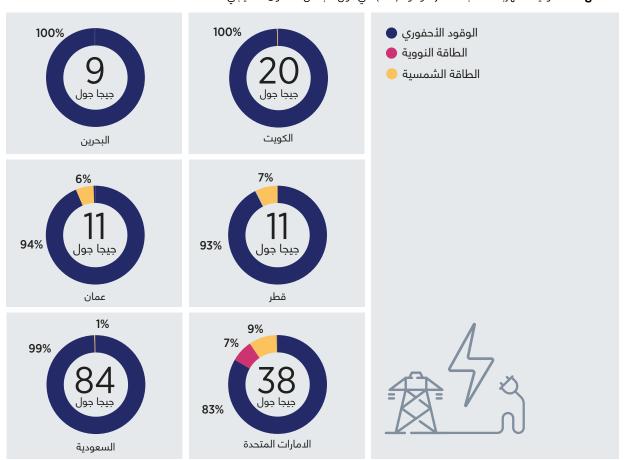
اتخذت دول مجلس التعاون الخليجي خطوةً مهمة نحو ربط قطاعات الكهرباء لديها من خلال إنشاء شبكة إقليمية في عام 2009 بقدرة صغيرة نسبياً تبلغ 2.4 جيجاواط، ويعزى ذلك بشكل رئيسي إلى تصميمها الذي تم في التسعينيات عندما كان الطلب على الكهرباء أقل (الكاتيري، 2011؛ هيئة الربط الكهربائي لدول مجلس التعاون الخليجي، 2017؛ انظر أيضاً الإطار 1.2). ويعد تحديث الشبكة من خلال مضاعفة قدرتها وإنشاء سوق جملة مماثلة لتلك الموجودة في العديد من الأنظمة الأوروبية وأمريكا اللاتينية أمراً ممكناً من الناحية التقنية وقد يكون مجزياً من الناحية الاقتصادية. فقد تكون الفوائد كبيرة بالنسبة للدول الأصغر حجماً تحديداً، بما في ذلك البحرين والكويت وقطر التي لا تسمح مساحتها الصغيرة نسبياً بنشر الطاقة المتجددة على نطاق واسع. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن يؤدي توسيع الشبكة إلى الدول المجاورة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا عبر الروابط بين تلك الدول مثل مصر والأردن والسعودية إلى زيادة استخدام الكهرباء القائمة على المصادر المتجددة، مثل الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح، بالإضافة إلى معالجة التفاوتات بين دول المنطقة من حيث أنماط الأحمال وذروة الطلب.

الشكل 1.16 قدرة توليد الكهرباء المركبة في دول مجلس التعاون الخليجي حسب الدولة (جيجاواط)، 2020



المصدر: (آيرينا 2023ب).

الشكل 1.17 توليد الكهرباء حسب مصدر الوقود ( % ) في دول مجلس التعاون الخليجي، 2020



المصدر: (آيرينا 2023ب).

#### الإطار 1.2 شبكة الربط الكهربائي لدول مجلس التعاون الخليجي.

تعمل شبكة الربط الكهربائي لدول مجلس التعاون الخليجي على ربط أنظمة النقل الكهربائي الوطنية للدول الأعضاء في المجلس. تأسست الشبكة في الثمانينيات، بقدرة إجمالية تبلغ 2,400 ميجاواط. وفي عام 2009، بدأت الشبكة عملياتها من خلال ربط أنظمة النقل الكهربائي الوطنية لأربع دول، لتشمل لدحقاً جميع دول المجلس الست. ويربط خط التيار المتردد ذو الدائرة المزدوجة (بجهد 400 كيلو فولت وتردد 50 هرتز) بين الدول الأعضاء على طول الساحل الغربي للخليج، في حين يتم ربط الدول الشمالية والجنوبية بالشبكة عبر خطوط جهد 400 كيلو فولت. ويتم ربط السعودية بالشبكة عبر أنظمة نقل متتالية منفصلة للتيار المستمر عالي الجهد (HVDC) باستخدام خط جهد 380 كيلو فولت. ويتم ربط البحرين بالشبكة عبر كابل بحري بجهد 400 كيلو فولت.

كانت التوقعات في البداية أن تعمل الشبكة على تسهيل تجارة الكهرباء بين دول مجلس التعاون الخليجي، حيث كانت كمية الكهرباء المتبادلة فعلياً بين هذه الدول محدودة بسبب عدم توفر سوق لتجارة الطاقة، إلا أنها اليوم تخدم بشكل رئيسي أهداف تقاسم الاحتياطيات الدوّارة وتجارة الطاقة الكهربائية من خلال عمليات نقل الطاقة المجدولة أو غير المجدولة بهدف المساعدة في حالات الطوارئ. ووفقاً لتقديرات هيئة الربط الكهربائي لدول مجلس التعاون الخليجي، تمكنت الدول الأعضاء من توفير حوالي 2.2 مليار دولار بين عامي 2011 و2017، من خلال تقاسم الطاقة الدوارة وتجارة الكهرباء في بعض الأحيان. وتتراوح المكاسب السنوية، التي تتضمن التوفير في استثمارات القدرة الإنتاجية المركبة وتكاليف التشغيل والوقود، بين 200 إلى 300 مليون دولار أمريكي.

في ضوء الدهتمام المتزايد بتوسيع استخدام الشبكة للأغراض التجارية، عززت هيئة الربط الكهربائي لدول مجلس التعاون الخليجي موقعها كواحدة من أهم الداعمين لتجارة الطاقة على الصعيد الإقليمي. وعندما تم الإعلان عن ربط الإمارات بالشبكة في أبريل 2011، عدَّ وزراء الطاقة وغيرهم من القادة الإقليميين هذا الإعلان بمثابة أداة تخدم الحالات الطارئة، فضلاً عن كونه العمود الفقري للتجارة المستقبلية. وفي نوفمبر 2017، بدأت تجربة التجارة الفورية لمدة ستة أشهر بهدف إنشاء منصة تجارية تخدم الأهداف التي تقوم عليها تجارة الطاقة.

تواجه سوق الطاقة الإقليمية القائمة على الربط الكهربائي الحالي مهمةً معقّدة، إلا أنها قابلة للتحقيق من الناحية التقنية؛ حيث سيحتاج إلى ترقية قدرة الشبكة لاستيعاب حجم أكبر من الكهرباء المتداولة بما يخدم عمليات الاستثمار في المشاريع واسعة النطاق مثل "مشروع الطاقة الشمسية 2030" في السعودية. من جهة أُخرى، فإن وجود سوق إقليمية يستدعي وضع إطار قانوني جديد، الذي بدوره سيعتمد على تجاوز التحديات السياسية الإقليمية بين الدول المتجاورة. علاوةً على ذلك، من الضروري الاتفاق على المسائل المتعلقة بالتعرفة، وإجراء إعادة هيكلة للسواق المرافق الخدمية الوطنية بهدف السماح للشركات الخدمية بشراء الكهرباء من الخارج بموجب آلية تجارية واضحة.

إن نجاح تجارة الكهرباء عبر شبكة الربط الكهربائي لدول مجلس التعاون الخليجي يشكل حافزاً لتوسيع الشبكة خارج دول المجلس، حيث تعمل مصر والسعودية على ربط شبكاتهما الوطنية عبر ناقلٍ بقدرة 3,000 ميجاواط أسفل البحر الأحمر للاستفادة من اختلاف أوقات ذروة الطلب على الكهرباء بين مصر ودول الخليج عبر السعودية (ميد، 2021)؛ وهذا بدوره يمكن أن يحفز المزيد من استثمارات دول مجلس التعاون الخليجي في مشاريع الطاقة النظيفة في مصر. علدوةً على ذلك، تُشكّل اليمن أحد الخيارات الممكنة لتوسيع الشبكة؛ إذ يمكنها أن تستفيد بشكل كبير من قدرة التوليد الإضافية واستقرار نظام الطاقة الذي يمكن توفيره من خلال الوصول إلى أنظمة الكهرباء التجارية لدول مجلس التعاون الخليجي، حيث يُعد الربط الشبكي في هذه الحالة خياراً استراتيجياً مهماً لإعادة الهيكلة الاقتصادية في مرحلة ما بعد النزاع في اليمن. واعتباراً من عام 2023، تم تطوير الأنظمة التي تربط الشبكة الكهربائية لدول مجلس التعاون الخليجي من خلال عدة مشاريع، بما في ذلك شبكة كهربائية ثانية مع عُمان، والربط الكهربائي مين الكويت والإمارات، والربط الكهربائية مع عُمان، والربط الكهربائي مين الكويت والإمارات، والربط الكهربائية مع عُمان، والربط الكهربائي مين العراق.

المصدر: (آيرينا، 2019أ، وأسابا، 2023)

## 1.3 التغير المناخي وانبعاثات غازات الدفيئة في منطقة دول مجلس التعاون الخليجي

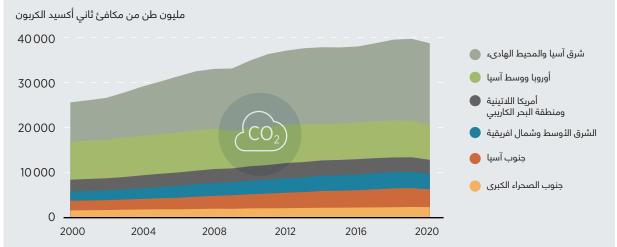
أصبح التصدي للتغير المناخي حاجةً ماسّة بالنسبة لدول مجلس التعاون الخليجي، حيث تُعد هذه الدول واحدة من المناطق الأكثر عرضة للمخاطر المناخية المتعاقبة باعتبارها جزءاً من منطقة الشرق الأوسط، التي تم تصنيفها على أنها "نقطة البداية العالمية للتغير المناخي" (بو سرحال، 2022)، و"بؤرة التغير المناخي" (شاهد، 2022)، والمنطقة التي ستكون "الأكثر تأثراً بالتغير المناخي والدحتباس الحراري". بالإضافة إلى ذلك، تعد منطقة دول مجلس التعاون الخليجي واحدة من المناطق "الأكثر عرضة لارتفاع مستوى سطح البحر" (مركز المناخ التابع للصليب الأحمر والهلال الأحمر، 2021).

وتشير التوقعات إلى أن التداعيات المناخية ستصبح أمراً معتاداً بحلول منتصف القرن؛ حيث تشمل هذه التداعيات ارتفاع درجات الحرارة، وموجات الحر الشديد، والصيف الحارق، والدستنزاف المستمر لموارد المياه العذبة، والتصحر الإقليمي مع العواصف الترابية الشديدة، فضلاً عن حدوث الفيضانات، وابيضاض الشعاب المرجانية وارتفاع مستوى سطح البحر (الذي قد يهدد البحرين بخسارة ما يعادل 11% من مساحتها)، (بيرم وأوزتورك، 2021؛ فيتيلسون وتوبي، 2017؛ الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، 2023، 2018؛ كامرافا وبابار، 2012؛ ليليفيلد وآخرون، 2016؛ واها وآخرون، 2017؛ وودون وآخرون، 2016؛ واها وآخرون، 2017؛ وهوون وترون، 2014؛ والميئة المعنية بتغير المناخ، 2023، والمناخية، تواصل الكويت تسجيل أرقام قياسية لأعلى درجة حرارة عالمياً في شهري يوليو وأغسطس (بي بي سي نيوز، 2021؛ مايكلسون، 2017). ومن المرجّح أن تتسبب التغيرات المناخية في جعل الفترات الحارة أطول وأكثر قسوة. كما تتعرض عُمان، بسبب موقعها الجغرافي، لظواهر مناخية قاسية تزداد تواتراً مثل الأعاصير المدارية والعواصف الشديدة (رويترز، 2021)؛ البنك الدولي، 2021).

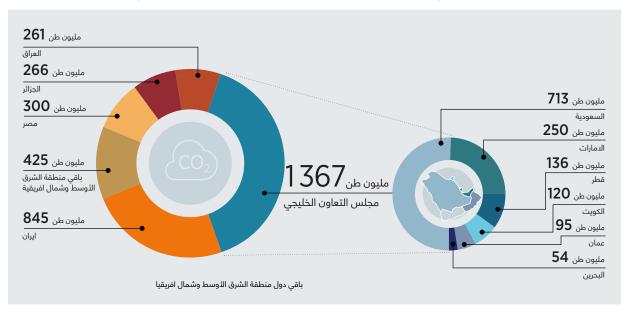
يطرح التغير المناخي المزيد من التحديات، لا سيّما مع تعاظم نمط الحياة الحضري السائد في دول مجلس التعاون الخليجي. وكما ذكرنا في بداية هذا الفصل، يعيش %90 من سكان منطقة دول مجلس التعاون الخليجي في المناطق الحضرية، والتي تغطي حوالي %1.5 فقط من المساحة المتاحة، مما يجعل المناطق المأهولة عالية الكثافة (إيكو مينا، 2021؛ دومورتييه، 2016). وستؤدي هذه الكثافة السكانية بدورها إلى تفاقم مخاطر التغير المناخي والقضايا البيئية الأخرى، مثل تأثير الجزر الحرارية الحضرية، وارتفاع مستويات تلوث الهواء والضوضاء، وزيادة التهديدات الناتجة عن ارتفاع مستوى سطح البحر والظواهر الجوية القاسية (الصندوق العالمي للحد من الكوارث والتعافي منها، 2020؛ مؤتمر الأمم المتحدة للتجارة والتنمية، 2021؛ البنك الدولي، المناحق على ذلك، فإن آثار التغير المناخي تطال أيضاً التنوع البيولوجي وتعزز مخاطر التصحر، الأمر الذي يتسبب في حدوث المزيد من الضغوطات المناخية التي تُهدد طبيعة المنطقة، التي تُضاف إلى التهديدات التي تواجهها الأراضي نتيجة عمليات التطوير السريعة فيها، ولا سيما في المناطق.

تتولّد معظم الدنبعاثات المرتبطة بالوقود الأحفوري لمنطقة دول مجلس التعاون الخليجي في الدول التي تستورد النفط والغاز من المنطقة. وعلى مر التاريخ، كانت هذه المنطقة منتجًا ثانوياً لدنبعاثات غازات الدفيئة. لكن ذلك تغيّر (انظر الشكل 1.18)؛ فحتى عام 2020، كانت منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا ككل منتجاً لحوالي 9% من إجمالي انبعاثات غازات الدفيئة في العالم (مع حصة مماثلة من انبعاثات غازات الدفيئة في دول مجلس التعاون ساهمت دول مجلس التعاون الخليجي بحوالي %40 من هذه النسبة (الشكل 1.19). وارتفع إجمالي انبعاثات غازات الدفيئة في دول مجلس التعاون الخليجي إلى أكثر من الضعف خلال الفترة بين عامي 2020-2000، إذ تُعد السعودية وحدها مسؤولة عن حوالي نصف انبعاثات دول مجلس التعاون الخليجي، تليها الإمارات، مما يجعل السعودية ثاني أكبر مصدر لدنبعاثات غازات الدفيئة في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا بعد إيران. كما تُعتبر السعودية تاسع أكبر منتج في العالم لدنبعاثات غازات الدفيئة، متجاوزةً ألمانيا التي تُعد دولة صناعية متقدمة يبلغ عدد سكانها ضعف عدد سكان السعودية (البنك الدولي، 2023).

الشكل 1.18 إجمالي انبعاثات غازات الدفيئة حسب المنطقة (مليون طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون)، بين عامي 2020-2000.



الشكل 1.19 انبعاثات غازات الدفيئة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا (مليون طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون)، لعام 2020.



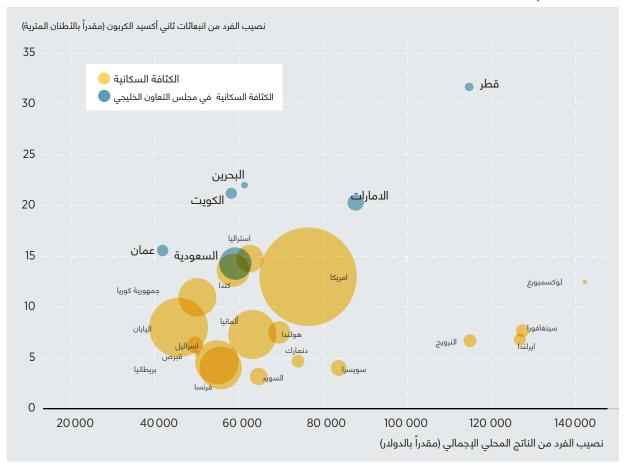
المصدر: (البنك الدولي 2023أ).

ملاحظات: تم ذكر دول منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا هنا وفق تعريف البنك الدولي: الجزائر والبحرين وجيبوتي ومصر وإيران والعراق وإسرائيل والأردن والكويت ولبنان وليبيا ومالطا والمغرب وعمان وقطر والسعودية وسوريا وتونس والإمارات وفلسطين واليمن. لا تشمل البيانات الواردة أعلاه الدنبعاثات الناجمة عن الوقود الأحفوري المُصدّر.

حتى وقتٍ قريب، شكّلت المواد الهيدروكربونية المصدر شبه الحصري للطاقة. وتُعد دول مجلس التعاون الخليجي من بين أكبر الدول المنتجة لدنبعاثات ثاني أكسيد الكربون على مستوى العالم على أساس نصيب الفرد. (البنك الدولي، 2023ب)؛ حيث تبرز قطر باعتبارها أكبر منتج للانبعاثات في العالم على أساس نصيب الفرد، بنسبة تفوق بكثير انبعاثات أيٍّ من الدول الدُخرى (الشكل 1.20).

تعرض الأشكال 1.21 و1.22 و1.22 مخططاً للانبعاثات وكثافة الطاقة في منطقة دول مجلس التعاون الخليجي. يظهر في المخطط ارتفاع الانبعاثات وإجمالي الناتج المحلي لكل وحدة استخدام طاقة (نسبة استهلاك الطاقة إلى الناتج الاقتصادي) بمرور الوقت. ورغم انخفاض الانبعاثات إلى حد ما في بعض الدول مثل قطر، إلا أنها ما تزال أكبر مصدر للانبعاثات في العالم على أساس نصيب الفرد. علاوةً على ذلك، لم تشهد كثافة استهلاك الطاقة في قطر ارتفاعاً كبيراً خلال السنوات الأخيرة، والسبب في ذلك يعود إلى النمو السريع في إجمالي الناتج المحلي الذي تجاوز إنتاج الطاقة. وعلى سبيل المقارنة، استطاعت الدول الأخرى ذات الكثافة المرتفعة في استهلاك الطاقة، مثل روسيا والولايات المتحدة، خفض هذه الكثافة، في حين تجاوزت أربعُ دولٍ من دول مجلس التعاون الخليجي الستة (وهي: الكويت وعُمان والسعودية والإمارات) مستوى استهلاك الطاقة للولايات المتحدة.

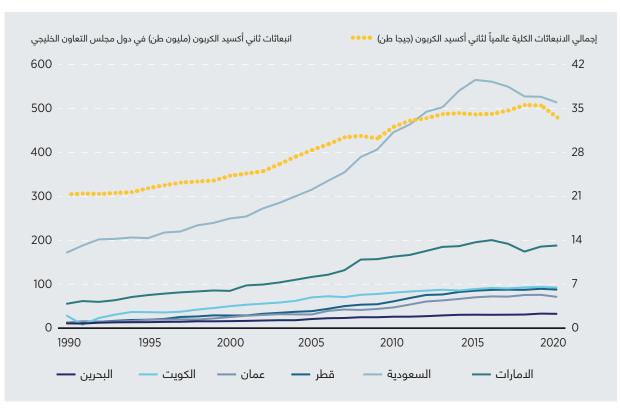
**الشكل 1.20** نصيب الفرد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون مقابل نصيب الفرد من إجمالي الناتج المحلي (بالأسعار الحالية للدولار) في بلدان مختارة، لعام 2022.



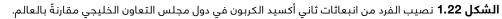
المصدر: (البنك الدولي 2023أ؛ كلايمت ووتش 2023). ملحوظة: حجم الدوائر يمثل تعداد السكان.

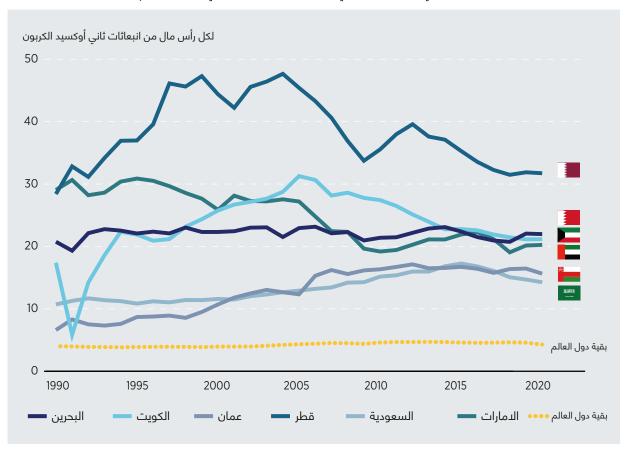


الشكل 1.21 انبعاثات ثاني أكسيد الكربون لدول مجلس التعاون الخليجي مقارنةً بالعالم.



المصدر: (البنك الدولي 2023أ).





المصدر: (البنك الدولي 2023أ؛ كلايمت ووتش 2023).



أسعار الدولار لعام 2017 500 400 300 200 100 1990 2020 2022 1995 2000 2005 2010 2015 البحرين — الكويت — عمان — قطر — السعودية الدمارات — المتوسط العالمي ••••

الشكل 1.23 إجمالي الناتج المحلي لكل وحدة استخدام طاقة (تعادل القوة الشرائية بالدولار بالأسعار الثابتة لعام 2017)

المصدر: (البنك الدولي، 2023أ).





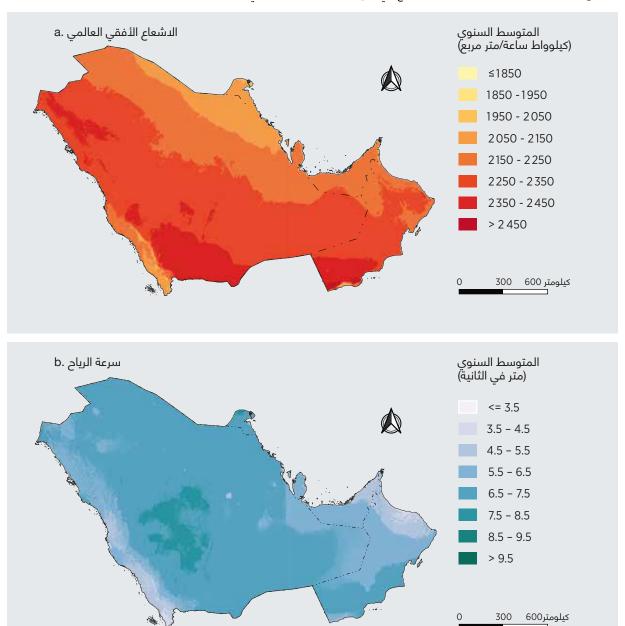
لقد أدركت منطقة دول مجلس التعاون الخليجي منذ فترة طويلة إمكانات الطاقة المتجددة المتوفرة لديها والدور الفعّال الذي يمكن أن تلعبه في هذا الصدد. ومن المحتمل أن تصبح مصادر الطاقة المتجددة المورد الأكثر فعالية من حيث التكلفة لتوليد الطاقة في المنطقة، وذلك بفضل الموارد الممتازة للطاقة الشمسية (وفي أجزاء من المنطقة طاقة الرياح)، والمزادات التي تُقام بهدف خفض التكاليف، وشروط التمويل الملائمة، وانخفاض تكاليف التكنولوجيا التي يتطلبها إنتاج الطاقة من المصادر المتجددة (سميث، 2023؛ بادماناثان، 2018). ومن المرجح أن تتزايد الاستثمارات في مجال الطاقة المتجددة ضمن نطاق دول مجلس التعاون الخليجي في السنوات القليلة القادمة. يأتي هذا في ظل قدرة هذه الدول على تحمُّل تكاليف مصادر الطاقة المتجددة، والتطورات الرئيسية التي تشهدها المنطقة مثل انخفاض معدل الاستهلاك المحلي للوقود الأحفوري، والأهداف المناخية الطموحة التي تسعى دول الخليج إلى تحقيقها، والتنويع الاقتصادي، والابتكارات الصناعية؛ كإنتاج الهيدروجين النظيف. ويوضح هذا الفصل إمكانات الموارد في المنطقة (القسم 2.2) والتوسع في استخدام مصادر الطاقة المتجددة في الفترة الحالية في مجموعة مختارة من البلدان (القسم 2.2)، ثمّ يلقي الضوء على الممارسات الرامية إلى تخفيض تكاليف مصادر الطاقة المتجددة (القسم 2.2)

#### 2.1 إمكانات مصادر الطاقة المتجددة

تنعم دول مجلس التعاون الخليجي بإمكانات كبيرة من موارد الطاقة الشمسية: إذ يتراوح متوسط حجم الإشعاع الأفقي العالمي (GHI) سنوياً بين 7,700 و2,500 كيلوواط/ساعة للمتر المربع (كيلوواط ساعة/م2) (الشكل 2,21). وتتشابه مستويات الإشعاع الأفقي العالمي في دول المجلس مع تلك الموجودة في بلدان أخرى في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، مثل الأردن والمغرب (آيرينا، 2019أ). ويُعتبر حجم الإشعاع الأفقي العالمي ضرورياً لتوليد الطاقة عبر الألواح الشمسية الكهروضوئية، ويتركز حجم الإشعاع بشكل خاص في شمال غرب ووسط وجنوب السعودية وفي جنوب غرب عُمان. أما بالنسبة للبحرين وقطر والإمارات، فإنها تمتلك إمكانيات متوسطة من موارد الرياح، وتنخفض سرعة الرياح نسبياً على الشاطئ. وتنعم مناطق واسعة في وسط وشمال السعودية وجنوب عُمان وشمال غرب الكويت بموارد رياح جيدة (أكثر من 7.5 متر في الثانية)، (الشكل 2.1 ب). وتتمتع سرعات الرياح على طول الساحل الشمالي للبحر الأحمر بتصنيف عالمي المستوى (حيث تقوم السعودية ببناء أول منشأة لتصدير الهيدروجين في نيوم).

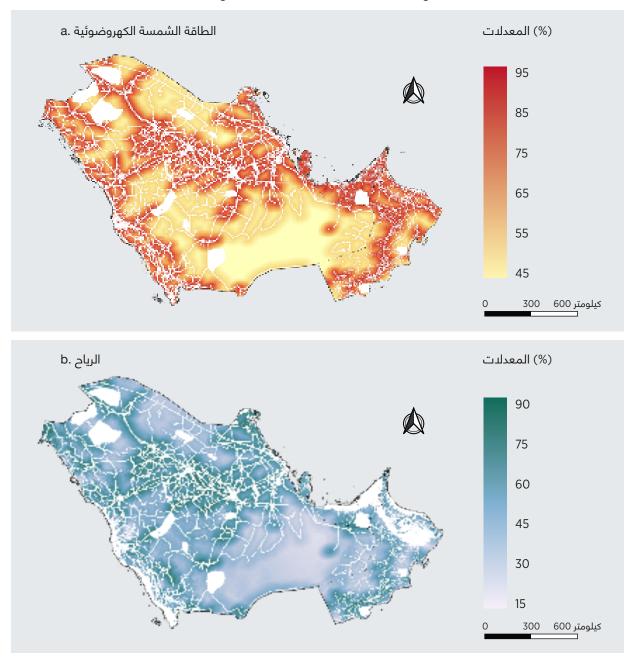
وتتمتع بعض المناطق، ولا سيما عُمان والسعودية، بموارد جيدة من الطاقة الشمسية المركّزة. وبحسب بيتاك وآخرون، 2012، فإنّ السعودية قد يكون لديها أفضل مواقع الإشعاع الطبيعي المباشر (DNI) في منطقة دول مجلس التعاون الخليجي، مقارنة بمواقع أُخرى في الأردن والمغرب وإسبانيا. وتؤثر كمية الغبار والرطوبة العالية على طول ساحل الخليج في المنطقة على حجم الإشعاع الطبيعي المباشر وعلى اختيار ها كأماكن مناسبة لتوظيف تقنية الطاقة الشمسية المركّزة، حيث يحجب الغبار والرطوبة على مدار العام عن الألواح والخلايا الشمسية الكهروضوئية ضوء الشمس، مما يعني امتصاص كمية أقل من ضوء الشمس أو انعكاساتها (آيرينا، 2019أ). وتتحكم الاختلافات المناخية في جميع أنحاء شبه الجزيرة العربية بمستويات الإشعاع الأفقي العالمي. وبعيداً عن منطقة دول مجلس التعاون الخليجي، فإن كثافة الغبار الشديدة في شمال أفريقيا تؤدي أيضاً إلى انخفاض حجم الإشعاع الأفقي العالمي بنسبة %50-40 وحجم الإشعاع الطبيعي المباشر بنسبة %90-80 (كوزموبولوس وآخرون، 2017).

الشكل 2.1 موارد الطاقة الشمسية وطاقة الرياح في دول مجلس التعاون الخليجي



المصدر: (أ): برنامج المساعدة في إدارة قطاع الطاقة (2019)، (ب): جامعة الدنمارك التقنية (2015)، خريطة الأساس: بحسب حدود الأمم المتحدة. الخرائط متاحة على أطلس آيرينا العالمي لموارد الطاقة المتجددة.

إخلاء مسؤولية: تم إدراج الخريطة لأغراض توضيحية فقط. والحدود الموضحة في الشكل لا تعني أي تأييد أو قبول من قبل الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (آيرينا) فيما يتعلق بوضع أي منطقة، أو بلد، أو إقليم، أو مدينة، أو منطقة خاضعة لسلطاتها، أو تتعلق بترسيم حدودها أو تخومها.



الشكل 2.2 المناطق الأكثر ملاءمة لمشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح البرية على مستوى المرافق

المصدر: الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (آيرينا) (2021)، خريطة الأساس: بحسب حدود الأمم المتحدة. الخرائط متاحة على أطلس آيرينا العالمي لموارد الطاقة المتجددة. الطاقة المتجددة. إخلاء مسؤولية: تم إدراج الخريطة لأغراض توضيحية فقط. والحدود الموضحة في الشكل لا تعني أي تأييد أو قبول من قبل الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (آيرينا).

#### تحليل تقسيم مناطق طاقة الرياح والطاقة الشمسية الكهروضوئية

حدّدت الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (آيرينا)، في إطار المبادرة العربية للطاقة النظيفة، التي أقرها المجلس الوزاري العربي في سبتمبر 2014 لتعزيز دمج حصص أكبر من مصادر الطاقة المتجددة في أنظمة الطاقة في المنطقة العربية، فرص الدستثمار في مشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية ومشاريع طاقة الرياح البرية على مستوى المرافق في دول مجلس التعاون الخليجي، (الشكل 2.2 أ و ب).وللقيام بذلك، أخذ محللو "آيرينا" بعين الاعتبار إمكانات المصادر المتجددة المتاحة، والبنية التحتية الحالية (بما في ذلك شبكات الطرق وخطوط النقل)، والتضاريس، والمناطق المحمية، والكثافة السكانية. وتحدد الخرائط المناطق الملاءمة لنشر مشاريع طاقة الرياح والطاقة الشمسية الكهروضوئية، التي سيؤدي استغلال نصفها فقط إلى إنتاج 3,143 جيجاواط من الطاقة الشمسية الكهروضوئية، بحوالي من الطاقة الشمسية الكهروضوئية و100 جيجاواط من طاقة الرياح البرية. وتتمتع السعودية بأعلى إمكانات تطوير الطاقة الشمسية الكهروضوئية، بحوالي 2,324 جيجاواط، تليها عُمان، والإمارات، وقطر، والكويت، والبحرين (الشكل 2.2أ). وتعتبر إمكانات البياع عُمان، والإمارات، والإمارات، والبحرين (الشكل 2.5). ولشرح هذه النسب بالأرقام على أرض الواقع، فقد بلغت إجمالي القدرة المركبة للطاقة التي تم إنتاجها من المصادر المتجددة في منطقة دول مجلس التعاون الخليجي 173 جيجاواط خلال عام 2022 (الفصل الثاني).

# 2.2 حالة التوسُّع في استغلال مصادر الطاقة المتجددة

شهد العقد الماضي تطوراً ملحوظاً في مجال الطاقة المتجددة في دول مجلس التعاون الخليجي، حيث كان اعتمادهم على مصادر الطاقة المتجددة شبه معدوم في السابق، لتصبح بعد ذلك دول المجلس سوقاً متنامياً لمصادر الطاقة المتجددة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا4 (الشكلين 2.3 و2.5)، حيث تبلغ اليوم قدرة دول مجلس التعاون الخليجي لتوليد الطاقة من المصادر المتجددة أكثر من 10% من إجمالي قدرة توليد الطاقة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا (الشكلان 2.3 و2.4).

حوالي 90% من إجمالي قدرة دول مجلس التعاون الخليجي على توليد الطاقة ناجمة عن استخدام الطاقة الشمسية الكهروضوئية، و%4 من الطاقة الشمسية المركّزة، وتتركز أغلبها تقريباً في الإمارات وقطر والسعودية، مما يجعل الإمارات وقطر من بين أكبر عشر دول تمتلك القدرة الإنتاجية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا (انظر الجدول 2.1). ويختلف مسار هاتين البلدين عن بقية البلدان في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، والتي نمت لديها قدرات الطاقة المتجددة ببطء على مدى عقود، باستثناء بعض الدول مثل مصر وإسرائيل والمغرب الذين كانوا يعتمدون بشكل شبه كامل على الطاقة الكهرومائية (آيرينا، 2019ب). وبقي التوسّع في تنفيذ مشاريع طاقة الرياح محدودًا حتى عام 2022 في منطقة دول مجلس التعاون الخليجي، حيث تم تركيب 67 ميجاواط، ثلاثة أرباعها في عُمان (الجدول 2.1).



<sup>4</sup> تشمل منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا: البحرين، وإيران، والعراق، وإسرائيل، والأردن، والكويت، ولبنان، وعُمان، وقطر، والسعودية، وفلسطين، وسوريا، والإمارات، واليمن.

وعلى الرغم من التوسّع الكبير مؤخراً في استخدام مصادر الطاقة المتجددة في منطقة دول مجلس التعاون الخليجي، إلا أنّ حصة الطاقة المتجددة في توليد الكهرباء في المنطقة لا يزال ضئيلاً. وفي عام 2022، شكّلت مصادر الطاقة المتجددة نسبة 3% فقط من قدرة توليد الكهرباء بالرغم من الخطط الطموحة التي تسير عليها دول المنطقة (الفصل 3)، وزيادة القدرة التنافسية لمصادر الطاقة المتجددة مقارنة بالمصادر الاعتيادية من حيث التكلفة (القسم 2.3).

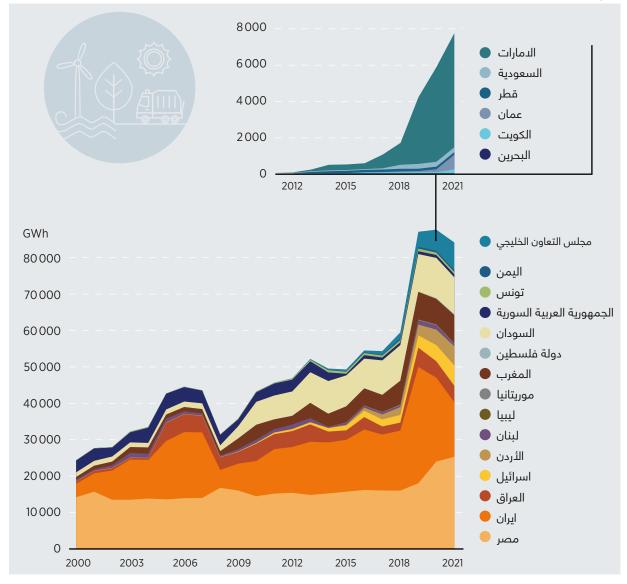
### توجهات التنفيذ الرئيسية ومشاريع الطاقة

تُعد دولة الإمارات العربية المتحدة من أكثر دول المنطقة اعتماداً على الكهرباء التي يتم توليدها من مصادر الطاقة المتجددة، حيث بلغت القدرة المركبة 3,592 ميجاواط في عام 2022، ومعظمها من الطاقة الشمسية الكهروضوئية (الشكل 2.8). ولقد تعاظمت حصة الدولة من الطاقة الشمسية الإمليمية (الشكل 2.7) بشكل أكبر في عام 2023، حيث تم إنتاج أكثر من 1,000 ميجاواط إضافية من الطاقة الشمسية. وكما ذكرنا سابقاً، إن نسبة استغلال طاقة الرياح في منطقة دول مجلس التعاون الخليجي بقيت محدودة، ولكنها كانت الأفضل في سلطنة عُمان (الجدول 2.1). وتحتضن إمارة دبي في الإمارات مجمّع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية، وهو أكبر مجمّع للطاقة الشمسية في موقع واحد على مستوى العالم. وتبلغ قدرة توليد الطاقة فيه مجمّع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة المتجددة في الإمارة إلى أكثر من \$10 من إجمالي القدرة الإنتاجية (هيئة كهرباء ومياه دبي، 2023؛ كيسي، 2,800 ميجاواط، مما يرفع قدرة إنتاج الطاقة المتجددة في الإمارة إلى أكثر من \$10 من المستقلة لإنتاج الطاقة الشمسية الكهروضوئية بقدرة 1,200 ميجاواط (وهي أيضاً واحدة من أكبر محطات الطاقة الشمسية في موقع واحد في العالم)، وكذلك محطة "شمس" في أبوظبي، و محطة شمس دبي، ومزرعة الرياح في منطقة حتا. وتشمل أنظمة الطاقة الشمسية الأصغر حجماً محطة الطاقة الشمسية الكهروضوئية بقدرة 10 ميجاواط الموجودة في مدينة مصدر في مواقع، وتديره شركة "مصدر" للطاقة المتجددة، ومن المقرر أن يزود المشروع أكثر من 23,000 منزل بالكهرباء سنوياً (رويترز، 2023). وفي الوقت نفسه، من المتوقع أن يتم تشغيل محطة الطاقة المتجددة في دولة الإمارات.



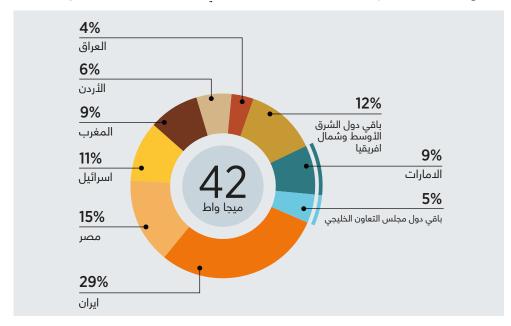
وإلى جانب الطاقة الشمسية، كانت الإمارات أول دولة في منطقة دول مجلس التعاون الخليجي توظف تكنولوجيا تحويل النفايات إلى طاقة. وفي أبريل 2022، أكملت إمارة الشارقة بناء أول محطة لتحويل النفايات إلى طاقة في الدولة، كجزءٍ من خطتها الطموحة لجعل الشارقة أول مدينة في الشرق الأوسط خالية من النفايات، (ذا ناشيونال، 2022). وستسهم المحطة عند تشغيلها بكامل طاقتها في تحويل ما يصل إلى 300,000 طن من النفايات غير القابلة لإعادة التدوير كل عام، بينما تنتج 30 ميجاواط من الكهرباء بمعدّل انبعاثات كربونية منخفضة، وهو ما يكفي لتزويد 28,000 منزل بالطاقة (ذا ناشيونال، 2022).

الشكل **2.3** توليد الكهرباء القائم على مصادر الطاقة المتجددة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، (جيجاواط/ساعة) بين عامى 2021-2000



المصدر: (آيرينا، 2023ب)

<sup>\*</sup> تشمل بقية دول منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا: الجزائر، والأردن، ولبنان، وليبيا، وموريتانيا، والسودان، وسوريا، وتونس، واليمن. \*\* تشمل بقية دول مجلس التعاون الخليجي: البحرين، والكويت، وعُمان، وقطر، والسعودية.



الشكل 2.4 قدرة توليد الكهرباء القائمة على الطاقة المتجددة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا (ميجاواط)، 2022.

المصدر: (آيرينا، 2023ب).

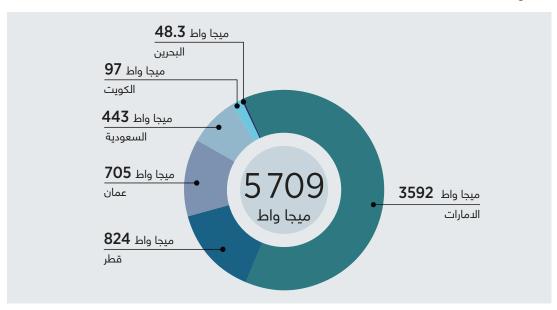
ملاحظات: \*تشمل بقية دول منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا الجزائر والأردن ولبنان وليبيا وموريتانيا والسودان وسوريا وتونس واليمن. \*\*تشمل بقية دول مجلس التعاون الخليجي البحرين والكويت وعمان وقطر والسعودية.



الشكل 2.5 قدرة توليد الكهرباء القائمة على الطاقة المتجددة في دول مجلس التعاون الخليجي (ميجاواط)، 2022-2013.

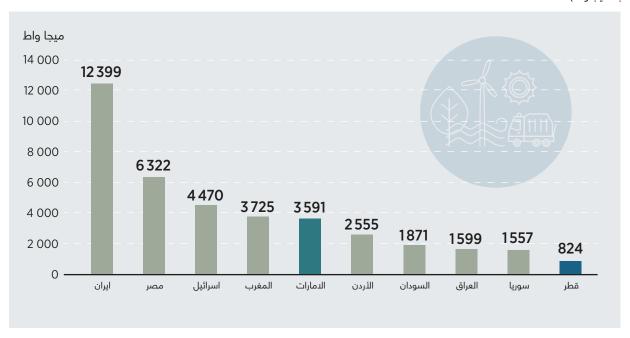
المصدر: (آيرينا، 2023ب).

الشكل 2.6 قدرة توليد الطاقة المتجددة حسب الدولة (ميجاواط)، 2022.



المصدر: (آيرينا، 2023ب).

**الشكل 2.7** أكبر 10 دول منتجة للطاقة المتجددة في الشرق الأوسط (القدرة المركبة لإنتاج الكهرباء من الطاقة المتجددة بالميجاواط)، 2022.



المصدر: (آيرينا، 2023ب).

ميجا واط 7 الغاز الحيوي ميجا واط 15 النفايات المتجددة ميجا واط 69 الرياح ميجا واط 5216

ميجا واط 402

الطاقة الشمسية المركزة

الشكل 2.8 قدرة توليد الكهرباء القائمة على الطاقة المتجددة في دول مجلس التعاون الخليجي حسب التكنولوجيا المستخدمة (ميجاواط)، 2022.

المصدر: (آيرينا، 2023ب).

الطاقة الشمسية الكهروضوئية

الجدول 2.1 قدرة توليد الطاقة المتجددة (ميجاواط) في دول مجلس التعاون الخليجي (الوضع: في نهاية عام 2022).

إجمالي الطاقة المتجددة	الغاز الحيوي	النفايات البلدية المعاد تدويرها	طاقة الرياح	الطاقة الشمسية المركزة	الطاقة الشمسية الكهروضوئية	
48.3			2.7		45.6	البحرين
96.7			12.4	50	32.8	🗖 الكويت
705.1			50	-	655.1	🔙 عمان
824.1	4	15	-	-	805.1	🔲 قطر
443.1			3.3*	50	389.9	🌁 السعودية
3,592	3.4		1	100	287.6 3	🗖 الدمارات
5,709	7	15	69	402	5,216	دول مجلس التعاون الخليجي

المصدر: (آيرينا، 2023ب).

<sup>\*</sup> قامت المملكة العربية السعودية بتشغيل 400 ميجاواط من طاقة الرياح في أواخر عام 2022، وهو غير مشمول في البيانات أعلاه.

في مايو 2023، حققت "محطة الشارقة لتحويل النفايات إلى طاقة" أوّل إنجازاتها، وهو استخدام 100,000 طن من النفايات في توليد الطاقة (ذا ناشيونال، 2023). وفي الشهر نفسه، أكملت دبي أيضاً إنشاء مشروع جديد لتحويل الغاز الحيوي إلى طاقة في محطة ورسان لمعالجة مياه الصرف الصحي، بقدرة 2023). كما بعدرة 44.250 ميجاواط/ساعة من الكهرباء سنوياً، وهو ما يكفي لتغطية %50 من احتياجات محطة الصرف الصحي من الكهرباء (جلف نيوز، 2023). كما افتتحت دبي، في صيف عام 2023، مركز دبي لمعالجة النفايات، الذي من المقرر أن يعالج 1.9 مليون طن من النفايات سنوياً، ليصبح أكبر مشروع في العالم لتحويل النفايات إلى طاقة (جلف نيوز، 2022؛ مركز ورسان لمعالجة النفايات، 2023). كما تعد دولة الإمارات العربية المتحدة أول دولة خليجيةً في الوقت الحاضر تستكشف الطاقة الحرارية الأرضية (أدنوك، 2023).

وبعد سنوات عديدة من التعثّر على مستوى النشر، أكملت دولة قطر تشغيل محطة الخرسعة للطاقة الشمسية الكهروضوئية بقدرة 800 ميجاواط، في الوقت المناسب مع انطلاق فعاليات كأس العالم لكرة القدم 2022. حيث زادت محطة الخرسعة حصة مصادر الطاقة المتجددة في مزيج توليد الكهرباء من %0 إلى %7، لتحتلّ قطر بذلك المرتبة الثانية على مستوى دول المنطقة من حيث قدرة الطاقة الشمسية.

كذلك الأمر في عمان، حيث ازدادت حصة الطاقة المتجددة لتمثل 6% من قدرة توليد الكهرباء المرتبطة بالشبكة في السلطنة. وبالإضافة إلى ما يزيد عن 650 ميجاواط من قدرة الطاقة الشمسية الكهروضوئية المركبة المتصلة بالشبكة، أكملت عمان في عام 2019 مشروع محطة ظفار لطاقة الرياح بقدرة 50 ميجاواط، الذي طورته شركة "مصدر" الإماراتية للطاقة (مصدر، 2023ب).

أمّا السعودية، فعلى الرغم من خططها الطموحة في مجال الطاقة المتجددة ومساحاتها الشاسعة المتاحة، إلا أن القدرة المركّبة للطاقة المتجددة في المملكة تحتلّ المرتبة الرابعة فقط على مستوى دول المنطقة، حيث بلغت 443 ميجاواط في عام 2022، وجميعها تقريباً من الطاقة الشمسية. يُذكر أنه في أبريل 2021 تم تشغيل أول مشروع للطاقة الشمسية على مستوى المرافق العامة في المملكة بقدرة 300 ميجاواط، من قبل تحالفٍ بقيادة "أكوا باور" وشركة "الجهاز القابضة".



ويتم بيع الطاقة التي يولّدها المشروع إلى الشركة السعودية لشراء الطاقة "المشتري الرئيس" بموجب اتفاقية شراء الطاقة (PPA) لمدة 25 عاماً. كما سجل المشروع رقماً قياسياً جديداً للتكاليف المنخفضة، إذ بلغت التكلفة 2.34 سنت أمريكي/ كيلوواط ساعة في القطاع الفرعي للطاقة الشمسية الكهروضوئية (المملكة العربية السعودية، 2022ب؛ تكنولوجيا الطاقة، 2021). وفي العام نفسه، وقعت المملكة 7 مشاريع أخرى للطاقة الشمسية بإجمالي قدرة توليد بلغت 1,515 ميجاواط، بما في ذلك مشروع "شعيبة" للطاقة الشمسية بقدرة 600 ميجاواط، الذي يتميز بسعر قياسي من حيث تكلفة الطاقة الشمسية قدره 1.04 سنت أمريكي/ كيلوواط ساعة. ومشروع محطة "دومة الجندل" لطاقة الرياح البرية بقدرة 400 ميجاواط. وتم التعاقد على جميع المشاريع السابقة بموجب اتفاقيات شراء تتراوح مدتها بين 25-20 عاماً (كاربنتر، 2021؛ رويترز 2021ج؛ تكنولوجيا الطاقة، 2019). ومع نهاية عام 2023، كانت السعودية قد وضعت المحطات الكهروضوئية التالية قيد التشغيل: محطة سكاكا للطاقة الشمسية (300 ميجاواط)، ومشروع محطة رابغ للطاقة الشمسية الكهروضوئية (300 ميجاواط)، بالإضافة إلى مشروع سدير للطاقة الشمسية الكهروضوئية الذي يتم تشغيله جزئياً بقدرة 1,200 ميجاواط (وزارة الطاقة، 2023).

#### تقنيات توليد الطاقة المتجددة اللامركزية وغير المتصلة بالشبكة

ما تزال استخدامات تطبيقات الطاقة المتجددة غير المتصلة بالشبكة محدودةً في دول مجلس التعاون الخليجي، حيث تبلغ قدرتها الإجمالية في المنطقة حوالي 8.5 ميجاواط برغم إمكانات التوسع الكبيرة في السنوات المقبلة. وحيث إنّ الوصول إلى الكهرباء يكاد يكون عالمياً في المنطقة، فإن أكبر إمكانات الطاقة المتجددة غير المتصلة بالشبكة تتمثل في توليد الكهرباء في الجُزر، وفي المواقع النائية والبحرية التي يستخدمها قطاع النفط والغاز، بما في ذلك منصات التنقيب عن النفط. وتتركز معظم قدرات التوليد غير المتصلة بالشبكة على مستوى المنطقة حالياً في دولة الإمارات (5.9 ميجاواط من الطاقة الشمسية الكهروضوئية)، تليها الكويت، ومشاريع في عُمان والسعودية (آيرينا، 2023ب).

استخدمت عُمان لسنوات عديدة تقنية "حقن البخار"، نوعٌ من أنواع الاستخلاص المعزز للنفط، في مشروع "مرآة" لتوليد البخار بالطاقة الشمسية، وهي منشأةٌ حرارية شمسية بقدرة 1,021 ميجاواط وواحدة من أكبر محطات الطاقة الشمسية في العالم، وتقع في حقل أمل النفطي في الجنوب. (عُمان استدامة، 2021؛ تكنولوجيا الطاقة، 2018).





وإلى جانب الحلول غير المتصلة بالشبكة، تتمتع دول مجلس التعاون الخليجي بالقدرة على توليد طاقة متجددة لامركزية، وذلك بتركيب ألواح الطاقة الشمسية على الأسطح؛ التي تخدم التوليد الذاتي للطاقة على المستوى السكني والتجاري والصناعي. وتجدر الإشارة إلى أن جميع الإضافات التي تمت على قدرات توليد الطاقة المتجددة في المنطقة خلال العقد الماضي جاءت من مشاريع رائدة على مستوى المرافق بتكليف من دول المنطقة (انظر الجدول 2.2). كما يمكن لقطاع الزراعة، وتحديداً الزراعة الفولتية (الفولتية- الضوئية باستخدام ألواح الطاقة الشمية)، أن يستفيد من الطاقة المتجددة اللامركزية (الإسكوا، 2017).

في المستقبل، يمكن أن يصبح تركيب ألواح الطاقة الشمسية على الأسطح ممارسة شائعة في المباني التجارية مثل: المستودعات ومراكز التسوق التجارية، وفي مواقف السيارات، ومنتجعات الجزر. كما أن فرض تركيب أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية على أسطح مواقف السيارات المفتوحة، كما هو الحال في فرنسا، من شأنه أن يُشكّل سياسةً عملية وفعالة تُعزز استخدام الطاقة الشمسية في جميع أنحاء المنطقة (بيرنباوم، 2023). وفي السنوات الأخيرة، قامت مدن عديدة بتجربة إنارة الشوارع بالطاقة الشمسية، كما هو الحال في مدينة "مصدر"، التي تعدّ رؤية رائدة لمدينة المستقبل في أبوظبي؛ وحرم مركز "كابسارك" في الرياض - السعودية، وحول ملاعب كأس العالم 2022 في قطر. ويمكن للطاقة المتجددة أن تغذي بعض التطبيقات النُخرى أيضاً، حيث أطلقت الإمارات مخططاً تجريبياً لاستخدام الخلايا الكهروضوئية على الأسطح لتسخين المياه في صحراء الشيخ زايد، بقدرة 840 كيلوواط حرارية (فايس آند سبورك دور، 2023).

وفي إطار برنامج صافي القياس للطاقة التابع لمبادرة "شمس دبي"، أصبح تركيب ألواح الطاقة الشمسية الكهروضوئية على الأسطح سمة منتشرة في المرافق التجارية والصناعية في دبي. فمنذ إطلاقه في عام 2015، أسهم البرنامج في تخفيض حجم التركيبات المسموح بها لتكون حسب طلب المنشأة المحددة على الطاقة، الأمر الذي زاد من تحديات تطوير المشروع. ومع ذلك، ساهم البرنامج في إطلاق منشآت للطاقة الشمسية الكهروضوئية الموزعة المعتمدة بقدرة تتجاوز 500 ميجاواط خلال 7 سنوات فقط من تشغيله (مشاريع زاوية، 2023)، مع حوالي 150 ميجاواط أخرى في طور الإعداد. ويمكن التنفيذ برامج صافي القياس في دول مجلس التعاون الخليجي الأخرى أن يساعد في اعتماد المزيد من الأنظمة الكهروضوئية على الأسطح (بروفنزاني، 2023)، إلا أن الطاقة الشمسية الكهروضوئية في الإمارات تواجه تحدياتٍ تتمثل في انخفاض أسعار التجزئة للكهرباء والغاز والديزل ونقص التمويل، إلى جانب التحدي المتمثل في الحفاظ على الألواح الكهروضوئية نظيفةً وسط مناخ مغبر ورطب (زيويتز، 2023). (القسم 3.3)

# الطاقة المتجددة في قطاع النقل

ما يزال استخدام الطاقة المتجددة خارج قطاع الطاقة محدوداً في المنطقة، مما يُبرز فجوةً واضحة في استراتيجيات المناخ والطاقة المتجددة في معظم دول مجلس التعاون الخليجي. يتجلى أحد الحلول المحتملة لمعالجة هذا الأمر في تبنّي استخدام الطاقة الكهربائية في وسائل النقل القائمة على مصادر الطاقة المتجددة. وتتسبب البنية التحتية السائدة للطرق وهيمنة المركبات الخاصة على أنظمة النقل، خاصة في المدن، بمزيد من الدزدحام المروري وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون، الأمر الذي يعودُ بآثار وتبعات اقتصادية وبيئية سلبية (برايس ووترهاوس كوبرز، 2023). وفي محاولةٍ لمقاومة هذه التثار والتحديات المحتملة، تسعى مدنٌ عديدة في دول مجلس التعاون الخليجي إلى الدستثمار بشكل كبير في بناء أنظمة النقل العام الجديدة وتحديثها؛ بما في ذلك شبكات المترو والترام والحافلات الجديدة. كما تمتلك بعض الدول أهدافاً طموحة لتبني تقنيات التنقل الذكية خلال العقد المقبل. (برايس ووترهاوس كوبرز، 2023).

وتهدف السعودية إلى تشغيل ما لا يقل عن %30 من سياراتها بالطاقة الكهربائية بحلول عام 2030، بعد تعهدها بالوصول إلى صافي انبعاثات كربونية صفرية بحلول عام 2060 (عرب نيوز، 2022ب). كما أعلنت شركة "لوسيد موتورز" لصناعة السيارات الكهربائية في عام 2021 عن خططها لبناء أول مصنع دولي يستهدف صناعة 150 ألف سيارة كهربائية سنوياً في مدينة الملك عبد الله الاقتصادية في المملكة (عرب نيوز، 2022ب). وكانت "لوسيد" قد باشرت صناعة السيارات الكهربائية في المملكة منذ سبتمبر 2023. وفي إطار هذه المساعي، يتعاون صندوق الاستثمارات العامة مع شركة "فوكسكون" في مشروعٍ مشترك لتأسيس وإطلاق شركة "سير"، أول علامة سيارات كهربائية في المملكة العربية السعودية، بهدف تصنيع السيارات الكهربائية في عام 2025 (ووه، 2022). وفي أكتوبر 2023، أعلن صندوق الاستثمارات العامة التابع للحكومة، بالتعاون مع الشركة السعودية للكهرباء، عن تأسيس شركة البنية التحتية للسيارات الكهربائية كجزء من المساعي الدؤوبة الرامية إلى تحقيق أهداف المملكة في تقليل الانبعاثات وتحفيز السكان المحليين للاعتماد على المركبات الكهربائية (العربية، 2023).

تهدف السياسة الوطنية للمركبات الكهربائية في دولة الإمارات العربية المتحدة إلى بناء شبكة وطنية من أجهزة شحن المركبات الكهربائية، وتنظيم سوق المركبات الكهربائية في الدولة. كما تطمح حكومة دولة الإمارات من خلال المشروع التحولي "سوق عالمي للمركبات الكهربائية" إلى جعل الإمارات سوقاً عالمياً في الدولة بحلول عام 2050، وخفض استهلاك عالمياً في المجال، فضلة عن زيادة حصة المركبات الكهربائية إلى %50 من إجمالي المركبات العاملة في الدولة بحلول عام 2050، وخفض استهلاك الطاقة في قطاع النقل بنسبة %20 (حكومة الإمارات العربية المتحدة، 2023ج). وفي إطار مساعيها لتلبية الطلب المتزايد على حلول التنقل الأخضر، افتتحت الإمارات أول منشأة لتصنيع السيارات الكهربائية في مدينة دبي الصناعية عام 2022، بهدف إنتاج 55,000 سيارة كهربائية سنوياً (عرب نيوز، 2022ب). وتُشكّل المركبات الكهربائية والهجينة حوالي %50 من أسطول سيارات الأجرة بدبي، حيث تعتزم الإمارة تحويل كامل أسطولها من سيارات الأجرة إلى مركبات خضراء بحلول عام 2027، ومن ثم جميع وسائل النقل الجماعي إلى وسائل صديقة للبيئة وخالية من الدنبعاثات الكربونية بحلول عام 2050، كما تعد دبي أول مدينة في المنطقة تشجع على ملكيّة المركبات الكهربائية الخاصة من خلال توفير خدمة الشحن المجاني لأصحاب المركبات الكهربائية غير التجارية، مستفيدةً من شبكتها التي تضم أكثر من 300 محطة "شاحن أخضر" تابعة لهيئة كهرباء ومياه دبى، (2021) في جميع أنحاء الإمارة بين عامى 2027 (حكومة دبى، 2021).

وأعلنت قطر عن خطتها لتحويل قطاع النقل إلى العمل بالطاقة الكهربائية؛ حيث تهدف وزارة النقل في الدولة إلى تحويل %35 من إجمالي المركبات في أسطولها، و%100 من حافلات النقل العام إلى حافلات نقل كهربائية بحلول عام 2030، فضلاً عن تطوير وتمكين البنية التحتية لخدمات الشحن ومحطات شحن المركبات الكهربائية الخاصة (صحيفة "ذا بينينسولا"، 2023).

رغم الطموح المتزايد في خطط تحوّل الطاقة لقطاع النقل، إلد أنّ سوق المركبات الكهربائية في المنطقة ما يزال في مراحله الأولى، وسط الحاجة إلى أطرٍ تنظيمية مبسّطة، وتطويرٍ لسلسلة التوريد، والدستثمار في البنية التحتية اللازمة، بالإضافة إلى إيجاد حلولٍ تكنولوجية للتعامل مع المناخ الحار السائد في المنطقة. وقد أجرى معهد قطر لبحوث البيئة والطاقة (QEERI) اختبارات على أنظمة البطاريات التجارية في ظروف المناخ شديد الحرارة في قطر، بهدف فهم أنماط تدهور أدائها وتأثير مستويات الغبار العالية على إلكترونيات القدرة المرتبطة بها. أمّا الخطط البحثية المستقبلية فستتضمن تقييم الأداء ومعدل استهلاك الطاقة وتدهور أداء البطارية في المركبات الكهربائية (الوكالة الدولية للطاقة، 2020).

إن عمليّة تقليل الدنبعاثات الغازية الكبيرة، عبر تحويل أسطول المركبات للعمل بالطاقة الكهربائية، ترتبط ارتباطاً وثيقاً بكيفية إنتاج الكهرباء التي تُغذّي هذه المركبات؛ حيث ينبغي إنتاجها من مصادر الطاقة منخفضة الكربون، وخاصة مصادر الطاقة المتجددة. وعليهِ، فإنّ تحقيق قطاع النقل لشروط الدستدامة على المدى الطويل يعتمد بشكل رئيسي على تعزيز نشر الطاقة المتجددة واعتمادها في دول المنطقة.

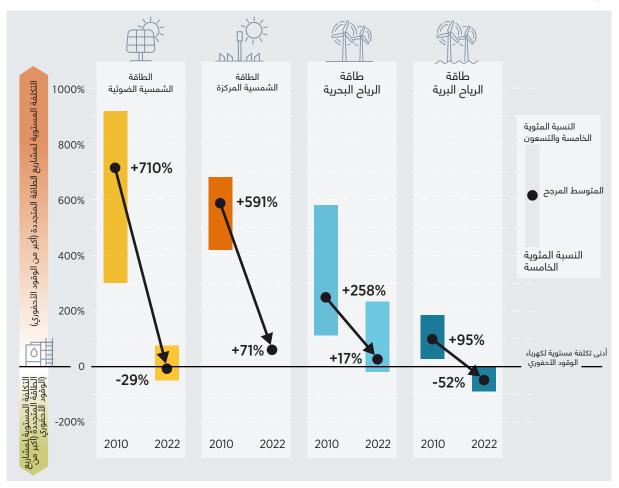


#### 2.3 انخفاض التكاليف

تعتبر تقنيات الطاقة المتجددة أكثر قدرة على المنافسة من حيث التكلفة خاصة في الأسواق الكبيرة المتصلة بالشبكة. قد يعود الانخفاض في تكاليف المشاريع على مستوى المرافق إلى التقنيات المحسنة، وتوفر التمويل منخفض التكلفة، وعمليات الشراء التنافسية، وزيادة معدلات نشر الطاقة المتجددة، بالإضافة إلى وعي الأطراف المعنية وإلمامهم العميق بالتقنيات. في عام 2010، بلغ المتوسط العالمي المرجح للتكلفة المستوية للكهرباء لمشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية أقل 44.5 سنت أمريكي/كيلوواط ساعة، التي انخفضت بحلول عام 2022 بنسبة %89 إلى 4.9 سنت أمريكي/كيلوواط ساعة، التي انخفضت بحلول عام 2022 بنسبة %89 إلى 2.9 سنت أمريكي/كيلوواط الأكلوراء الشمسية الكهروضوئية أقل تكلفة بنسبة %20 من الخيار الأقل تكلفة الذي يعتمد على الوقود الأحفوري. وفي الوقت نفسه، بلغت التكلفة المستوية للكهرباء لمشاريع الرياح البرية 7.0 سنت أمريكي/كيلوواط ساعة في عام 2022، مما يجعلها أقل تكلفة بنسبة %52 من الخيار الأقل تكلفة الذي يعتمد على الوقود الأحفوري (آيرينا، 2023). وتؤكد هذه الانخفاضات الكبيرة على القدرة التنافسية المتزايدة من حيث التكلفة للطاقات المتجددة مقابل الوقود الأحفوري (الشكل 2.9).

5 في حال افترضنا المتوسط المرجح لتكلفة رأس المال %7.5 في دول منظمة التعاون الدقتصادي والتنمية والصين و%10 في أماكن أخرى. راجع تقرير
 آيرينا (2018) للحصول على مزيد من التفاصيل حول الدفتراضات الكامنة وراء حسابات التكلفة المستوية للكهرباء وقاعدة بيانات آيرينا لتكاليف الطاقة المتحددة.

**الشكل 2.9** التغير في القدرة التنافسية للطاقة الشمسية وطاقة الرياح على أساس المتوسط العالمي المرجح للتكلفة المستوية للكهرباء، 2022-2010



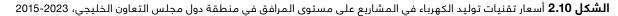
المصدر: (إيرينا 2023ج).

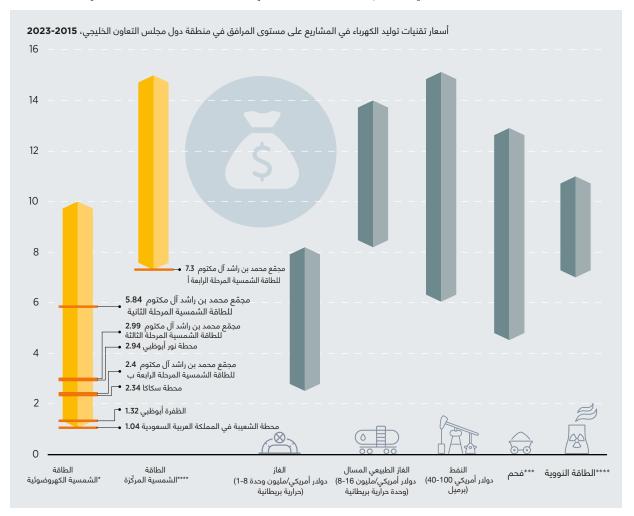
ملحوظة: يوضّح هذا الشكل أن النسبة المئوية للمتوسط المرجح العالمي للتكلفة المستوية للكهرباء لكل مصدر من الطاقة المتجددة كانت أعلى أو أقل من أرخص تكلفة مستوية للكهرباء لخيار الكهرباء الذي يعتمد على الوقود الأحفوري الجديد على مستوى العالم في عام 2010 (5.6 سنت أمريكي/كيلوواط ساعة) و2022 (الولديات المتحدة) 6.9 سنت أمريكي/كيلوواط ساعة).

الجدول 2.2 نتائج مزادات مختارة في دول مجلس التعاون الخليجي

وں ۔۔۔ ۔۔۔۔ج حرد۔۔	ع مصدره مي دول مجنس المعاول الصنيج	ي				
	اسم المزاد	الحجم (ميجاواط)	التقنية	تاريخ رسو المزاد	متوسط السعر سنت أمريكي كيلوواط/ ساعة	الحالة
البحرين	مناقصة 100 ميجاواط من الطاقة الشمسية	100	الطاقة الشمسية الكهروضوئية	2019	3.89	تم إلغاؤه
	مناقصة 72 ميجاواط للطاقة الشمسية	72	الطاقة الشمسية الكهروضوئية	2023	3.9	تم إرسائه
	مناقصة 100 ميجاواط من الطاقة الشمسية	100	الطاقة الشمسية الكهروضوئية	غیر متوفر		فتح تقديم العطاءات
📥 عمان	مشروع عبري 2 للطاقة الشمسية الكهروضوئية	500	الطاقة الشمسية الكهروضوئية	2019		تمّ تشغيله في 2022
	محطة أمين للطاقة الشمسية الكهروضوئية	100	الطاقة الشمسية الكهروضوئية	2019		تم تشغيله في 2020
	مشروع منح للطاقة الشمسية 2 الكهروضوئية	500	الطاقة الشمسية الكهروضوئية	2023		تم إرسائه
	مشروع منح للطاقة الشمسية الكهروضوئية	500	الطاقة الشمسية الكهروضوئية	2023		تم إرسائه
🔳 قطر	محطة الخرسعة للطاقة الشمسية الكهروضوئية	800	الطاقة الشمسية الكهروضوئية	2020	1.45	تمّ تشغيله في 2022
	مشروع سكاكا للطاقة الشمسية الكهروضوئية	300	الطاقة الشمسية الكهروضوئية	2018	2.34	تمّ تشغيله في 2019
💴 السعودية	مشروع دومة الجندل لطاقة الرياح	400	طاقة الرياح البرية	2019	2.13* (1.99)	تمّ تشغيله 2021
	الجولة الثالثة من البرنامج الوطني للطاقة المتجددة (1200 ميجاواط كهروضوئية)	91	الطاقة الشمسية الكهروضوئية	2022	2.99	غیر متوفر
		120	الطاقة الشمسية الكهروضوئية	2022		غیر متوفر
		700	الطاقة الشمسية الكهروضوئية	2022	1.49	غیر متوفر
		300	الطاقة الشمسية الكهروضوئية	2022	1.48	غیر متوفر
	الجولة الثانية من البرنامج الوطني للطاقة المتجددة(الشعيبة)	600	الطاقة الشمسية الكهروضوئية	2023	1.04	غیر متوفر
⊑ الإمارات	مجمع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية، المرحلة الثانية	200	الطاقة الشمسية الكهروضوئية	2015	5.84	تم تشغيله في 2017
العربية المتحدة	مجمع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية، المرحلة الثالثة	800	الطاقة الشمسية الكهروضوئية	2016	2.99	تم تشغيله في 2020
	مجمع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية، المرحلة الرابعة	700	الطاقة الشمسية المركزة	2017	7.3	تم تشغيله في 2021
		250	الطاقة الشمسية الكهروضوئية	2017	2.4	تم تشغيله في 2021
	محطة نور (أبوظبي) للطاقة الكهروضوئية	1 200	الطاقة الشمسية الكهروضوئية	2017	2.42	تم تشغيله في 2019
	محطة الظفرة (أبوظبي) للطاقة الكهروضوئية	2 000	الطاقة الشمسية الكهروضوئية	2020	1.32	تم تشغیله 2022
	مجمع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية، المرحلة الخامسة	900	الطاقة الشمسية الكهروضوئية	2020		تم تشغيله في 2023
	مجمع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية، المرحلة السادسة	1 800	الطاقة الشمسية الكهروضوئية	2023	1.62	تم إرسائه
	محطة العجبان (أبوظبي) للطاقة الكهروضوئية	1 500	الطاقة الشمسية الكهروضوئية	غیر متوفر		لم يدرس بعد

المصدر: (آيرينا، 2023و)





المصادر: مصادر الطاقة المتجددة (زاوية 2021؛ أبوستوليريس وآخرون 2018؛ أكوا باور 2020؛ ديباولا 2018؛ كارفاليو 2011)؛ المصادر غير المتجددة (زيويتز 2023; سابجا 2020; ميلز 2017; شانيل وآخرون. 2015; منار 2014; سكريبلر 2015).

ملاحظات: تعرض الأشرطة المظللة نطاقات أسعار المشاريع. وتعتمد الأسعار في المقام الأول على المشاريع من عام 2015 إلى عام 2023. وتمثل التكلفة المستوية للكهرباء وأسعار المزادات/اتفاقية شراء الطاقة إحدى الطرق لفحص القدرة التنافسية للتكلفة في تحليل ثابت. لد تعد هذه التقديرات بديلاً عن النمذجة العقدية التفصيلية أو تتبع تكلفة النظام أو تحليل العوامل مثل متطلبات إنشاء النسخ الدحتياطية أو إدارة الطلب على الطاقة. علاوة على ذلك، يجب توخي الحذر عند مقارنة التكلفة المستوية للكهرباء، وأسعار المزادات/اتفاقية شراء الطاقة ومستويات تعريفة التغذية، حيث يمكن أن تكون مقاييس تكلفة مختلفة جداً.

<sup>\*</sup> منخفض = سعر محطة الشعيبة للطاقة الشمسية الكهروضوئية؛ مرتفع = افتراض متحفظ يعتمد على رأي الخبراء.

<sup>\*\*</sup> منخفض = سعر مجمع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية، المرحلة الرابعة في دبي بقدرة 700 ميجاواط؛ مرتفع = سعر نور 2 المغرب.

<sup>\*\*\*</sup> منخفض = سعر محطّة توليد الطاقة بالنفحم النظيف في حصيان؛ مرتفع = تقدير للفحم المزود بتقنية التقاط الكربون وتخزينه.

<sup>\*\*\*\*</sup> النطاق التقديري للطاقة النووية بناءً على (ميلز 2012؛ سيابجا 2020؛ سكريبلر 2015).

في حين أن مصادر الطاقة المتجددة، خاصة الطاقة الشمسية الكهروضوئية، أصبحت قادرة على المنافسة، تجدر الإشارة إلى أن العوامل الرئيسية التي تحدد تكاليف الطاقة المتجددة (مثل موارد الطاقة والحجم وتكاليف التركيب وتكلفة رأس المال) تختلف بشكل كبير حسب البلد والمشروع والتقنيات المستخدمة، وهذا ما يجعل المقارنات صعبة (ريتشي، 2018). والجدير بالذكر هنا أنّ انخفاض سعر التكلفة المستوية للكهرباء لد يؤدي بشكل مباشر إلى انخفاض تكاليف النظام الإجمالية؛ ويجب أيضاً أخذ العديد من العوامل الأخرى مثل متطلبات التكامل والنقل والتوزيع ومرونة النظام في الاعتبار عند إجراء التحليلات المقارنة بين تقنيات توليد الطاقة (الشرفاء، 2023).

وتتوافق الأسعار<sup>8</sup> التي يتم ترسية المشاريع بها في دول مجلس التعاون الخليجي مع الأنماط العالمية. وسجلت دبي رقماً قياسياً بلغ 5.88 سنت أمريكي/كيلوواط ساعة (تم تخفيضه لدحقاً إلى 5.84 سنت أمريكي/كيلوواط ساعة) في أواخر عام 2014 للمرحلة الثانية من مجمع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية بقدرة 200 ميجاواط، التي تم تشغيلها في عام 2017 (الجدول 2.2). وبعد فترة وجيزة، سجلت دبي رقماً قياسياً آخر بعرضٍ متفرد بقيمة 2099. سنت أمريكي/كيلوواط ساعة للمرحلة الثالثة من مجمع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية بقدرة 800 ميجاواط، والتي تمّ تشغيلها في عام 2020. وتم تقديم العطاءات لمشروع سكاكا بقدرة 300 ميجاواط في السعودية والمرحلة الرابعة بقدرة 250 ميجاواط من مجمع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية الكهروضوئية في أبوظبي بقدرة 5 جيجاواط مقابل 1.3 الشمسية في دبي بأسعار أقل. وفي عام 2020، تم إرساء مشروع محطة الشعيبة في السعودية بقدرة 600 ميجاواط في عام 2021 على شركة "أكوا باور" مقابل 1.04 سنت أمريكي/كيلوواط ساعة، في حين تم إرساء مشروع محطة الشعيبة في السعودية بقدرة 600 ميجاواط في عام 2021 على شركة "أكوا باور" مقابل 1.04 سنت أمريكي/كيلوواط ساعة فقط (الجدول 2.2) (إنرجي & يوتلتيز، 2021). تم إرساء مشروع دومة الجندل لطاقة الرياح بقدرة 1040 ميجاواط شاعة عند الإغلاق المالي (البرنامج الوطني السعودية مقابل 2.18).

برزت الطاقة الشمسية المركّزة من خلال عرض غير مسبوق بقيمة 7.3 سنت أمريكي/كيلوواط ساعة للمرحلة الرابعة من مجمع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية بقدرة 700 ميجاواط. ومن الممكن أن يؤدي تنفيذ مشاريع مماثلة في أماكن مثل عمان أو السعودية، مع موارد أفضل من البشعاع الشمسي المباشر، إلى بزوغ أسعار أكثر تنافسية. ومع ذلك، يمكن أن تتأثر الأسعار في هذه المواقع بعدة عوامل أخرى مثل المسافة من الشبكة وتكاليف مكان البناء وتكاليف التمويل، التي زادت منذ تقديم عرض المرحلة الرابعة في دبي.

#### القدرة التنافسية مقارنة بالوقود الأحفوري

أصبحت مصادر الطاقة المتجددة أقل تكلفةً من خيارات توليد الكهرباء الجديدة في دول مجلس التعاون الخليجي. وكما يوضح الشكل 2.10، تظهر الطاقة الشمسية الكهروضوئية، التي تقل تكلفتها عن 2 سنت أمريكي/كيلوواط ساعة، كخيار أقل تكلفة لإنتاج الطاقة، متفوقةً بذلك على الغاز الطبيعي والغاز الطبيعي المسال والنفط والفحم والطاقة النووية. ويمكن أن تكون الطاقة الشمسية المركّزة وطاقة الرياح أيضاً قادرة على تصدر مشهد المنافسة في بعض الحالات.



و يعتمد النقاش مزيجاً من أسعار التكلفة المستوية للكهرباء وأسعار المزادات/ اتفاقية شراء الطاقة لمناقشة القدرة التنافسية من حيث التكلفة لتقنيات الطاقة المتجددة. كما هو موضح بالتفصيل في تقرير سابق للوكالة الدولية للطاقة المتجددة (آيرينا 2018)، يجب توخي الحذر عند مقارنة التكلفة المستوية للكهرباء، وأسعار المزادات/اتفاقية شراء الطاقة، والتعريفات التفضيلية لإمدادات الطاقة المتجددة ، وهي مقاييس تكلفة مختلفة تماماً وقد لا تكون قابلة للمقارنة بشكل مباشر.

#### القدرة التنافسية مقارنة بالغاز

أصبحت الكهرباء المولدة من مشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية واسعة النطاق أقل تكلفةً بكثير من الطاقة المشتقّة من الغاز الطبيعي من مصادر محلية أو الغاز الطبيعي المسال المستورد، كما يتضح من أسعار العطاءات بالسنت الأمريكي/ كيلوواط ساعة (الشكل 2.10). ويعتبر سعر العطاء 1.32 سنت أمريكي/كيلوواط ساعة لمحطة الظفرة أقلّ تكلفةً بكثير من الخيار الأقل تكلفةً الذي يعتمد على الغاز، الذي يقدر بـ 3 سنت أمريكي/كيلوواط ساعة، على افتراض أن سعر الغاز يبلغ 2 دولدر أمريكي لكل مليون وحدة حرارية بريطانية (غريفز،2017). وتعتبر الطاقة الشمسية المركّزة القابلة للتوزيع قادرة على المنافسة مع الكهرباء المولدة من الغاز. تعادل الطاقة الشمسية المركّزة، بسعر 7.3 سنت أمريكي/كيلوواط ساعة، الطاقة الناتجة عن الغاز بسعر 6-5 دولار أمريكي لكل مليون وحدة حرارية بريطانية، وهو خيار أقلّ تكلفة من التكلفة المحتملة لاستخدام الغاز في معظم دول مجلس التعاون الخليجي (ميلز، 2017؛ سغوريديس وآخرون، 2016). وبما أن تكاليف الغاز غير المُصاحب (non-associated gas) في المنطقة من المرجح أن تكون أعلى من 6 دولدرات لكل مليون وحدة حرارية بريطانية، فإن هناك حجة قوية لدستخدام الطاقة الشمسية الكهروضوئية والطاقة الشمسية المركّزة. وتاريخياً، كانت أسعار الغاز في دول مجلس التعاون الخليجي أقل من 3 دولارات لكل مليون وحدة حرارية بريطانية. ومع ذلك، تواجه الآبار الجديدة تكاليف استخراج أعلى، مما يرفع تكلفة الإنتاج الهامشية لبعض الحقول إلى أكثر من 6 دولار أمريكي لكل مليون وحدة حرارية بريطانية. وبينما كان الغاز المستورد عبر خط أنابيب دولفين في متناول غُمان والإمارات بحوالي 1.5 دولار أمريكي لكل مليون وحدة حرارية بريطانية في عام 2008، فمن المتوقع أن تكون الأسعار الحالية لاحتياجات الغاز الإقليمية الإضافية أعلى. فعلى سبيل المثال، تم بيع "إمدادات متقطعة" إلى الشارقة بسعر 5 دولار أمريكي لكل مليون وحدة حرارية بريطانية، وفي عام 2011، قامت شركة دولفين للطاقة بإعادة بيع الغاز القطري في الإمارات مقابل سعر يتراوح بين 10-7 دولار أمريكي لكل مليون وحدة حرارية بريطانية (درويش وعبد الرحيم وحسن، 2015؛ كرين ورايت، 2014). سجلت الأسعار الفورية للغاز الطبيعي المسال أعلى من 11 دولار أمريكي لكل مليون وحدة حرارية بريطانية في عام 2023 (كاربنتر، 2023). وأثبتت كل من الطاقة الشمسية الكهروضوئية والطاقة الشمسية المركّزة أنها بدائل منافسة للكهرباء المنتجة من مصادر طاقة تقليدية عند مقارنتها بجميع مصادر الغاز هذه تقريباً.

على الرغم من أن مشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية توفر ميزة الحفاظ على الغاز الطبيعي والنفط، إلا أنها لا توفّر قدرةً ثابتة خلال ذروة الطلب المسائية على الكهرباء بسبب طبيعتها غير القابلة للتوزيع. في المقابل، تعمل الطاقة الشمسية المركّزة مع التخزين كمصدر طاقة متجددة قابل للتوزيع، وغالباً تستعملها المرافق الخدمية كقدرة ثابتة. وبالنظر إلى مجمّع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية، فإن دمج الطاقة الشمسية الكهروضوئية وقدرات التخزين الخاصة والطاقة الشمسية الكهروضوئية وقدرات التخزين الخاصة بمولدات الطاقة الشمسية المركزة ويرمي لتقديم حلي شامل لتوليد الطاقة (بادماناثان، 2018). ومع ذلك، قد تعاني شركات الطاقة الشمسية المركّزة في الإمارات، وفي بعض الأماكن الأخرى في منطقة دول مجلس التعاون الخليجي، من ضعف الإشعاع الشمسي المباشر (القسم 2.1).

#### القدرة التنافسية من حيث التكلفة مقارنة بالنفط والطاقة النووية والفحم

تُعد التقنيات المتعلقة بتوليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة مثل الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح بدائل أرخص من توليد الكهرباء المعتمدة على النفط (السائدة في السعودية والكويت، راجع القسم 1.3)، حتى مع انخفاض سعر النفط إلى 40 دولار أمريكي للبرميل (الشكل 2.10). فعلى سبيل المثال، فإن تكلفة 2.99 سنت أمريكي/كيلوواط ساعة للمرحلة الثالثة من مجمع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية في دبي بقدرة 200 ميجاواط تماثل تكلفة الكهرباء، حيث تبلغ 23 دولار أمريكي/برميل النفط (ميلز، 2016). ومع ارتفاع أسعار النفط الخام فوق 90 دولار أمريكي للبرميل في أكتوبر 2023 (أوبك، 2023)، فإن دمج المزيد من الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح في قطاعات الطاقة المعتمدة على النفط في الكويت والسعودية سيكون مجزياً وجذاباً.

تعتبر الطاقة الشمسية الكهروضوئية في المنطقة طاقةً تنافسية من حيث التكلفة مقارنة بالطاقة النووية والفحم. يمكن أن يتراوح السعر المُقدّر للطاقة النووية في الإمارات بين 11-7 سنت أمريكي للكيلوواط ساعة (ميلز، 2012؛ سابجا، 2020؛ سكريبلر، 2015)، وهو أعلى بكثير من الطاقة الشمسية الكهروضوئية. وتشير التقديرات إلى أن محطة توليد الطاقة بالفحم النظيف في حصيان في دبي تولد الكهرباء بسعر 4.5 سنت أمريكي/كيلوواط ساعة (هيئة كهرباء ومياه دبي، 2016أ). ويعتبر ذلك السعر أعلى من سعر مشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية الأخيرة في المنطقة. ومع ذلك، تجدر الإشارة إلى أن سعر الكهرباء المولدة من الفحم يتوقف على أسعار الفحم، التي تكون عرضةً لتقلبات كبيرة. ومن المتوقع أن يتم تحويل مشروع توليد الطاقة بالفحم النظيف في حصيان إلى الغاز الطبيعي في إطار الدستراتيجيات المناخية لإمارة دبي ودولة الإمارات بشكل عام (عرب نيوز، 2022أ).

## العوامل الرئيسية لتخفيض أسعار الطاقة المتجددة

أسفرت المزادات في دول مجلس التعاون الخليجي عن بعض أقل الأسعار في العالم للطاقة الشمسية الكهروضوئية. ويساهم في ذلك عدة عوامل محورية: (1) موارد شمسية ممتازة (2) تصميمات المزاد التي تهدف إلى تحقيق أقل الأسعار (3) توفّر التمويل (4) والتقدم التكنولوجي. ومن الضروري أن نلاحظ أن هذا التعداد ليس شاملاً؛ وقد تشمل العناصر الأخرى المختلفة التي تؤثر على الأسعار الإقليمية ثقة المستثمرين، والحد الأدنى من الضرائب، وانخفاض أسعار الأراضي، وانخفاض تكاليف العمالة والاتصال بالشبكة (آيرينا، 2017).

### مزادات مصممة لتحقيق أسعار منخفضة

لعبت مزادات الطاقة المتجددة دوراً محورياً في نشر مشاريع الطاقة المتجددة على نطاق واسع في دول مجلس التعاون الخليجي، حيث تم استخدام المزادات لمنح أكثر من 9,000 ميجاواط من مشاريع الطاقة المتجددة في المنطقة منذ عام 2015، وجميعها تقريباً كانت مخصصة للطاقة الشمسية المركزة وطاقة الرياح. وفي حين تصدرت الإمارات مشهد الريادة، فقد انتعشت المرادات في عُمان وقطر والسعودية مؤخراً، ومن المتوقع إجراء المزيد من المزادات في جميع دول مجلس التعاون الخليجي في السنوات القادمة. تجذب مزادات الطاقة المتجددة في دول مجلس التعاون الخليجي باستمرار عدداً كبيراً من الشركات المحلية والعالمية. فعلى سبيل المثال، حصل المزاد الخاص بمحطة سكاكا للطاقة الشمسية الكهروضوئية بقدرة 300 ميجاواط على بيانات مؤهلة من 128 جهة. وبالمثل، أعربت 95 شركة عن اهتمامها بالمرحلة الثالثة من مجمع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية التابع لهيئة كهرباء ومياه دبي بقدرة 800 ميجاواط (ويتلوك، 2016)، في حين اجتذب مشروع الظفرة بقدرة 2 جيجاواط 84 مقدم عطاء، مع وجود 24 تحالف في القائمة الأخيرة وفي النهاية تقّدم 5 منها بعطاءات (كينينج، 2019). وتلعب المنافسة الواسعة بين هذه الشركات دوراً حاسماً في تشجيع تقديم عطاءات أكثر تنافسية.

يمكن أن تؤثر المتطلبات الإدارية لمؤهلات مقدمي العروض على تكلفة المشاريع. وتشمل المتطلبات المسبقة التراخيص البيئية، وتقييمات الموارد، وتصاريح الوصول إلى الشبكة. تولّت الحكومة في المملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة بعض هذه المسؤوليات، مما أدى إلى خفض حواجز الدخول والتكاليف بالنسبة لمقدمي العروض (آيرينا، 2017). فعلى سبيل المثال، بالنسبة لمشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية بقدرة 300 ميجاواط ومشاريع طاقة الرياح بقدرة 400 ميجاواط في المملكة العربية السعودية، تعامل مكتب تطوير مشاريع الطاقة المتجددة (REPDO) مع تقييمات الموارد، وإعداد الموقع، واختبار التربة، وتقييمات الأثر البيئي والاجتماعي، والتصاريح والتراخيص بدعم من أرامكو ( جاكوبس زيت، 2018). قلل هذا النهج من التكاليف التي يتحملها مقدمو العروض بالإضافة إلى توحيد الدفتراضات التي يستخدمها مطورو المشاريع.

وفي حين يمكن أن تؤدي المنافسة الشديدة إلى انخفاض الأسعار، فإنها يمكن أن تشكّل أيضاً خطراً على تقديم العطاءات بأقل من قيمتها، مما قد يؤدي إلى تأخير المشاريع أو حتى صرف النظر عنها. ومع ذلك، فإن المزادات في دول مجلس التعاون الخليجي مصممة للتقليل من احتمالية تقديم العطاءات بأقل من قيمتها الحقيقية من خلال فرض شروط مالية وتقنية صارمة خلال مرحلتي التأهيل المسبق والتقييم. فعلى سبيل المثال، حدد المزاد الذي أجرته هيئة كهرباء ومياه دبي للمرحلة الثالثة من مجمع الشيخ محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية معايير تقنية ومالية صارمة بشكل خاص في مرحلة التأهيل المسبق. وهذا أقل بكثير التأهيل المسبق. وهذا أقل بكثير من العدد الكلي لـ 49 شركة تقدمت بطلب للحصول على المرحلة الثانية الأصغر بقدرة 200 ميجاواط (كلوفر، 2015).



نفّذ مكتب تطوير مشاريع الطاقة المتجددة في وزارة الطاقة معايير صارمة للتأهيل المسبق في مشروع سكاكا للطاقة الشمسية الكهروضوئية في السعودية، مما سمح فقط للشركات التي تتمتع بمصداقية مالية وتقنية كبيرة بالمشاركة. ومن بين 128 شركة قدمت بيانات التأهيل، تم إدراج 27 شركة في القائمة الأخيرة، مع قيام 8 شركات فقط بتقديم عطاءاتها النهائية في المرحلة الأخيرة. وفي الآونة الأخيرة، خلال الجولة الرابعة من برنامج شراء الطاقة المتجددة، تم إدراج 15 مطوراً لمشاريع الطاقة الشمسية بقدرة 1,500 ميجاواط و18 لمشاريع طاقة الرياح بقدرة 1,800 ميجاواط. وفي يونيو 2023، اجتذب مشروعان في مجال الطاقة الشمسية الكهروضوئية (1,100 ميجاواط و400 ميجاواط لكل منهما) ثلاثة عطاءات، على التوالي. وتم بعد ذلك إدراج العطاءات الفائزة في القائمة الأخيرة في سبتمبر (ندى، 2017؛ مكتب تطوير مشاريع الطاقة المتجددة، 2017أ؛ مشاريع السعودية الخليجية، 2023). وقد القترح بعض الخبراء، مثل بكيرات (2023)، أن عوامل مثل انخفاض أسعار العطاءات وارتفاع تكاليف التمويل تحد من عدد المطورين في المزادات الإقليمية، حيث يبحثون بدلاً من ذلك عن أسواق تقدم عوائد أعلى.

وقد صممت المرافق الخدمية في بعض دول مجلس التعاون الخليجي مزادات لتحفيز إنتاج الطاقة الذي يكمل قدرات توليد الطاقة الحالية. وصممت شركة أبوظبي للمياه والكهرباء مزاداً لمشروع نور أبوظبي للطاقة الشمسية الكهروضوئية بقدرة 1,177 ميجاواط لتحفيز أقصى إنتاج خلال أشهر الصيف. يتم تعويض الطاقة التي يتم تسليمها خلال ذروة موسم الصيف (من يونيو إلى سبتمبر) بمقدار 1.6 ضعف الطاقة التي يتم تسليمها خلال الجزء المتبقي من العام. وأدى التصميم إلى الفوز بالعطاء المقدم بقيمة 2.42 سنت أمريكي/كيلوواط ساعة، وهو سعر أشهر غير الذروة (2.94 سنت أمريكي/كيلوواط ساعة، وهو سعر أشهر غير الذروة (2.94 سنت أمريكي/كيلوواط ساعة هو متوسط السعر) (آيرينا، 2017). تشير المناقشات مع خبراء مثل سميث (2023) إلى أن المزادات المستقبلية في أبوظبي قد تتضمن عناصر تصميم لتحفيز الخدمات الإضافية مثل تنظيم التردد. وفي دبي، استخدمت هيئة كهرباء ومياه دبي مزاداً للمرحلة الرابعة من مجمع الشيخ محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية بقدرة 700 ميجاواط لتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية المركزة من الساعة 4 مساءً إلى 10 صباحاً، وبالتالي استكمال الإنتاج من الطاقة الشمسية الكهروضوئية (بادماناثان، 2018).

تلعب المزادات في السعودية دوراً استراتيجياً في 🛚 توفير فرص العمل وتنمية الخبرات المحلية، وذلك من خلال متطلباتها للمحتوي المحلي. فعلى سبيل المثال، تضمنت المواصفات الفنية لصفقات مشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية بقدرة 300 ميجاواط وطاقة الرياح بقدرة 400 ميجاواط تفويضاً باستخدام المحتوى المحلى بنسبة %30، ومن المتوقع أن ترتفع هذه النسبة في الجولات اللاحقة بشكل تدريجي. وتهدف هذه الزيادة التدريجية إلى حفز تطوير سلاسل توريد مرنة للطاقة المتجددة داخل الدولة (مكتب تطوير مشاريع الطاقة المتجددة، 2017ب). وتم فى الجولتين الثانية والثالثة من البرنامج الوطني للطاقة المتجددة، تحديد متطلبات المحتوى المحلي بنسبتي %17 و%18 على التوالي. وفي الجولة الثانية، قد يواجه الأعضاء الذين لم يحققوا درجة المحتوى المحلى النهائية المدققة،البالغة %11.5، خطر الاستبعاد من المشاركة في الجولات المستقبلية لثلاث سنوات. ويتم تقدير درجة المحتوى المحلى بمراعاة أربعة عناصر رئيسية، هي: (1) تعويضات الموظفين، (2) الدستثمار في تدريب السعوديين وتطوير سلاسل القيمة داخل المملكة، (3) الاستهلاك المخصص للأصول المستخدمة داخل المملكة<sup>7</sup>، و(4) شراء السلع والخدمات المحلية (فون هامرشتاين وباس، 2020).

## دور شروط التمويل المواتية في خفض أسعار المشاريع الضخمة

تتميز مشاريع الطاقة المتجددة الضخمة في المنطقة بشروط تمويلية مواتية، مما يساهم في انخفاض أسعارها بشكل قياسي. وتشمل هذه الشروط انخفاض أسعار الفائدة، وفترات القروض المُمددة، وارتفاع نسبة الديون إلى رأس المال السهمي ، مما يجعل المشهد المالي لهذه المشاريع جذاباً (في حين تواجه المشاريع الصغيرة - غالباً - العديد من التحديات التمويلية).

توفر مبادرات الطاقة المتجددة واسعة النطاق في دول مجلس التعاون الخليجي التمويل بكل سلاسة، وذلك نظراً لكون البنوك التجارية تقدم قروضا بّمدد طويلة وأسعار فائدة معقولة بالإضافة إلى وجود الأطر الداعمة المصممة بشكل جيد. وبالتوازي مع نضوج السوق واكتساب البنوك فى المنطقة المزيد من الخبرة في مشاريع الطاقة المتجددة، أصبحت شروط تمويل الديون مواتية ومناسبة بشكل أكبر، حيث تستقطب المشاريع التي تقدم اتفاقات شراء طويلة الئجل للطاقة مع متعهدين من القطاع العام – سواء كانت مرافق خدمية أو كيانات ذات أغراض خاصة- التمويل بسهولة وبشروط ميسرة.

ويبين الجدول 2.3 أن القروض المقدمة لمشاريع الطاقة المتجددة الإقليمية عادةً تكون ذات فترات طويلة (أكثر من 20 سنة) وبأسعار فائدة أقل (200-120 نقطة أساس فوق سعر الفائدة بين البنوك في لندن "ليبور"<sup>8</sup>). وبالإضافة إلى ذلك، فإن نسبة الديون إلى حقوق الملكية المرتفعة (التي تتراوم بين %70 و%86) تجعل شروط التمويل تنافسية على نطاق عالمي (أبوستوليريس وآخرون، 2018). وتراوح متوسط نسبة الديون إلى حقوق الملكية العالمية لمشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية بين %60 و%70 بين عامى 2015 و2016 (آيرينا ومبادرة سياسة المناخ، 2020). وعادة تكون تكلفة الديون (سعر الفائدة) أقل من تكلفة حقوق الملكية، وبالتالي يمكن أن يؤدي ارتفاع نسبة الديون إلى حقوق الملكية إلى خفض متوسط تكلفة رأس المال المرجم للمشروع.

يعتبر الاستهلاك في قيمة الأصول التي سيتم استخدامها في المملكة لتنفيذ المشروع بمثابة المحتوى المحلي. وفي حال تم تصنيع هذه الأصول في المملكة، يكون الاستهلاك أعلى بالمقارنة مع الاستهلاك عند عدم تصنيعها محليا. كل نقطة أساس تعادل %0.01 أي أن 120 نقطة أساس فول سعر الفائدة بين البنوك في لندن "ليبور" تعني %1.2 فوق سعر الليبور، وهو سعر

<sup>8</sup> فْأَنْدة متوسط يَتْم حسَّابه وفقاً للتقديرات المقدمة من البَّنوكُ الرائدة في لندنَّ.

الجدول 2.3 التفاصيل التمويلية الخاصة بمشاريع الطاقة الشمسية الضخمة

شروط العقد	قيمة الاستثمار	الممولون	مشترو الإنتاج	المطور	المشر وع		
يمتد لــ 22 عاماً، %80 نسبة الديون إلى حقوق الملكية	153 مليون دولار أمريكي في رأس المال (قرض بقيمة 612 دولار أمريكي)	بنك الدتحاد الوطني، وبنك أبوظبي الوطني (الإمارات)؛ وبنك ناتكسيس، وسوسيتيه جنرال (فرنسا)؛ وبنك ميزوهو، وبنك طوكيو، وميتسوبيشي، وسوميتومو (البابان)؛ بنك «ويست إل بي»، وبنك كي أف دبليو (المانيا)	شركة أبوظبي (للماء والكهرباء (اتفاقية شراء الطاقة مدتها 25 عاماً)	شركة أبوظبي لطاقة المستقبل «مصدر» (الإمارات)، شركة توتال (فرنسا)، شركة أبينجوا (إسبانيا)	شمس محطة الطاقة الشمسية المركزة بقدرة 1,100 ميجاواط، الإمارات		
يمتد لـ 27 عاماً، 86% نسبة الديون، 180 نقطة أساس فوق سعر الفائدة بين البنوك في لندن (ليبور)	326 مليون دولار أمريكي	بنك الخليج الأول (الإمارات العربية المتحدة)، والبنك الأهلي التجاري ومجموعة سامبا المالية (المملكة العربية السعودية)		أكوا باور (السعودية)، شركة «TSK» (إسبانيا)	مجمّع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية المرحلة الثانية، بقدرة 200 ميجاواط من الطاقة الكهروضوئية، الإمارات		
70% نسبة الديون إلى حقوق الملكية، تمويل مُيسر مرن، يبدأ عند 175 نقطة أساس فوق سعر الفائدة بين البنوك في لندن (ليبور)	940 مليون دولار أمريكي (قرض بقيمة 650 مليون دولار امريكي)	بنك الدتحاد الوطني (الإمارات العربية المتحدة)، والبنك الإسلامي للتنمية والشركة العربية للاستثمارات البترولية (ابيكورب) (منطقة الشرق الأوسط)، وبنك ناتكسيس (فرنسا)؛ وشركة سيمنز للخدمات المالية (ألمانيا)، وبنك كوريا للتنمية، ووكالة تنمية الصادرات الكندية (EDC) (كندا).	هيئة كهرباء ومياه دبي	شركة أبوظبي لطاقة المستقبل «مصدر» (الإمارات)، عبد اللطيف جميل (المملكة العربية السعودية)، شركة كهرباء فرنسا (EDF)	مجمّع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية المرحلة الثالثة، بقدرة 800 ميجاواط من الطاقة الكهروضوئية، الإمارات		
70% نسبة الديون إلى حقوق الملكية	4.36 مليار دولار أمريكي (قرض بقيمة 1.5 مليار دولار أمريكي)	البنك الصناعي والتجاري الصيني ICBC، وبنك الصين، والبنك الزراعي الصيني، وبنك مينشنغ الصيني، وصندوق طريق الحرير (الصين)	هيئة كهرباء ومياه دبي (اتفاقية شراء الطاقة مدتها 25 عاماً للطاقة الشمسية المركزة)	أكوا باور (السعودية)، وشركة شنغهاي إلكتريك (الصين)	مجمّع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية المرحلة الرابعة، يعمل بقدرة 700 ميجاواط من الطاقة الشمسية المركزة، و250 ميجاواط من الطاقة الكهروضوئية، الإمارات		
لمدة 27 عاماً، وفق تمويل مُيسر مرن		الإمارات: بنك أبوظبي الإسلامي، وبنك الإمارات دبي الوطني، وبنك دبي التجاري، وبنك المشرق، والبنك التجاري الدولي؛ إقليمياً: شركة ابيكورب، ومجموعة سامبا المالية، بنك ستاندر تشارترد؛ اخرون: البنك الصناعي والتجاري الصيني، وبنك ناتكسيس.	هيئة كهرباء ومياه دبي (اتفاقية شراء الطاقة مدتها 25 عاماً)	أكوا باور (السعودية)، وشركة شنغهاي إلكتريك (الصين)	مجمّع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية المرحلة الخامسة، بقدرة 900 ميجاواط من الطاقة الكهروضوئية، الإمارات		
لمدة 26 عاماً، 75% نسبة الديون إلى حقوق الملكية، تمويل مُيسر مرن، يبدأ عند 120 نقطة أساس فوق سعر الفائدة بين البنوك في لندن (ليبور)	870 مليون دولار أمريكي (قرض بقيمة 648 مليون دولار أمريكي)	بنك ناتكسيس، وكريدي أجريكول بنك التمويل والاستثمار، وبنك بي إن بي باريبا (فرنسا)؛ مجموعة ميتسوبيشي يو إف جي المالية، وبنك أم يو تي بي، وبنك نورينشوكين، شركة ميتسوي سوميتومو المصرفية (SMBC) (اليابان)؛ بنك أبوظبي الأول.	شركة أبوظبي للماء والكهرباء (اتفاقية شراء الطاقة مدتها 25 عاماً)	ماروبيني (اليابان)، وجينكو سولار (الصين)	نور أبوظبي محطة الطاقة الشمسية الكهروضوئية بقدرة 1,177 ميجاواط، الإمارات		
لا ينطبق	320 مليون دولار أمريكي	بنك ناتكسيس (فرنسا)	الشركة السعودية لشراء الطاقة (اتفاقية شراء طاقة مدتها 25 عاماً)	أكوا باور (المملكة العربية السعودية)	سكاكا محطة الطاقة الشمسية الكهروضوئية بقدرة 300 ميجاواط، السعودية		
تمويل مُيسر مرن، لمدة 28 عاماً	906 ملايين دولار أمريكي (تمويل بقيمة 166 مليون دولار أمريكي)	بنك ميزوهو، وبنك الرياض، وبنك كوريا للتنمية، وشركة ابيكورب، وشركة الراجحي المصرفية للاستثمار، وبنك ستاندر تشارترد.	الشركة السعودية لشراء الطاقة (اتفاقية شراء طاقة مدتها 25 عاماً)	أكوا باور، وشركة أرامكو السعودية للطاقة، وشركة المياه والكهرباء القابضة (لميل) (المملكة العربية السعودية)، وشركة لررسن أند توبرو (الهند)	سدير محطة الطاقة الشمسية الكهروضوئية بقدرة 1,500 ميجاواط، السعودية		

المصادر: شمس 1 (كارفالو، 2011؛ راتكليف، 2013)؛ مجمّع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية المرحلة الثانية (أكوا باور، 2017؛ أبوستوليريس وآخرون، 2018؛ ويترز، 2015؛ مجمّع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية المرحلة الثالثة (أبوستوليريس وآخرون، 2018؛ ديباولا ، 2018؛ أي بي بي جورنال، 2017)؛ مجمّع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية المرحلة الرابعة (ليليستام وبيتز بال، 2018؛ سانتامارتا، 2018)؛ مجمّع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية المرحلة الخامسة (أكوا باور، 2020)، محطة نور أبوظبي (أبوستوليريس وآخرون، 2018؛ ناتكسيس، 2017) ؛ مجطة سكاكا (شركة أبيكورب، 2018؛ كينينج، 2018)؛ محطة سدير للطاقة الشمسية (زاوية، 2021).

فيما يلى جملة من العوامل التي تساهم في تعزيز جاذبية التمويل للمشاريع جيدة التنظيم في المنطقة:

- مشترو الإنتاج الموثوقون. تتميز اقتصادات دول مجلس التعاون الخليجي بوجود مشتري إنتاج موثوقين. ويضمن الفوز باتفاقات شراء الطاقة تقريباً سداد المدفوعات في الوقت المناسب من مشتري الإنتاج العاميّن، مما يقلل من مخاطر التمويل وتكاليفه. وفي الإمارات، غالباً يمتلك مشترو الإنتاج حصة كبيرة في المشروع.
- انخفاض مخاطر العملة. يساهم ربط جميع عملات دول مجلس التعاون الخليجي تقريباً بالدولار الأمريكي في التقليل من مخاطر العملة بالنسبة للمقرضين الأجانب.
- نجاح مُنتجي الطاقة المستقلين. حقق منتجو الطاقة المستقلون في المنطقة نجاحات عديدة بارزة. إذ ظهر في عمان أول منتج طاقة مستقل في عام 1996، تلتها أبوظبي في عام 2002. ويجد الممولون مشاريع منتجي الطاقة المستقلين التي تركز على مصادر الطاقة المتجددة آمنة تماماً كسابقاتها القائمة على الوقود الأحفوري.
- سجل راسخ من مقدمي العطاءات المؤهلين. إن هيكل مزادات الطاقة المتجددة في المنطقة، لا سيما في مراحل التأهيل المسبق، لا يسمح سوى
   للمطورين ذوي الخبرة والكفاءة الفنية والمستقرين مادياً بالمشاركة في جولات العطاءات النهائية. وبالنظر إلى سجلاتهم القوية، نجد أن عدداً محدداً
   من مقدمي العطاءات يجذبون تمويلات منخفضة التكلفة بسهولة من الأسواق المالية المحلية والدولية.
- مشاركة البنوك المحلية والدولية. لطالما تبوأت البنوك المحلية مكانة رائدة في طليعة تمويل مبادرات الطاقة المتجددة في المنطقة. وبالتوازي مع توسع السوق، ينضم الممولون الدوليون بكثرة إلى هذا المجال، ولا سيما لتمويل مشاريع تقدر تكلفتها بمليارات الدولدرات. فعلى سبيل المثال، تطلبت المرحلة الثانية من مشروع مجمّع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية تمويلاً يصل إلى حوالي 300 مليون دولدر، وتم توفيره بكفاءة من قبل مجموعة من البنوك المحلية. وفي المقابل، تعد المراحل اللاحقة من هذا المشروع المرحلة الثالثة (بقدرة 800 ميجاواط من الطاقة الكهروضوئية)، والمرحلة الثامسة (بقدرة 900 ميجاواط)، ومشروع نور أبوظبي (بقدرة 1,177 ميجاواط من الطاقة الكهروضوئية)، ومحطة سدير للطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية (500, ومشروع نور أبوظبي (بقدرة 870 ميجاواط من الطاقة الكهروضوئية)، ومحطة سدير للطاقة الشمسية في المملكة العربية السعودية (وولار، و 900 مشاريعاً ضخمة جداً، وتتطلب تمويلاً أعلى يصل إلى940 مليون دولار، و 930 مليون دولار، و 950 مليون دولار على التوالي. وتمت تلبية هذه المتطلبات المالية الكبيرة بالتعاون بين الكيانات المصرفية المحلية والدولية، مع تدفقات رأسمالية مهمة من المقرضين المقيمين في دول المطورين الأصلية (الجدول 2.3) (أبوستوليريس وآخرون، 2018؛ زاوية، 2021).



#### تمويل مشاريع الطاقة المتجددة الصغيرة

يُعد تأمين التمويل لمشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية الصغيرة بمثابة تحدِّ كبير، ويُعزى ذلك إلى عدة عوامل؛ بما فيها رفض البنوك تقديم القروض بسبب ارتفاع تكاليف المشاريع المرتبطة بالمبادرات الصغيرة، وفترات الاسترداد الممتدة، بالإضافة إلى عدم وجود اتفاقيات مضمونة لشراء الإبتاج. وبسبب هذا، يلجأ المطورون والعملاء على حدِّ سواء إلى ترتيبات تمويلية مرتفعة التكلفة. وتؤدي هذه الحلول الباهظة إلى تضخيم التكاليف الإجمالية للمشاريع الصغيرة، وبالتالي الحد من اعتمادها وانتشارها السريع في السوق (زيويتز، 2023).

بدأت خطط التأجير في الظهور في إطار برنامج صافي القياس لمشروع شمس دبي. وتقدم شركة "يلو دور إنرجي" (Yellow Door Energy) خدمة تأجير لمشاريع الطاقة الشمسية على الأسطح، حيث يدفع أصحاب المباني فواتير شهرية اعتماداً على الطاقة التي يستهلكونها. وتتضمن هذه الخدمة بنداً يسمح بنقل ملكية هذه المشاريع إلى مالك المبنى. كما يقدم المطورون ومزودو خدمات تأجير مشاريع الطاقة الشمسية، مثل "يلو دور" و"سراج باور" و"كلين ماكس" و"شركة مشاريع الطاقة البديلة" في الكويت، حلول تأجير متكاملة تشمل تمويل المشاريع وتطويرها وتنفيذها وتشغيلها. ويعتمد هؤلاء المطورون على العديد من مصادر التمويل، حيث تستمد "سراج باور"، على سبيل المثال، الدعم المالي من شركة "كورس إنفايرومنت" (Corys Environment)، وهي الذراع الاستثماري لشركة مشاريع الساحل الأخضر.

ويعد التوحيد القياسي والتجميع كذلك أحد الخيارات القابلة للتطبيق التي يمكن أن تجعل المشاريع الصغيرة جديرة بالاستثمار من حيث الوقت ورأس المال، خاصة بالنسبة للمستثمرين الكبار. ويسمح وجود معايير توحيدية قوية بتجميع المشاريع الصغيرة، مما يساهم في إصدار سندات التوريق عبر الأدوات المدرجة أو غير المدرجة، ومن الأمثلة على عمليات التجميع الناجحة مشروع الأخوات السبع "seven sisters" في الأردن، حيث قامت مؤسسة التمويل الدولية بدور المنظم الرئيسي والمقرض لتمويل سبعة مشاريع للطاقة الشمسية في الأردن، وتعاون فريق مشترك من المستشارين القانونيين والفنيين والفنيين ومستشاري التمويل والتأمين لتنفيذ جميع هذه المشاريع. وقد أدى ذلك إلى استثمار بقيمة 247 مليون دولار في قدرة مركبة تصل إلى 102 ميجاواط (آيرينا، 2016). بالإضافة إلى ذلك، ساهمت "يلو دور" في تطوير مجموعة كبيرة من مشاريع الطاقة الشمسية الموزعة في جميع أنحاء المنطقة. وتمكنت الشركة عن طريق هذه المشاريع، من استقطاب التمويل من البنوك والمؤسسات المالية الأخرى (بروفينزاني، 2023).

ومن الطرق التي تزداد أهمية كحل ناجع لحشد رأس المال لمشاريع الطاقة المتجددة منصات التمويل الجماعي التي تتجاوز الوسطاء التقليديين مثل البنوك التجارية، حيث تتيح جمع مبالغ صغيرة نسبياً من رأس المال بشكل أسرع من عدد كبير من الأفراد أو الكيانات القانونية (آيرينا، 2019ب). وبين عامي 2015 و2021، بلغت استثمارات الأفراد (الأفراد أو العائلات أو الأسر من ذوي الملاءة المالية العالية) في قطاع الطاقة المتجددة المنفصلة عن الشبكة ما متوسطه 20 مليون دولار سنوياً، ولا سيما من خلال منصات التمويل الجماعي المخصصة لهذا الغرض (آيرينا ومبادرة سياسة المناخ، 2023). وفي منطقة دول مجلس التعاون الخليجي، قامت شركة إنروير، وهي شركة متخصصة في تطوير مصادر الطاقة الشمسية الكهروضوئية في دولة الإمارات، منطقة دول مجلس التعاون الخليجي، قامت التمويل الجماعي في شكل أسهم (عبر موقع eureeca.com) وفي شكل ديون (عبر شركة بيهايف "beehive"). ومع ذلك، تستمر تكاليف المعاملات في الارتفاع بينما تظل أحجام المشاريع صغيرة، حيث توجد حدود لأحجام التمويل التي توفرها منصات التمويل الجماعي الإلكترونية (زيويتز، 2023).

وقد توفر الآليات التي تدعم إبرام اتفاقيات شراء الطاقة مباشرة بين المرافق الخدمية والمطورين الضمانات اللازمة لمشتري الإنتاج، وتؤدي بالتالي إلى فتح باب التمويل المصرفي منخفض التكلفة لمطوري مشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية الصغيرة. ومن الأمثلة على ذلك، نموذج شركاء مشاريع الطاقة الشمسية (كولديب وساجي وتشاولا، 2018)، وبموجبها تقوم المرافق الخدمية بتجميع أصحاب مشاريع الطاقة على الأسطح في منطقة محددة، وبيع قدرتهم الإنتاجية المجمعة في مزاد وتوقيع اتفاقيات شراء الطاقة مباشرة مع مقدمي العروض الناجحين بالمزاد. ويساعد التوقيع على اتفاقيات شراء الطاقة مباشرة مع المطورين في الحد من المخاطر التمويلية، ويساهم كذلك في تحقيق فائدة إضافية تتمثل في خفض تكاليف المشاريع من خلال المزادات. ومن الممكن أن يساهم هذا النهج في توسيع نطاق انتشار مشاريع الطاقة الشمسية على الأسطح في بقية دول مجلس التعاون الخليجي.

فيما يلي بيان بآليات التمويل الأخرى التي قد تكون فعالة للمشاريع الصغيرة والكبيرة على حدٍّ سواء.

التمويل الميسر المرن. يتعين على المقرضين تبني آليات تمويل مبتكرة لتلبية المتطلبات المالية المتنامية لمبادرات الطاقة المتجددة في المنطقة، ويشمل ذلك حفز مطوري المشاريع على استكشاف مصادر تمويل بديلة. ويعد التمويل المُيسر المرن أحد هذه التليات، وهو قرض طويل الثجل ينص على أن ترتفع أسعار الفائدة بعد مرور فترة محددة مسبقاً، ويشجع هذا التمويل المطورين على متابعة خيارات إعادة التمويل لمشاريعهم، بالبضافة إلى الحد من المخاطر التي يتعرض لها المقرضون وتسهيل خفض سعر الفائدة الأولي، مما يؤدي بدوره إلى انخفاض سعر العطاء. ومع ذلك، تعرّض هذه التلية المطورين إلى مستوى معين من المخاطر فيما يخص إعادة التمويل، حيث قد يضطر المطورون إلى التخلف عن سداد مستحقاتهم في حال عدم حصولهم على إعادة تمويل (كينان، 2012). وكما موضح في الجدول 2.3، تستخدم خمسة من المشاريع الكبيرة (بما فيها المرحلة الثالثة والرابعة والخامسة من مشروع مجمّع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية، ومحطة نور أبوظبي للطاقة الشمسية الكهروضوئية، ومحطة أساس المرن. وفي حالة محطة نور أبوظبي، تم تحديد ارتفاع سعر الفائدة من 120 نقطة أساس مما شجع مطور المشروع فوق سعر الفائدة بين البنوك في لندن (ليبور) بعد خمس سنوات من الإغلاق المالي (ارتفع في النهاية إلى 2020 نقطة أساس). مما شجع مطور المشروع على الحصول على إعادة تمويل في غضون خمس سنوات لتجنب زيادة سعر الفائدة (آي جي جلوبال، 2017؛ وبنك ناتكسيس، 2017؛ وجمعية الشرق على الحصول على إعادة تمويل في غضون خمس سنوات لتجنب زيادة سعر الفائدة (آي جي جلوبال، 2021؛ وبنك ناتكسيس، 2017؛ وجمعية الشرق اللوسط لصناعات الطاقة الشمسية، 2018). كما تمت إعادة تمويل المرحلة الثالثة من مشروع مجمّع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية (للطاقة المؤرسية الإسلامية (سينرجي للاستشارات، 2022).



<sup>9</sup> عادة تتضمن هيكليات التمويل المُيسر المرن فترة سداد طويلة. ولكن، قد يحتاج الممولون إلى إعادة تمويل المشروع قبل انتهاء فترة سداد التمويل السابق. وفي حال فشلوا في إعادة التمويل في غضون وقت محدد، فقد يتسبب ذلك في ارتفاع الهوامش، مما يؤدي بدوره إلى زيادة تكلفة الدقتراض، كما يحق للمقرضين اللجوء إلى آلية سداد الديون بالأموال الفائضة .

<sup>10</sup> كل نقطة أساس تعادل %0.01. أي أن 120 نقطة أساس فوق سعر الفائدة بين البنوك في لندن "ليبور" تعني %1.2 فوق سعر الليبور، وهو سعر فائدة متوسط يتم حسابه وفقاً للتقديرات المقدمة من البنوك الرائدة في لندن.

السندات الخضراء. تشكل هذه السندات آلية تمويل مبتكرة يمكن استخدامها لتمويل المشاريع الكبيرة، فضلاً عن استخدامها لإعادة التمويل. وتم استخدام السندات الخضراء لتمويل مشاريع الطاقة المتجددة من قبل الوكالة المغربية للطاقة المستدامة (مازن)، ومدينة جوهانسبرج في جنوب أفريقيا (الوكالة اللمندات الألمانية للتعاون الدولي، 2017). وتعد هذه السندات وسيلة جذابة لكبار المستثمرين، مثل المستثمرين المؤسسيين، حيث توفر لهم فرصة متميزة للاستثمار في مشاريع الطاقة المتجددة عبر الأوراق المالية في أسواق رأس المال. مما يوفر للمصدرين رأس مال غير مصرفي كبير وطويل الأجل (آيرينا، 2020ب). وارتفعت قيمة الإصدار العالمي للسندات الخضراء من حوالي 800 مليون دولار في عام 2007 إلى حوالي 545 مليار دولار في عام 2021 (آيرينا ومبادرة سياسة المناخ، 2023).

أما في منطقة دول مجلس التعاون الخليجي، فقد شهدت سوق السندات الخضراء تطوراً كبيراً، حيث قدرت قيمة إصدارات السندات والصكوك الخضراء والمستدامة في عام 2022 بنحو 8.5 مليار دولار من خلال 15 صفقة، مما يمثل زيادة كبيرة من 605 ملايين دولار فقط ناتجة عن ست صفقات في عام 2021. وتصدرت السعودية المشهد بصفتها المُصدر الرئيسي لهذه السندات، حيث ساهمت بأكثر من نصف إجمالي السندات بينما كان الباقي من نصيب الإمارات. وتجدر الإشارة إلى أن صندوق الاستثمارات العامة السعودي قام في شهر أكتوبر بإدراج أول سندات خضراء بقيمة 3 مليارات دولار في بورصة لندن، التي استقطبت اهتماماً كبيراً وطلبات تجاوزت 24 مليار دولار. علاوة على ذلك، قدم بنك دبي الإسلامي بالتعاون مع شركة أبوظبي الوطنية للطاقة (طاقة) وشركة مياه وكهرباء الإمارات مساهمات ملحوظة في هذه السوق من خلال إصدار صكوك مستدامة وسندات خضراء بقيمة 750 مليون دولار و 701 مليون دولار يو 2023، أصدرت شركة أبوظبي لطاقة الرياح، مصدر" سندات خضراء بقيمة 750 مليون دولار، واستخدمت حصيلة هذه السندات في تمويل مشاريع للطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، والبنية التحتية لنقل الطاقة وتوزيعها، وأنظمة بطاريات تخزين الطاقة (لي، 2023). في وقت سابق، أصدر بنك أبوظبي الوطني (المعروف التن ببنك أبوظبي الأول، وذلك بعد اندماجه مع بنك الخليج الأول مطلع شهر أبريل 2017)، أول سندات خضراء في الشرق الأوسط بقيمة 587 مليون دولار في عام 2017 (بنك أبوظبي الأول، 1690).



قد يفتقر بعض المستثمرين البارزين، بمن فيهم المستثمرين المؤسسيين، إلى القدرات الداخلية أو إلى الرغبة في تخصيص الأموال مباشرة لمشاريع الطاقة المتجددة. ولذلك، عادةً يتطلب جذبهم للمشاركة استخدام الأدوات الدستثمارية والأوراق المالية المدرجة التي يتم الإشراف عليها من قبل مديري أصول بارزين وتحظى بتصنيفات مهمة. وتشمل هذه الأدوات السندات الخضراء، وإدراج الأسهم الخضراء، والمؤشرات الخضراء، وصناديق الطاقة المتجددة المدرجة. وتتضمن الفئة الأخيرة هيكليات أقرب إلى شركات العائدات – وهي كيانات مدرجة تمتلك أصولاً تشغيلية خصيصاً للطاقة المتجددة وأدوات استثمارية أخرى مشابهة (آيرينا، 2020)أ).

## انخفاض الئسعار نتيجة التطور التكنولوجي

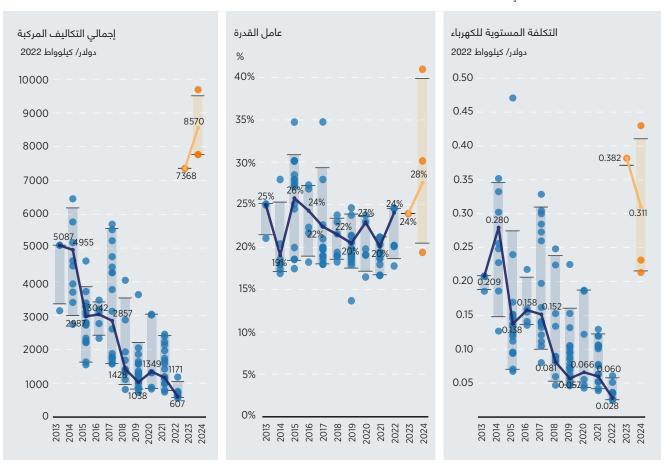
يُعزى الانخفاض الملحوظ في تكاليف توليد الطاقة المتجددة إلى التطور التكنولوجي ووفورات الحجم والخبرات التراكمية وعمليات التصنيع المعدّلة والمنافسة المتزايدة في جميع أجزاء سلسلة التوريد. وتؤثر التطورات التكنولوجية على تكلفة مشاريع الطاقة المتجددة بعدة طرق. أولاً: تؤدي عمليات البنتاج المبسطة والتصاميم المبتكرة ووفورات الحجم التصنيعية إلى انخفاض تكاليف تصنيع المعدات، بما فيها تكاليف الوحدات الشمسية وشفرات الرياح. ثانياً: يساعد استخدام التقنيات المتطورة في تطوير المشاريع وبنائها وهندستها في تقليل تكاليف التركيب. وثالثاً: تؤدي زيادة الكفاءة التكنولوجية إلى زيادة إنتاج الطاقة من المصادر المتجددة، وبالتالي تقليل التكلفة لكل وحدة توليد. فعلى سبيل المثال، نلاحظ أن ارتفاع كفاءة الوحدات الكهروضوئية الشمسية يترافق مع انخفاض في المساحة والمواد اللازمة لتعزيز قدرة الطاقة المكافئة، وبالتالي ضمان تعزيز كفاءة التكلفة.

وتواصل الطاقة الشمسية الكهروضوئية الاستفادة من التطورات التكنولوجية المستمرة لتطوير تقنيات الخلايا والوحدات، مما يؤدي إلى ارتفاع متوسط كفاءتها وبالتالي خفض أسعارها. 11 كما أدت التطورات على صعيد التصنيع إلى الحد من استخدام بعض المواد في الخلايا (على سبيل المثال؛ ساهم استخدام خلايا أكثر رقة والأسلاك الماسية في تقليل النفايات) وحجم العمالة المطلوب. كما ساهمت زيادة التصنيع ووفورات الحجم بشكل كبير في انخفاض التكاليف. وقد سجلت تكلفة الكهرباء المولدة من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح انخفاضاً ملحوظاً للغاية. وقد كان هذا مدفوعاً إلى حد كبير بالانخفاض في إجمالي التكاليف المركبة. أما على الصعيد العالمي، انخفض المتوسط المرجح لإجمالي التكاليف المركبة لمشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية على مستوى المرافق من 1244 في المتوسط إلى 1050 إلى 876 دولدر/كيلوواط في عام 2022. وفي الفترة ذاتها، ارتفعت القدرة الإنتاجية للطاقة الشمسية الكهروضوئية بنسبة %89 بين عامي مشمسة) وبمحركات التكنولوجيا بالقدر ذاته. وساهمت هذه العوامل مجتمعة في انخفاض تكلفة الطاقة الشمسية الكهروضوئية بنسبة %89 بين عامي 2010 (آيرينا، 2023م).

<sup>11</sup> ساهمت الزيادات في كفاءة الوحدات الكهروضوئية الشمسية إلى تقليل مساحة السطح اللازمة لتركيب هذه الوحدات (وبالتالي تقليل استخدام المواد) لإنتاج قدرة كهربائية محددة، مما قلل من تكلفة الوحدات. كما أنها تقلل من تكلفة المكونات المتعلقة بمساحة السطح، مثل التركيب والرفوف وطرق التثبيت والأساسات والكابلات وتكاليف الأرض والصيانة وغيرها.

في ظل محدودية البيانات الخاصة بمشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية في منطقة دول مجلس التعاون الخليجي، فإنّ الدراسات الأوسع التي شملت منطقة الشرق الأوسط كشفت عن انخفاضٍ ملحوظ في تكلفة هذه المشاريع نتيجة التطور التكنولوجي المستمر؛ حيث بلغ متوسط إجمالي التكاليف المركبة للمشاريع التي تم تشغيلها في عامي 2013 و2014 في منطقة الشرق الأوسط حوالي 5,000 دولدر/ كيلوواط، لتشهد المنطقة بعدها انخفاضاً ملحوظاً في المتوسط المرجح لإجمالي التكاليف المركبة إلى ما بين 1,038 دولدر/ كيلوواط في الفترة 2021-2019. وسجّل عام 2022 انخفاضاً كبيراً وصل إلى 607 دولدر/ كيلوواط في منتصف عام 2023. بالإضافة إلى ما والإمارات. وبحسب زيويتز (2023)، سجلت التكاليف المركبة انخفاضاً ملحوظاً وصل حتى 500 دولدر/ كيلوواط في منتصف عام 2023. بالإضافة إلى ما سبق، سجّل المتوسط المرجح للتكلفة المستوية للكهرباء من مشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية انخفاضاً بنسبة 86% إلى 90% بين عامي 2013/ 2014

**الشكل 2.11** التكاليف ومؤشرات الأداء لمشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية والطاقة الشمسية المركزة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا بين عامي 2022-2013.



المصدر: (آيرينا، 2023ز).

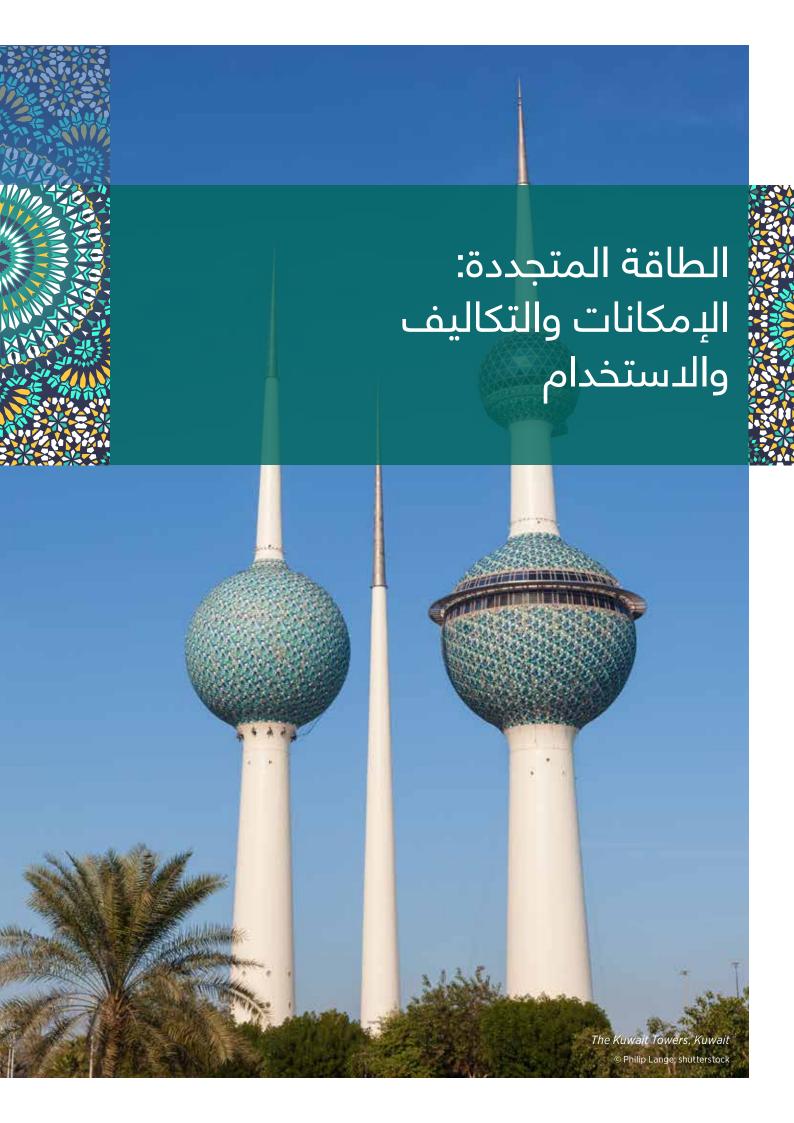
ملحوظة: تم تخصيص الخط الأزرق والنقاط الزرقاء للطاقة الشمسية الكهروضوئية، بينما يشير الخط البرتقالي والنقاط البرتقالية إلى الطاقة الشمسية المركزة؛ حيث توضح هذه الخطوط المتوسط المرجح للقدرة، وتُظهر المنطقة المظلّلة النطاق المئوي 5 و95. من جانب آخر، سجلت التكاليف المركبة ازدياداً مع مرور الوقت على مستوى مشاريع الطاقة الشمسية المركزة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا؛ حيث تُعزى هذه الزيادة في المقام الأول إلى تنامي قدرة تخزين الطاقة الحرارية والمساحة الكبيرة لحقول الطاقة الشمسية. وفي حين لا تحتوي محطة "شمس" للطاقة الشمسية المركزة بقدرة 100 ميجاواط في أبوظبي على مساحة تخزينية للطاقة، فإنّ المرحلة الرابعة من مجمع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية بقدرة 750 ميجاواط تتمتع بنظام تخزين الطاقة بتقنية الملح المنصهر لمدة 15 ساعة، ما يسمح بتوافر الطاقة على مدار الساعة، الأمر الذي يُتيح لها توليد الطاقة خلال ساعات الليل. وفي مشاريع أخرى، كان التأخير يُعزى إلى تجميد تكاليف التكنولوجيا في وقت سابق، التي أصبحت تتطلب أكثر مما كان متوقعاً. وقد تحسّن أداء الطاقة الشمسية المركزة في المنطقة، حيث ارتفع المتوسط المرجح للقدرة من %24 في عام 2013 إلى 8202. وبحسب عام 2019، مع توقعات بأن يرتفع من جديد مع بدء تشغيل المرحلة الرابعة من مجمع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية خلال عام 2023. وبحسب بيانات الوكالة الدولية للطاقة المتجددة "آيرينا"، انخفض المتوسط المرجح للتكلفة المستوية للكهرباء الناتجة عن مشاريع الطاقة الشمسية في عام 2021 وسطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا بنسبة %92؛ من 0.382 دولدر/ كيلوواط ساعة في عام 2013 إلى 2011 دولدر/ كيلوواط ساعة في عام 2013 المرحدة الرابعة من مجمع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية في عام 2020. دولدر مع بدء تشغيل المرحلة الرابعة من مجمع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية في عام 2023.

بالنظر إلى **طاقة الرياح البرية**، فإنّ الحكومات في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا تستفيد من تخفيضات التكاليف وتحسينات الأداء الناجمة عن التطور في تكنولوجيا توربينات الرياح وسلاسل التوريد ذات المزايا التنافسية والتصنيع على نطاقٍ واسع. وتجدر الإشارة إلى أن سرعات الرياح تتفاوت في المنطقة، حيث تُشكل المناطق التي تتمتع بموارد رياح قوية عامل جذب قوي لمشاريع طاقة الرياح، إلا أن سرعة الرياح لوحدها ليست المعيار الأساسي في نجاح هذه المشاريع. أمّا إجمالي التكاليف المركبة لمشاريع طاقة الرياح في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، فقد شهد تقلّباً كبيراً يرجعُ إلى قلّة عدد المشاريع التي تم تنفيذها. وفي الفترة بين عامي 2014 و2022، تراوحت هذه التكاليف بين 1,085 دولار/ كيلوواط في عام 2017 و338 دولار/ كيلوواط في عام 2017 و338 دولار/ كيلوواط في عام 2017 و1,338 دولار/ كيلوواط في المنافسية بلغت 1,338 دولار/ كيلوواط.

بصورة مماثلة، سجّلت عوامل القدرة تقلّبات ملحوظة؛ حيث تراوحت بين %29 و%40 بعد إزالة القيم المتطرفة. وتراوح المتوسط المرجح للتكلفة المستوية للكهرباء بين 0.102 و0.138 دولدر/كيلوواط ساعة بين عامي 2015 و2018، وانخفض إلى ما بين 0.074 و2005 دولدر/ كيلوواط ساعة بين عامى 2019 و2021، قبل أن ينخفض إلى 0.039 دولدر/ كيلوواط ساعة فى محطة دومة الجندل لطاقة الرياح فى عام 2022.

وقد استثمر أصحاب المصلحة في دول مجلس التعاون الخليجي بشكل فعال في كل من سلسلة القيمة لقطاع الطاقة المتجددة والمشاريع المرتبطة بها لتلبية الطلب المتنامي على الطاقة في المنطقة بشكل مستدام. ولا تقتصر استراتيجية الاستثمار على المساعدة في تلبية احتياجات الطاقة فحسب، بل تحفز أيضاً النمو الاقتصادي و توفير فرص العمل، وتلعب دوراً محورياً في التنويع الاقتصادي ومبادرات التنمية الصناعية.





يوضح هذا الفصل خطط وأهداف وسياسات دول مجلس التعاون الخليجي في مجال الطاقة المتجددة (القسم 3.1)، إلى جانب توجهات الدستثمار (القسم 3.2). وتتجاوز الخطط والسياسات التى تمت مناقشتها قطاع الطاقة، لتشمل تلك المتعلقة بتحلية المياه والتصنيع والنقل والحوكمة الحضرية.

## 3.1 الخطط والسياسات

تطورت سياسات الطاقة المتجددة لدى دول مجلس التعاون الخليجي في السنوات الأخيرة؛ حيث أصبح لدى جميع هذه الدول أهداف في مجال الطاقة المتجددة، كما حددت خمس دول من أصل ست دول أهدافها المتعلقة بتحقيق الحياد المناخي بين عامي 2060-2050. وتختلف الطموحات بين الدول، وكذلك حجم وجاهزية أسواق الطاقة المتجددة فيها، إلا أن المنطقة بأكملها تتمتع بحيوية كبيرة في الأسواق وإمكانات مميزة. وكانت الإمارات والعديد من دول مجلس التعاون الخليجي الأخرى قد أدرجت أهدافها المتعلقة بالطاقة المتجددة ضمن مساهماتها المحددة وطنياً بموجب اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC)، كما هو موضح في الفصل الرابع. وتظهر الأهداف في الرؤى الرسمية للدولة والإعلانات الصادرة عن أعضاء رفيعي المستوى في الحكومة، ومن المتوقع إعلان المزيد من الأهداف والطموحات الجديدة خلال السنوات القادمة.

البحرين 2030 التدابير الرامية إلى حماية البيئة الطبيعية، والحد من انبعاثات الكربون، وتقليل التلوث، وتعزيز الطاقة المستدامة، رغم أنها لا تشير بشكل محدد إلى الطاقة المتجددة (حكومة مملكة البحرين، 2008). وفي عام 2017، تم اعتماد الهدف الأولي في مجال الطاقة المتجددة في الدولة المتمثل في 10% من القدرة القصوى، وهو ما يعادل 710 ميجاواط وفقاً لمجموعة أكسفورد للأعمال (2022أ) بحلول عام 2035، كجزء من خطة العمل الوطنية للطاقة المتجددة للبحرين (وحدة الطاقة المستدامة، البحرين، 2017). كما أعلنت البحرين في مايو 2023 أنها ستضاعف هدفها في مجال الطاقة المتجددة ليصل إلى %20 من إجمالي مزيج الطاقة بحلول عام 2035، وذلك فقاً لتصريح وزير شؤون الكهرباء والماء، بالإضافة إلى تحقيق صافي الدنبعاثات الصفري بحلول عام 2060 (مملكة البحرين، 2023). ولا يندرج الهدف الأخير ضمن المساهمة المحددة وطنياً الأخيرة للبحرين في عام 2021 (المجلس الأعلى للبيئة في البحرين، 2021).

في عام 2022، كانت البحرين تمتلك قدرة توليد من مصادر الطاقة المتجددة تُقدّر بـ48.3 ميجاواط من الكهرباء، أي ما يعادل أقل من 1% من إجمالي قدرة التوليد البالغة 8,580 ميجاواط (آيرينا، 2023ب). وفي عام 2017، حددت خطة العمل الوطنية للطاقة المتجددة عدة مجالات لإعادة الهيكلة التنظيمية لسوق الكهرباء في البحرين؛ شمل ذلك إجراء بعض التغييرات من أجل السماح بالتشغيل الخاص لمحطات الطاقة المتجددة، وتصدير الفائض من الطاقة إلى الشبكة، وإتاحة الفرصة أمام منتجي الكهرباء النظيفة من القطاع الخاص لببيع الطاقة المُنتَّجة من مصادر متجددة إلى الشبكة (مجموعة أكسفورد للأعمال، 2022أ). اعتمدت الحكومة أيضًا خطة توفر ضمان شراء طويل الأجل للكهرباء المنتجة من مصادر متجددة بسعر محدد مسبقًا.

في عام 2019، أنشأت البحرين هيئة الطاقة المستدامة بهدف الإشراف على نشر الطاقة المتجددة في المملكة، وذلك من خلال اقتراح الاستراتيجيات والسياسات والإجراءات، وجمع خطط الطاقة المستدامة في البلاد (وكالة أنباء البحرين، 2019). وفي عام 2022، تم نقل مهام هيئة الطاقة المستدامة إلى وزارة شؤون الكهرباء والماء (وكالة أنباء البحرين، 2022). ويدعم المجلس الأعلى للبيئة سياسة الطاقة المتجددة، بما في ذلك من خلال لجنة السياسة الخضراء، ولجنة المبادرة الحكومية، التي أنشأتهما وزارة المالية والاقتصاد الوطني؛ ولجنة الطاقات البديلة المُكلِّفة بتشجيع استخدام الطاقة البديلة في المملكة (المجلس الأعلى للبيئة، بدون تاريخ). كما أشرف المجلس الأعلى للبيئة على جهود موازية للحد من استهلاك الطاقة، على سبيل المثال: مشروع مصابيح الفلورسنت المدمجة (CFL)، وتنفيذ مشاريع تجريبية قائمة على مصادر الطاقة المتجددة؛ مثل إنارة الشوارع بالطاقة الشمسية وبناء توربينات الرياح كجزء من تطوير مركز البحرين التجاري العالمي (المجلس الأعلى للبيئة، بدون تاريخ).

## الكويت

سجلت الكويت نمواً أبطأ فيما يتعلق بالتوسّع في مشاريع الطاقة المتجددة مقارنة بالدول المجاورة، حيث بلغت قدرتها على توليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة 97 ميجاواط في عام 2022. ورغم أن الدولة تنتج قرابة 12 ميجاواط من طاقة الرياح، التي تمثّل حوالي 1% من من مصادر الطاقة المتجددة من أدم المستهدفة الشمسية (آيرينا، 2023ب). تم تمديد مدة تحقيق الحصة المستهدفة للدولة من الطاقة المتجددة، البالغة 15% في إمدادات الكهرباء بحلول عام 2030، التي تم البعلان عنها في عام 2012، إلى عام 2035 لتكون جزءاً من رؤية الكويت 2035 (كويت تايمز، 2018). ويعتبر مجمع الشقايا للطاقة المتجددة من أهم مشاريع الطاقة المتجددة في الكويت، حيث يهدف إلى إنتاج 4,400 ميجاواط في مرحلتيه الثانية والثالثة (وزارة الكهرباء والماء والطاقة المتجددة، 2023). وفي عام 2022، طرحت هيئة مشروعات الشراكة بين القطاعين العام والخاص (PPP) كجزء من مشروع مجمع الشقايا (برونل، 2023؛ غنانا، 2022).



يمكن تطوير مشاريع الطاقة المتجددة مباشرةً من قِبل **وزارة الكهرباء والماء والطاقة المتجددة**، المسؤولة أيضاً عن سياسة الطاقة المتجددة بشكل عام، أو من خلال الشراكات بين القطاعين العام والخاص؛ التي تسمح للشركات أو الاتحادات الخاصة بامتلاك %26 إلى %44 من الأسهم في إحدى محطات الطاقة المتجددة التي تخضع للتطوير المشترك، مع تخصيص %50 من الأسهم لمواطنين كويتيين، و%24-6 لحكومة الكويت (حكومة الكويت، 2015). وتتراوح مدة الاتفاقية بين 30-25 سنة، وبعدها يتم تمديد المشروع أو تعود ملكيته الكاملة إلى الحكومة (حكومة الكويت، 2015).

وبحسب وزارة الكهرباء والماء والطاقة المتجددة، تدرس الحكومة فكرة إنشاء مشاريع للطاقة المتجددة في جزيرتي فيلكا وبوبيان، وإمكانية السماح لمستهلكي الكهرباء بشراء الطاقة المتجددة 2023). كما تتطلع الكويت إلى شراء الكهرباء المولدة من مصادر الطاقة المتجددة، 2023). وتسعى الكويت إلى تحقيق الحياد الكربوني بحلول عام مصادر الطاقة المتجددة من الدول المجاورة (وزارة الكهرباء والماء والطاقة المتجددة، 2023). وتسعى الكويت إلى تحقيق الحياد الكربوني بحلول عام 2060، رغم إعلان وزير خارجيتها في مؤتمر الأطراف COP27 لعام 2022 أن حكومة بلاده ملتزمة بتحقيق صافي انبعاثات كربونية صفرية في قطاع النفط والغاز الحيوي قبل عقد من التاريخ المحدد، أي بحلول عام 2050 (إيتايم، 2022).

إن المشهد المؤسسي للطاقة المتجددة في الكويت منظم بشكل واضح، حيث تتولى وزارة الكهرباء والماء للطاقة المتجددة، المعروفة سابقاً باسم وزارة الكهرباء والماء، مسؤولية الطاقة المتجددة، في حين تقوم **الهيئة العامة للبيئة بدولة الكويت**، التابعة مباشرةً لإشراف **مجلس الوزراء**، بصياغة السياسة البيئية المناخية، إلى جانب عملها كجهةٍ تنظيمية. وتُعتبر **هيئة مشروعات الشراكة بين القطاعين العام والخاص**، التي تأسست عام 2014، الجهة الرئيسية المسؤولة عن تنفيذ مشاريع الشراكة بين القطاعين العام والخاص. وبخلاف بعض دول مجلس التعاون الخليجي الأخرى، تبقى سياسة الطاقة المتجددة والمناخ في الكويت خارج نطاق وزارة النفط، وشركات النفط الحكومية، ومؤسسة البترول الكويتية وشركة نفط الكويت.

#### عُمان 🖁

أعلنت عُمان في عام 2017 عن هدفها المتمثّل في توليد ما يصل إلى %10 من الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة بحلول عام 2025 (برابهو، 2017). وتهدف **رؤية عُمان 2040** إلى زيادة هذه النسبة لتصبح %20 بحلول عام 2030، وإلى %39-35 بحلول عام 2040 (سلطنة عُمان، 2021). وتنعكس هذه الأهداف في ثاني المساهمات المحددة وطنياً للسلطنة في يوليو 2021، وفي استراتيجيتها الوطنية للطاقة، التي من المتوقع أن يتم تعديلها من جديد في عام 2024.

في عام 2022، أطلقت الحكومة الدستراتيجية الوطنية للانتقال المنظم إلى خطة صافي الدنبعاثات الصفري، وهو مسار انتقال أخضر تنتهجه عُمان للوصول إلى تحقيق صافي الانبعاثات الصفري بحلول عام 2050 (وزارة الطاقة والمعادن، 2022ب). وتحدد الدستراتيجية مساراً لتحقيق أهدافها، من خلال الجمع بين كفاءة الطاقة والموارد، والكهرباء والطاقة المتجددة، وتكنولوجيا البطاريات الكهربائية، والهيدروجين المستدام، والتقاط الكربون وتخزينه، وحلول الانبعاثات السلبية، واستراتيجية "تحسين التأثير الدقتصادي الناجم عن التحول إلى أنظمة الطاقة المتجددة"، من خلال تقليل التكاليف الدقتصادية للمواطنين والصناعات العُمانية، وتشجيع توفير فرص العمل، وضمان إمدادات آمنة للطاقة (وزارة الطاقة والمعادن، 2022أ؛ 2022ب).

تم نقل تخطيط وتنظيم سياسة الطاقة المتجددة والمناخ في عُمان عبر مختلف المؤسسات على مدى السنوات الماضية؛ حيث تم إعداد أول مساهمة محددة وطنياً في السلطنة تتضمن أهداف الدنبعاثات وخطط الطاقة المتجددة من قبل **وزارة البيئة والشؤون المناخية**، التي تحولت لدحقاً إلى **هيئة البيئة وهيئة الطيران المدني،** حيث أصبحت الأخيرة مسؤولة عن المساهمات المحددة وطنياً الثانية في عُمان.

تولت **هيئة تنظيم الكهرباء**، المعروفة اليوم باسم **هيئة تنظيم الخدمات العامة** مشاريع الطاقة المتجددة خلال فترة محددة، مع اعتبار الطاقة المتجددة في الأصل مجالاً أساسياً لمشاريع قطاع الكهرباء. وفي فبراير 2023، انتقلت إدارة برنامج عُمان لتوليد الطاقة الخالية من الكربون إلى **وزارة الطاقة والمعادن،** التي أصبحت اليوم مسؤولة عن جميع مشاريع الطاقة المتجددة في السلطنة، بالإضافة إلى الهيدروجين والتقاط الكربون وتخزينه (وكالة الثنباء العُمانية، 2023). وفي عام 2022، أنشأت الحكومة العُمانية **مركز عُمان للاستدامة**، ليتولّى الإشراف ومتابعة خطط وبرامج السلطنة لتحقيق الحياد الكربوني (وزارة الطاقة والمعادن، 2022ج؛ صحيفة عُمان ديلي أوبزرفر، 2022).

تحت مظلة وزارة الطاقة والمعادن، تم نقل مشاريع الهيدروجين إلى المديرية العامة للطاقة المتجددة والهيدروجين. وفي عام 2022، إلى شركة هيدروجين عمان (هايدروم)، وهي شركة تابعة لشركة تنمية طاقة عُمان لإدارة مشاريع الهيدروجين (هايدروم، 2023). وتم بموجب المرسوم السلطاني رقم 2023/10 تخصيص بعض الثراضي لثغراض مشاريع الطاقة المتجددة والهيدروجين النظيف لشركة هيدروجين عُمان (هايدروم، 2023). ويلعب الهيدروجين دوراً محورياً في الخطط المستقبلية لتوليد الطاقة في سلطنة عُمان، حيث تهدف الحكومة إلى بناء اقتصاد قائم على الهيدروجين بحلول عام 2040، وتخطط لإنتاج مليون طن من الهيدروجين الأخضر سنوياً بحلول عام 2030 (منظمة الهيدروجين الأخضر، بدون تاريخ). ويستعرض القسم الرابع مزيداً من التفاصيل والتوضيحات حول خطط إنتاج الهيدروجين في عُمان.

نشطت عُمان في مجال نشر الطاقة المتجددة لمجموعة متنوعة من الاستخدامات خارج المشاريع على نطاق المرافق. وفي عام 2018، أطلقت السلطنة مبادرة "ساهم 2" لتركيب أنظمة كهروضوئية صغيرة الحجم بقدرة 4-2 كيلوواط في المناطق السكنية، للمساهمة في تغطية %30-10 من احتياجات الأسر من الطاقة (الوكالة الدولية للطاقة، 2018؛ برابهو، 2019) وتتضمن المبادرة أيضاً مرحلة ثانية، حيث يمكن تقديم الأنظمة الكهروضوئية كفرصة للمستثمرين، الذين يرغبون في استعادة استثماراتهم بمعدل عائدات تنافسي متفق عليه من المدفوعات المتوافقة مع مخرجات النظام الكهروضوئي (الوكالة الدولية للطاقة، 2018). بالإضافة إلى ذلك، تعتمد السلطنة تقنية إنتاج البخار باستخدام الطاقة الشمسية الذي طورته شركة جلاس بوينت سولار، بدءاً من مشروع تجريبي للطاقة الحرارية باستطاعة 7 ميجاواط في عام 2013، وافتتاح منشأة "ميرا" الحرارية للطاقة الشمسية باستطاعة 1,021 ميجاواط في عام 2018 في عام 2018 (باور تكنولوجي، 2018) . حتى عام 2022، بلغت القدرة المركبة للمشروع لإنتاج البخار باستخدام الطاقة الشمسية بقدرة 1.5 جيجاواط في المملكة، حيث سيتم استخدام الطاقة الشمسية بقدرة 1.5 جيجاواط في الملوكة للسعودية بغية تطوير مشروع لإنتاج البخار باستخدام الطاقة الشمسية بقدرة 1.5 جيجاواط في المملكة، حيث سيتم استخدام البخار لتكرير خام البوكسيت وتحويله إلى الألومينا (إب، 2022).

#### قطر

سجلت قطر نمواً أبطأ فيما يتعلق باعتماد أهداف الطاقة المتجددة بالمقارنة مع الدول المجاورة، إلا أنها عززت قدرتها في هذا المجال بسرعة خلال السنوات الأخيرة. وتؤكد **رؤية قطر الوطنية 203**0، وهي أساس استراتيجية التنمية في الدولة، على دور الغاز الأحفوري كمصدر للطاقة النظيفة (الأمانة العامة للتخطيط التنموي، 2008). وكانت الأهداف الأولية ترمي إلى توليد 200 ميجاواط كهرباء من الطاقة المتجددة بحلول عام 2020، و500 ميجاواط بعد ذلك (جهاز التخطيط والإحصاء، 2021).

وفي عام 2021، أطلقت شركة قطر للطاقة- الشركة الوطنية للطاقة في الدولة، والمعروفة سابقاً باسم قطر للبترول- استراتيجية الاستدامة الخاصة بها، التي يتمحور تركيزها حول الحد من الدنبعاثات الناتجة عن عملياتها التشغيلية، كما كانت تهدف لإنتاج ما بين 2,000 إلى 4,000 ميجاواط من الطاقة المتجددة بحلول عام 2030. (قطر للطاقة، 2021). وفي العام نفسه، قدمت قطر أولى مساهمتها المحددة وطنياً، التي تسلط الضوء على خطط الحكومة الرامية إلى تعزيز الطاقة المتجددة اللامركزية (دولة قطر، 2021). وفي مارس 2022، أعلنت شركة قطر للطاقة عن طموحاتها الكبيرة من خلال هدفها الجديد المتمثل في توليد 5,000 ميجاواط - أي حوالي نصف قدرتها على توليد الكهرباء في عام 2021 – من الطاقة الشمسية بحلول عام 2035، إلى جانب أهداف تكنولوجيا التقاط الكربون وتخزينه والتخلص من الحرق التقليدي لغاز الميثان (أوجال، 2022).

<sup>3</sup> توفر المنشأة الكهرباء خارج الشبكة لقطاع الغاز في سلطنة عُمان، وبالتالي لا يتم احتسابها ضمن إمدادات الطاقة المتجددة المرتبطة بالشبكة في السلطنة.

بالنظر إلى السياق الزمني لئهداف الطاقة المتجددة في قطر، نرى أنّ "قطر للطاقة" هي من حددت تلك الئهداف. وهذا ما يميز قطر عن جاراتها في دول مجلس التعاون الخليجي، حيث يقع تحديد الئهداف عادةً ضمن نطاق عمل وزارات الدولة.

في أغسطس 2022، أعلن وزير الدولة القطري لشؤون الطاقة عن مشروعين رئيسيين جديدين للطاقة الشمسية. ويهدف المشروعان إلى تشغيل حقلي الغاز في مسيعيد ورأس لفان بالطاقة الشمسية، ومن المتوقع أن يرفع المشروعان إنتاج قطر من الطاقة الشمسية إلى 1.67 جيجاواط بحلول نهاية عام 2024، أي أكثر من ضعف إنتاج الدولة من الطاقة المتجددة خلال عامين، وذلك دعماً لتوسعها في إنتاج الغاز الأحفوري (وكالة فرانس برس، 2022).

#### المملكة العربية السعودية

أطلقت المملكة العربية السعودية استراتيجيةً شاملة طويلة الأجل للانتقال بالمملكة واقتصادها نحو الطاقة المتجددة في عام 2016 وفقاً للوئية 2030. وتشكّل الاستدامة ركيزةً أساسية في الاستراتيجية التي تهدف إلى تخليص البلاد من "اعتمادها الكبير" على النفط (نخول وماكلين ورشاد، 2016). وفي إطار رؤية 2030، وضع البرنامج الوطني للطاقة المتجددة، الذي تم إطلاقه في عام 2019، هدف بناء قطاع طاقة متجددة تنافسي، بالإضافة إلى السعي لتوطين جزءٍ كبير من سلسلة قيمة الطاقة المتجددة (المملكة العربية السعودية، 2022أ). وتتضمن رؤية 2030 إنشاء "مدن خضراء صالحة للعيش"، ومنها مشروع المملكة الحضري الرائد "نيوم" وهي مدينة جديدة سيتم بناؤها على مدى السنوات المقبلة، تعمل بنسبة %100 بالطاقة المتجددة (المملكة العربية السعودية، 2022 أ).

في عام 2019، أعلنت المملكة عن هدفٍ جديد لرفع حصة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة الإجمالي لديها، لترتفع من نسبة لا تتجاوز 1% في عام 2019 إلى 50% بحلول عام 2030، على الرغم أنه من غير الواضح إذا كان ذلك الهدف يعتمد على القدرة أو الطاقة التي سيتمّ توليدها أم لا (المملكة العربية السعودية،2022أ). وينطوي هذا المستوى من النمو على تحولٍ شامل في مزيج الكهرباء السعودي، إلى جانب قطاع الكهرباء ككل، بما في ذلك رفع قدرة توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح من أقل من 500 ميجاواط في عام 2021 إلى ما يقرب من 58 ألف ميجاواط بحلول نهاية هذا العقد (الأتروش وإنجلترا، 2022). كما تهدف المملكة إلى الوصول إلى تحقيق صافى الدنبعاثات الصفري بحلول عام 2060 (المملكة العربية السعودية، 2022أ).

في عام 2019، انتهى **مكتب تطوير مشاريع الطاقة المتجددة** في المملكة من دراسةِ خلصت إلى إمكانية دمج 13 ألف ميجاواط من الطاقة المتجددة دون إجراء تحديثات كبيرة على الشبكة (مُتتبع العمل المناخي، 2021). ولتحقيق أهداف الطاقة المتجددة التي حددتها الحكومة لعام 2030، سيكون من الضروري الدستثمار على نطاق واسع في البنية التحتية للشبكة (مُتتبع العمل المناخي، 2021). وتمضي السعودية فُدماً في خطط ربط الشبكات مع الدول المجاورة، مما قد يسهل استيعاب وتكامل مصادر الطاقة المتجددة في المستقبل. وفي أغسطس 2020، وققت المملكة مذكرة تفاهم لمشروع الربط الكهربائي مع الثردن بطول يبلغ 164 كيلومتراً، ومن المقرر أن يبدأ العمل بها في عام 2025 (عرب نيوز، 2022چ)، وتقوم مصر والمملكة بربط شبكاتهما فعلياً، حيث تم منح عقود خط الربط الكهربائي بقدرة 3,000 ميجاواط في عام 2021 وهي اليوم في طور عمليات الإنشاء (ميد، 2021)؛ وزارة الطاقة، 2023).

وتبدي السعودية أيضاً اهتماماً بسلسلة التوريد لتقنيات الطاقة المتجددة. وفي عام 2010، أنشأت **مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية** مصنع إنتاج الثلواح والخلايا الشمسية ومختبر الموثوقية. ويهدف المشروع إلى نقل تقنية إنتاج الألواح والخلايا الشمسية إلى المملكة، وصناعة معدات عالية الجودة يُمكنها تحمل الظروف البيئية المتمثلة في الحرارة الشديدة والعواصف الرملية. كما أنشأت المدينة أول مختبر معتمد عالمياً لفحص كفاءة وموثوقية الألواح الشمسية ووضع معايير تناسب بيئة المملكة. وتبلغ الطاقة الإنتاجية السنوية للمنشآت 100 ميجاواط لتصنيع وحدات وألواح الطاقة الشمسية الكهروضوئية، و100 ميجاواط أخرى لتصنيع الخلايا الشمسية (المملكة العربية السعودية، 2022م).

## الإمارات العربية المتحدة

استراتيجية الإمارات العربية المتحدة واحداً من أكثر برامج الطاقة المتجددة طموحاً في منطقة دول مجلس التعاون الخليجي حتى الآن. وتهدف استراتيجية الإمارات الوطنية للطاقة 2050، التي نُشرت في عام 2017، في البداية إلى رفع حصة الطاقة النظيفة في إجمالي مزيج الطاقة من أقل من 1% في عام 2017 إلى 50% بحلول عام 2050؛ والحدّ من البصمة الكربونية لتوليد الطاقة خلال الفترة نفسها بنسبة 70%؛ والوصول إلى صافي الدنبعاثات الصفرية بحلول عام 2050 (حكومة الإمارات العربية المتحدة، 2023)، وتشكل الطاقة النووية جزءاً من الطاقة النظيفة التي ستبلغ نسبة مساهمتها في طاقة الدولة 50% بحلول عام 2050، وتهدف إلى توفير 6% من احتياجات الإمارات من الكهرباء، مما يعني النظيفة التي ستبلغ نسبة مساهمتها في طاقة الدولة 700% بحلول عام 2050، وتهدف إلى توفير 6% من احتياجات الإمارات من الكهرباء، مما يعني حصةً تبلغ 44% من مزيج الطاقة المتجددة بحلول عام 2050 (حكومة الإمارات العربية المتحدة، 2023ب). وفي أواخر عام 2023، قامت الحكومة بتحديث الاستراتيجية الخاصة بها، حيث أصبحت تهدف إلى مضاعفة مساهمة الطاقة المتجددة 3 أضعاف بحلول 2030، وضخ استثمارات وطنية بين (195 إلى 200) مليار درهم لتحقيق هدف الدولة المتمثل في خفض الدنبعاثات إلى الصفر (حكومة الإمارات العربية المتحدة، 2023 هدف خفض الدنبعاثات (وزارة التغير المناخي والبيئة في الإمارات العربية المتحدة، 2023).

وحددت إمارة دبي أهدافها الخاصة ضمن استراتيجية دبي للطاقة النظيفة، التي أطلقتها عام 2015، التي ترمي إلى إنتاج %25 من كهرباء الإمارة من مصادر نظيفة بحلول عام 2030، و%75 بحلول عام 2050، وجعل دبي مركزاً عالمياً للطاقة النظيفة والدقتصاد الأخضر (هيئة كهرباء ومياه دبي، 2020). ووضعت استراتيجية الحياد الكربوني لإمارة دبي 2050 هدفاً أكثر طموحاً، وهو أن توفر دبي %100 من طاقتها من مصادر الطاقة النظيفة بحلول عام 2050 (هيئة كهرباء ومياه دبي، 2023).

وتقوم إمارة أبوظبي ببناء محطة للطاقة الشمسية بقدرة 2,100 ميجاواط في منطقة الظفرة. وفي السياق ذاته، يعدّ مجمّع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية في دبي أكبر مجمّع للطاقة الشمسية في موقع واحد على مستوى العالم، بقدرة إنتاجية تبلغ حوالي 2,000 ميجاواط، التي سترتفع إلى 5,000 ميجاواط بحلول عام 2000 (هيئة كهرباء ومياه دبي، 2023؛ رحمن، 2023). وفي مايو 2022، تم الإعلان عن مناقصة لمشروع ثالث للطاقة الشمسية الكهروضوئية هو محطة العجبان، الذي سيضيف عند اكتماله 1,500 ميجاواط من الطاقة إلى مخزون الدولة (مُتتبع العمل المناخي، 2023). ووفقاً لمُتتبع العمل المناخي، فإنه في ضوء التطورات الحالية والمرتقبة للطاقة المتجددة، من المتوقع أن تصل دولة الإمارات إلى 9,000 ميجاواط من الطاقة المتجددة بحلول عام 2030 (مُتتبع العمل المناخي، 2023). وفي الوقت عينه، فإنّ الهدف الأخير الطموح المتمثل في مضاعفة مساهمة الطاقة المتجددة 3 أضعاف بحلول نهاية العقد (وكالة أنباء الإمارات الرمارات).

ولتعزيز المزايا الدجتماعية والدقتصادية الناتجة عن التحول نحو مصادر الطاقة المتجددة في الدقتصاد الإماراتي، أطلقت دولة الإمارات ال**ئجندة الوطنية** الخضراء- 2030، وهي خطة طويلة الأجل تجمع بين الأهداف والمبادرات الخضراء عبر مجموعة من المشروعات. وتضع الأجندة أهدافاً استراتيجية منها بناء اقتصاد معرفي تنافسي، وتحقيق التطوير الدجتماعي، والبيئة المستدامة، والطاقة النظيفة والعمل المناخي. وتحدد خطة العمل برامج لدعم الابتكار الأخضر والتنويع الدقتصادي الأخضر، والاستثمار في البنية التحتية الخضراء والقوى العاملة الخضراء المدربة في المجالات الضرورية لدعم هذه الأهداف. كما يتم إيلاء اهتمام خاص بالمياه وكفاءة الطاقة والنفايات والنقل المستدام (حكومة الإمارات العربية المتحدة، بدون تاريخ).

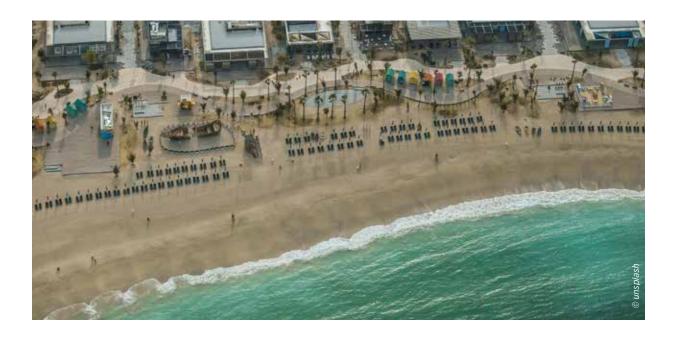
وفي عام 2021، أطلقت دولة الإمارات استراتيجية "مشروع 300 مليار "، التي تهدف إلى توفير بيئة حاضنة لصناعات المستقبل، بما في ذلك قطاع الهيدروجين. وتسعى الدستراتيجية إلى تطوير وتحفيز القطاع الصناعي في الدولة، ورفع مساهمته في الناتج المحلي الإجمالي إلى 300 مليار درهم (81.7 مليار دولار)<sup>13</sup> بحلول عام 2031. وفي إطار المشروع، رصد مصرف الإمارات للتنمية محفظةً مالية بقيمة 30 مليار درهم (8.2 مليار دولار) لدعم القطاعات الصناعية ذات الأولوية على مدى خمس سنوات، ومن بينها قطاعات تصنيع معدات وتقنيات الطاقة المتجددة، والبنية التحتية للطاقة، وتحلية المياه، والزراعة. (وزارة التغير المناخي والبيئة في دولة الإمارات العربية المتحدة، 2022).

وتوظف الدولة تطبيقات الذكاء الدصطناعي في قطاع الطاقة المتجددة. ففي عام 2018، أطلقت حكومة الإمارات مختبر الذكاء الدصطناعي بالتعاون مع جامعة خليفة. ويستخدم المختبر الذكاء الدصطناعي لتحسين استخدام مصادر الطاقة المتجددة في دولة الإمارات من خلال رسم خرائط لأهم نقاط الطاقة الشمسية الرئيسية في جميع أنحاء الدولة، بالإضافة إلى تتبع مصادر ملوثات الهواء ومراقبة جودة المياه (وزارة التغير المناخي والبيئة في الإمارات العربية المتحدة، 2022). وفي عام 2020، أطلقت هيئة كهرباء ومياه دبي (ديوا) ذراعها الرقمية؛ "ديوا الرقمية"، لتصبح الهيئة أول مؤسسة رقمية على مستوى العالم مزودة بأنظمة ذاتية التحكم للطاقة المتجددة وتخزينها بالاعتماد على الذكاء الاصطناعي وتدعم استراتيجية الإمارات الوطنية للذكاء الاصطناعي (حكومة دبي، 2020).

وأطلقت دبي في عام 2022 **استراتيجيتها المتكاملة لإدارة النفايات 2021-2041** بموازنة قدرها 74.5 مليار درهم. وتسعى الاستراتيجية إلى تشجيع الابتكار وتطبيق أفضل الممارسات في مجال إدارة النفايات وإعادة التدوير وتحويل الطاقة، وبالتالي توفير بيئة عمل آمنة لتحويل النفايات إلى طاقة في دبى (وكالة أنباء الإمارات (وام)، 2022).

ونُعدّ الإمارات أيضاً أول دولة في منطقة مجلس التعاون الخليجي تجعل الاستثمار في الطاقة المتجددة بمثابة استراتيجية استثمارية سواء داخل البلاد أو خارجها (انظر القسم 3.2). وفي ديسمبر 2021، أعلنت شركة أبوظبي الوطنية للطاقة "طاقة" وشركة مبادلة للاستثمار "مبادلة" وشركة بترول أبوظبي الوطنية "أدنوك" عن اتفاقية استراتيجية تنصّ على أن تصبح ملكيّة شركة "مصدر" للشركات الثلاث لتوحيد جهود الاستثمار في الطاقة المتجددة والميدروجين الأخضر. وسينتج عن هذه الشراكة قدرة إجمالية تزيد على 23 ألف ميجاواط من الطاقة المتجددة، ومن المتوقع أن تصل إلى أكثر من 100 ألف ميجاواط بحلول عام 2030، وتهدف إلى تحويل "مصدر" إلى واحدة من أكبر شركات الطاقة النظيفة من نوعها في العالم (أدنوك، بدون تاريخ؛ رويترز،

وفي غضون ذلك، وضعت دولة الإمارات المعايير والمواصفات التقنية ذات الصلة مسبقاً. وفي عام 2019، أصدر مكتب التنظيم والرقابة في دبي أول تصريح رسمي في منطقة الشرق الأوسط لإنتاج الطاقة المتجدّدة الموزعة. ويحدد معايير ذلك متطلبات الربط بأنظمة النقل والتوزيع في دبي مع إطارٍ مشترك لدتفاقيات توصيل الشبكة (الوكالة الدولية للطاقة، 2022أ، مكتب التنظيم والرقابة في دبي، 2019). تدعم دبي أيضاً استخدام مولدات الطاقة المتجددة الموزعة مثل أنظمة تسخين المياه بالطاقة الشمسية على الأسطح، وقد أصدرت أول مجموعة من المعايير لهذه الأنظمة في عام 2016 (هيئة كهرباء ومياه دبي، 2016ب). ومنذ عام 2012، وجب على جميع الفيلات وأماكن إقامة العمال الجديدة في دبي تركيب نظام تسخين المياه بالطاقة الشمسية لتوفير 75% من احتياجات المنازل من المياه الساخنة (بلدية دبي 2012).



#### 3.2. الدستثمار

يمكن تقسيم الدستثمارات في مجال الطاقة المتجددة في دول مجلس التعاون الخليجي إلى فئتين رئيسيتين: الدستثمارات في مشاريع الطاقة المتجددة وسلاسل القيمة في المنطقة، والدستثمارات الخارجية.

## الاستثمار في مشاريع الطاقة المتجددة

يعكس نمط الاستثمار الرائج في دول مجلس التعاون الخليجي مكانة هذه الدول كأسواقٍ جديدة نسبياً في عالم الطاقة المتجددة، وإنّ معظم الاستثمارات مدفوعة بالمشاريع الكبيرة، مما يعني تقلبات هائلة في حجم الاستثمار من عام إلى آخر. ويوضح الشكل 3.1 توجهات الاستثمار في الطاقة المتجددة في منطقة دول مجلس التعاون الخليجي بين عامي 2013 و2022. وتتركز الاستثمارات حتى الآن في دولة الإمارات، حيث تستأثر الدولة بحصة تبلغ %70 من الدستثمارات في الفترة 2022-2013. ومع تزايد نسبة نشر الطاقة المتجددة، من المرجح أن تصبح تدفقات الاستثمار السنوية أكثر اتساقاً، وأن تتزايد في جميع البلدان.

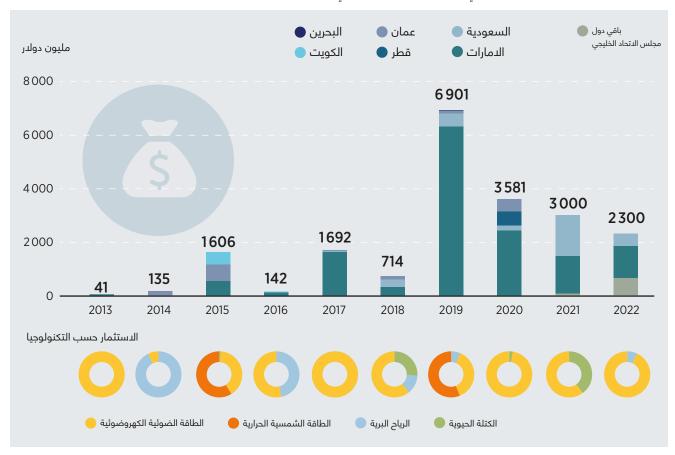
بلغت الاستثمارات ذروتها في عام 2019 (الشكل 3.1)، وتحديداً مع وصول ثلاثة مشاريع كبيرة للطاقة الشمسية في الإمارات إلى الإغلاق المالي في ذلك العام. وفي مجمّع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية بدبي، حصلت المرحلة الثالثة من المجمع للطاقة الشمسية الكهروضوئية بقدرة 800 ميجاواط على استثمارات بقيمة 940 مليون دولار و3,870 مليون دولار على التوالي. ألم ميجاواط على استثمار حوالي على التوالي 400 مليون دولار في محطة نور أبوظبي للطاقة الشمسية الكهروضوئية بقدرة إنتاجية قدرها 1,177 ميجاواط في سويحان. كما وصلت مزرعة دومة الجندل، أول مزرعة رياح سعودية في المنطقة بقدرة 400 ميجاواط، وبقيمة 500 مليون دولار، إلى الإغلاق المالى في عام 2019.

وفي السنوات التالية، انخفضت الاستثمارات السنوية تدريجياً في ظلِّ الجهود العالمية للتعامل مع جائحة كوفيد19-. وكان الإغلاق المالي لمشروع الظفرة للطاقة الشمسية الكهروضوئية بقدرة 2 جيجاواط في أبوظبي (تمويل بقيمة 886 مليون دولار) أكبر استثمار في عام 2020، كما حققت عمان وقطر استثماراتٍ كبيرة (460 مليون دولار و517 مليون دولار) في مشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية. وفي عام 2021، انتعشت الاستثمارات السعودية مع الإغلاق المالي لمحطة سدير للطاقة الشمسية الكهروضوئية بقدرة 1,500 ميجاواط، بقيمة 924 مليون دولار. وفي الوقت نفسه، حقق مشروع تحويل النفايات إلى طاقة في دبي إغلاقاً مالياً بقيمة 1,200 مليون دولار في نفس العام، مما يمثل أكبر استثمار في تحويل النفايات إلى طاقة في المنطقة حتى التن. وهيمنت الاستثمارات في مجال الطاقة الشمسية الكهروضوئية في الإمارات والسعودية على عام 2022 مرة أخرى.

وهناك توقعات بأن تسجل الدستثمارات آفاقاً جديدة في عام 2023 حيث تستضيف المنطقة مؤتمر الأطراف (COP28) كما تهدف الدول إلى تحقيق تطلعاتها في مجال الطاقة المتجددة. وفي أغسطس 2023، وصل مشروعان رئيسيان للطاقة الشمسية الكهروضوئية في السعودية إلى إغلاقٍ مالي بقيمة 2,370 مليون دولدر. أما في مايو 2023، أكملت شركة نيوم للهيدروجين الأخضر الإغلاق المالي لمصنع الهيدروجين الأخضر (4,000 ميجاواط من الطاقة الشمسية وطاقة الرياح و600 طن يومياً من الهيدروجين بحلول عام 2026) بقيمة 8,400 مليون دولار.

من المرجح أن تتزايد الاستثمارات في السعودية مع الوقت، مع بدء جولاتٍ أخرى من مزادات الطاقة المتجددة. ومن المتوقع أن تحتفظ الإمارات بريادتها من خلال النشر المتوقع لـ 44% من قدرات الطاقة المتجددة بحلول عام 2050، والزيادة المقترحة لقدرات الطاقة المتجددة بواقع ثلاث مرات بحلول عام 2030 مدعومةً باستثمارٍ قدره 54 مليار دولار في قطاع الطاقة (أريبيان بزنس، 2023). ومن المتوقع أيضاً أن تنتعش الاستثمارات في البحرين والكويت وعُمان وقطر مع شروع هذه الدول في تحقيق خططها للاستثمار في الطاقة المتجددة.

<sup>14</sup> تشير مصادر مثل أكوا باور (2020) إلى أنه تم تأمين تمويل بقيمة 1500 مليون دولدر أمريكي (من إجمالي 3870 مليون دولدر أمريكي) للمرحلة الرابعة فى عام 2018



الشكل 3.1 استثمارات الطاقة المتجددة في دول مجلس التعاون الخليجي حسب الدولة والتكنولوجيا

بناءً على: (بلومبرج لتمويل الطاقة الجديدة 2023).

ملحوظة: في عامي 2021 و2022، كانت بيانات الدستثمار على المستوى الوطني متاحةً فقط للسعودية والإمارات؛ ويتم تجميع باقي الدستثمارات تحت بند "بقية دول مجلس التعاون الخليجي". جميع القيم بالأسعار الحالية وأسعار الصرف. ونظراً لعدم وجود المزيد من البيانات التفصيلية، لم يتم تعديل الوحدات وفقًا للتضخم. تمثل هذه الأرقام المعاملات المالية "الأولية" في كل من المشاريع الكبيرة والصغيرة التي تساهم بشكل مباشر في نشر الطاقة المتجددة، وبالتالي تستبعد المعاملات الثانوية، على سبيل المثال. إعادة تمويل الديون القائمة أو التداول العام في الأسواق المالية.

## مصادر تمويل الطاقة المتجددة

تتسم الاستثمارات في الطاقة المتجددة في المنطقة بمزيجٍ متنوع من التمويلات العامة والخاصة، وتتم بمشاركة أصحاب المصلحة المحليين والمؤسسات المالية من مختلف المناطق الأخرى. ويضطلع القطاع العام بدور محوري في إطلاق الاستثمارات في الطاقة المتجددة. ومع تطور السوق، جاء جزء كبير من هذه الاستثمارات من البنوك الخاصة والمؤسسات المالية (القسم 2.3).

وقد لعبت كيانات القطاع العام الرئيسية، بما في ذلك صندوق الدستثمارات العامة في السعودية، وشركة مبادلة الإماراتية، ومؤسسة الخليج للاستثمار، والهيئة العامة للاستثمار الكويتية، دوراً كبيراً في دفع عجلة الاستثمارات في الطاقة المتجددة. وفي كثير من الأحيان، تشمل مؤسسات القطاع العام هذه صناديق الثروة السيادية (انظر الجدول 3.1). وعادةً يتم توجيه وتنفيذ الاستثمارات من هذه الكيانات من خلال شركات متخصصة في الطاقة المتجددة.

من الأمثلة البارزة على ذلك شركة "أكوا باور" في السعودية وشركة "مصدر" في الإمارات، فقد لعبت كلتاهما أدواراً جوهرية في رسم معالم مشهد الاستثمار في الطاقة المتجددة في المنطقة. وفي الحقيقة، لا يقتصر دور صناديق القطاع العام في المنطقة على الاستثمار؛ بل إنهم يدافعون بقوة لتطوير مصادر الطاقة المتجددة، فضلاً عن كونهم يمولون الشركات المتخصصة في تطوير المشاريع ويؤمّنون أيضاً مقاعد في مجالس إدارة هذه الشركات - مما يسمح لهم بالتأثير بشكل مباشر على صنع القرار الاستراتيجي كمساهمين بارزين. فعلى سبيل المثال، تعمل "مصدر" وفق ملكية مشتركة لكل من "طاقة" و"أدنوك" و"مبادلة"، وتضم أعضاء مجلس إدارة من جميع هذه الكيانات. وبالمثل، تستفيد "أكوا باور" من تمثيل صندوق الاستثمارات العامة السعودي في مجلس الإدارة.

يقع المقر الرئيسي لمؤسسة الخليج للاستثمار في الكويت وهي مملوكة بالتساوي لدول مجلس التعاون الخليجي الست. وقد أضحت هذه المؤسسة محمتة المثاريع الطاقة الشمسية بقدرة 45 مستثمراً فعالاً في مشاريع الطاقة المتجددة عبر دول مجلس التعاون الخليجي، بما في ذلك مشروع محطة تحلية المياه بالطاقة الشمسية بقدرة والمرحلة الخامسة من ميجاواط في عمان، والمرحلة الخامسة من مجمع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية في دبي للطاقة الشمسية الكهروضوئية بقدرة إنتاجية 900 ميجاواط (مؤسسة الخليج للاستثمار، 2022؛ ثولوت، 2023). وفي جميع هذه المشاريع، كانت مؤسسة الخليج للاستثمار هي الجهة الممولة، حيث تولت شركة "أكوا باور" دور تطوير المشروع.

ويلعب صندوق الاستثمارات العامة السعودي، الذي يمتلك حصة %50 في "أكوا باور"، دوراً محورياً في قطاع الطاقة المتجددة في المملكة، حيث تم تكليفه بتحقيق %70 من أهداف الطاقة المتجددة في السعودية. وتُعدّ شركة "أكوا باور" مطوّراً ومستثمراً ومشغلاً لمجموعة من محطات توليد الكهرباء وتحلية المياه (العربية، 2023أ). وقد لعبت "أكوا باور" دوراً حاسماً في تنفيذ مشاريع الطاقة المتجددة بالشراكة مع صندوق الاستثمارات العامة ومختلف أصحاب المصلحة داخل المملكة وخارجها، لتبني محفظة طاقة متجددة بقدرة تراكمية تبلغ 23,000 ميجاواط (أكوا باور، 2023ب).

تقود هيئة الاستثمار الكويتية - أقدم صندوق ثروة سيادية في العالم - طموح الكويت لتطوير مشاريع الطاقة المستدامة في جميع أنحاء العالم من خلال استثماراتها وشركاتها التابعة مثل شركة "جلوبال باور جينيريشن" (ناتورجي) وشركة "انرتك القابضة". وتعدّ شركة "انرتك" جزءاً من مشروع عُمان للطاقة الخضراء الدولي الذي حصل على أول كتلة هيدروجين خضراء في سلطنة عُمان بقدرة تبلغ 4,000 ميجاواط من الطاقة المتجددة و150 ألف طن متري من الهيدروجين سنوياً.



## الإطار 3.1 استثمارات صناديق الثروة السيادية المتنوعة في دول مجلس التعاون الخليجي

تستثمر العديد من صناديق الثروة السيادية في المنطقة في عدة مجالات للتنمية المستدامة سواء داخل دول مجلس التعاون الخليجي أو في مناطق أخرى حول العالم (الجدول 3.1). فعلى سبيل المثال، استثمر صندوق الاستثمارات العامة السعودي 1 مليار دولار في شركة "لوسد موتورز" (شركة ناشئة للسيارات الكهربائية) ودخل في شراكة مع شركة "فوكسكون" لإطلاق شركة "سير" للسيارات الكهربائية في المملكة العربية السعودية (القسم 2.2).

وقد تنامت الدستثمارات في جميع قطاعات سلسلة القيمة في المنطقة، بما في ذلك مشاريع الطاقة المتجددة، وشركات التطوير، وشركات التصنيع، ومشاريع البحث والتطوير.

الجدول 3.1 استثمار عدد من صناديق الثروة السيادية داخل المنطقة وخارجها

القيمة (بالدولار (الأمريكي	البلد المضيف	الدور في سلسلة القيمة	تفاصيل الصفقة	الصندوق	
غير متوفرة	إسبانيا	مطور المشروع، المشغل	حصة 25% في شركة «جلوبال باور جينيريشن» (%75 لشركة ناتورجي)، ومشاريع بقدرة 3,000 ميجاواط (طاقة الرياح والطاقة الشمسية)	هيئة الاستثمار الكويتية (صندوق ثروة سيادية)	الكويت
35 مليون دولار	عمان، الولايات المتحدة	مطور المشروع، المشغل	استثمار مشترك في أسهم شركة جلاس بوينت سولار (بما في ذلك شركة رويال داتش شل)	جهاز الاستثمار العماني (صندوق ثروة سيادية)	عُمان 🔚
20 مليون دولار	هولندا	مطور المشروع، المشغل	حصة %75 من شركة «زون اكسبلويتاتي الهولندية» (مطور بقدرة 96 ميجاواط)، 2018	نبراس للطاقة	قطر 🔳
غير متوفرة	المملكة العربية السعودية	مطور المشروع، المشغل	حصة %50 في شركة أكوا باور (محفظة للطاقة المتجددة تبلغ 23 جيجاواط).	صندوق الاستثمارات العامة (صندوق ثروة سيادية)	السعودية 🍱
3.6 مليار دولار في لوسِد	السعودية، الولايات المتحدة	المُصنّع	حصة %60 في مشروع «لوسد للمركبات الكهربائية» المشترك مع شركة «فوكسكون» لإطلاق مركبات «سير» الكهربائية.	صندوق الاستثمارات العامة (صندوق ثروة سيادية)	الدمارات
200 مليون دولار	الهند	مطور المشروع، المشغل	الاستثمار في شركة «رينيو باور فيتشرز» لحصة بارزة (محفظة بقدرة 5,800 ميجاواط)، 2015	جهاز أبوظبي للاستثمار (صندوق ثروة سيادية)	
1.5 مليار دولار (بما في ذلك مؤسسة الخليج للاستثمار)	الهند	مطور المشروع، المشغل	استثمار مشترك مع مؤسسة الاستثمار الحكومية السنغافورية في جرينكو (قدرة تتجاوز 3,200 ميجاواط من الطاقة المتجددة) (2018-2018)	جهاز أبوظبي للاستثمار (صندوق ثروة سيادية)	
غير متوفرة	الإمارات العربية المتحدة	البحث والتطوير، مطوّر المشروع	إطلاق مصدر للطاقة، ومعهد مصدر، ومدينة مصدر (2007)	شركة مبادلة	
1 مليار دولار	الإمارات العربية المتحدة	البحث والتطوير، مطوّر المشروع	حصة 43% في أعمال مصدر للطاقة المتجددة و%33 في أعمال الهيدروجين الذخضر، 2022	«القابضة» (ADQ) (عبر شركة طاقة)	

المصادر: (جيفورد، 2015؛ جلوبال باور جينيريشن، 2018؛ مباشر، 2018؛ سابا وأوبال، 2023؛ سعودي جازيت، 2020؛ برنامج الأمم المتحدة للبيئة، 2017).

تُعد شركة "مصدر"، التي تتخذ من دولة الإمارات العربية المتحدة مقراً لها، مساهماً مهماً في قطاع الطاقة المتجددة في منطقة دول مجلس التعاون الخليجي وخارجها، فهي تنشط في أكثر من 40 دولة، وتساهم في أكثر من 20 جيجاواط من القدرة الإنتاجية للطاقة المتجددة على مستوى العالم، وتتجاوز القيمة الإجمالية لمشاريعها 30 مليار دولار موزعة في ست قارات. كما تلعب "مصدر" دوراً مهماً في تطوير وتشغيل مجمّع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية الكهروضوئية في أبوظبي، وتشارك بصورة فاعلة في مشهد الطاقة المتجددة في المملكة العربية السعودية، بالإضافة إلى أنها بدأت مناقشات أولية مع دول مجلس التعاون الخليجي الأخرى مثل البحرين والكويت للاستثمار في مشاريع للطاقة الشمسية وطاقة الرياح فيهما.

## الدستثمار في سلسلة القيمة

استثمرت الكيانات العامة والخاصة في تطوير قطاعات مختلفة من سلسلة قيمة الطاقة المتجددة في المنطقة، بالبضافة إلى استثماراتها المباشرة في مشاريع الطاقة المتجددة، حيث تتمتع هذه الكيانات بخبرة عريقة في مجال الاستثمار في الطاقة، وتسعى إلى توسيع نطاق حضورها ضمن قطاع ديناميكي واعد، وتنويع محفظتها الاستثمارية بما يتجاوز مفهوم الطاقة التقليدية، فقد تضمنت مبادراتها تطوير المشاريع، والتصنيع، والبحث والتطوير، والصناديق المصممة خصيصاً لهذا الغرض، وغيرها الكثير.

وقد استخدمت الكيانات العامة (والخاصة في بعض الحالات) عمليات الدستحواذ والاستثمارات في الأسهم كأداة فاعلة لإنشاء شركات محلية لتطوير المشاريع، التي تقود الآن عملية نشر الطاقة المتجددة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا وخارجها. فكما ذكرنا سابقاً، استفادت كل من "أكوا باور" و"مصدر" من استثمارات الكيانات العامة. كما استحوذت شركة "عبد اللطيف جميل للطاقة" على الشركة الإسبانية فوتواتيو لمشاريع الطاقة المتجددة، بما في ذلك مشاريعها العالمية قيد التطوير للطاقة الشمسية الكهروضوئية بقدرة 3,800 ميجاواط في عام 2014، مرسخةً بذلك مكانتها كمطور رائد في القطاع. ويسلط الجدول 3.1 (في الإطار 3.1) الضوء على عدد من الاستثمارات في مشاريع خارج منطقة دول مجلس التعاون الخليجي، والتابعة لصناديق الثروة السيادية الإمارات، وشركة نبراس للطاقة في قطر، وصندوق الاحتياطي العام للدولة في عُمان (الذي أعيد تسميته الآن إلى جهاز الدستثمار العماني)، وهيئة الاستثمار الكويتية.

وحققت الاستثمارات العامة في إنتاج تقنيات الطاقة الشمسية الكهروضوئية نتائج متباينة، حيث افتتحت "مصدر" منشأة لتصنيع وحدات من الألواح الشمسية الكهروضوئية الرقيقة في ألمانيا في عام 2009، لكنها أغلقتها في عام 2014 وسط منافسة دولية شديدة. كما استحوذت مؤسسة قطر على حصة كبيرة في شركة سولار وورلد الألمانية التي توقفت عن الإنتاج في عام 2018 (إنكهارت، 2018).



سعت "شركة انرتك القابضة" الكويتية إلى تطوير قسم الإنتاج في سلسلة قيمة قطاع الطاقة الشمسية، وهو سبب استثمارها في مورغان سولار (كندا) في مطلع عام 2014، ورغم استمرار هذه الشراكة، إلا أنها من المحتمل ألا تؤدي إلى تطوير المعرفة المحلية والبنية التحتية اللازمة لإنتاج وتجميع تقنيات الطاقة الشمسية في الكويت (مورغان سولار، 2014). كما تُعدّ السعودية - حيث يشجع ارتفاع الطلب على المحتوى المحلي في المزادات على الشراء المحلي - موطناً لمصنعي الألواح الشمسية مثل مصدر للطاقة الشمسية المملوكة بالكامل لشركة بن عميرة القابضة التي تبلغ قدرتها الإنتاجية 600 ميجاواط سنوياً (جوبتا، 2023) إيفانوفا، 2022).

ويتنامى الدهتمام بالدستثمارات في سلسلة القيمة لتصنيع المركبات الكهربائية بشكل متزايد، ويعد استثمار صندوق الدستثمارات العامة في شركة "لوسِد" إحدى هذه المبادرات. كما يشارك صندوق الدستثمارات العامة مع شركتي "هيونداي" و"فوكسكون" في مشروعين منفصلين لتصنيع المركبات الكهربائية (انظر القسم 2.3). وقد استثمرت شركة الأهلي المالية وجهاز قطر للاستثمار في شركة "إس كيه أون" (SK On)، وهي شركة كورية لتصنيع بطاريات السيارات الكهربائية (بيري، 2023؛ جهاز قطر للاستثمار، 2023).

واستثمرت العديد من دول مجلس التعاون الخليجي في البحث والتطوير لتعزيز تقنيات الطاقة المستدامة وتكييفها مع السوق المحلية والظروف المناخية للمنطقة. ومن الأمثلة على ذلك، معهد مصدر (الذي بات الآن جزءاً من جامعة خليفة للعلوم والتكنولوجيا)، وجامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية، ومعهد قطر لبحوث البيئة والطاقة. على ذلك، أنشأت العديد من المؤسسات صناديق مخصصة للاستثمار في الطاقة المستدامة، حيث وقعت "مصدر" أول اتفاقية لها مع أربعة بنوك محلية ودولية بهدف الحصول على تسهيلات ائتمانية "متجددة خضراء" في دول مجلس التعاون الخليجي، وذلك لتوفير التمويل لاستثماراتها الجديدة ضمن قطاع التقنيات النظيفة والمشروعات العقارية المستدامة (تريد أرابيا، 2018). وفي دبي، تنشئ هيئة كهرباء ومياه دبي صندوق دبي الأخضر بقيمة 100 مليار درهم (27 مليار دولار) من خلال جمع 2.4 مليار درهم. وسيتم استخدام الصندوق لتمويل الشركات ومشاريع الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة محلياً وعالمياً (كلدوز، 2017).

رباستثناء المكسيك) التعاون الخليجي المكسيك) التعاون الخليجي المكسيك) التعاون الخليجي المكسيك) التعاون الخليجي المكسيك التعاون الخليجي التعاون الخليجي التعاون الخليجي التعاون الخليجي المون دولر امريكي التعاون الخليجي المون دولر امريكي التعاون الخليجي المحراء الكبرى المحراء المحر

**الشكل 3.2** استثمارات دول مجلس التعاون الخليجي في مجال الطاقة المتجددة في مناطق مختلفة حول العالم، 2020-2016 (مليون دولار)

المصدر: (آيرينا ومبادرة سياسة المناخ 2023). ملحوظة: لا تشمل الاستثمارات دول مجلس التعاون الخليجي.

## استثمارات كيانات من دول مجلس التعاون الخليجي في مشاريع الطاقة المتجددة خارج المنطقة

لطالما شكلت مشاريع طاقة الرياح والطاقة الشمسية الكهروضوئية فرصاً استثماريةً مربحة في العديد من النُسواق حول العالم على مدار العقد الماضي. وتتوافق التدفقات النقدية طويلة النُجل والمستقرة التي توفرها مشاريع الطاقة المتجددة مع نهج العوائد طويلة الأمد لبعض المستثمرين، مثل المستثمرين المؤسسيين – صناديق الثروة السيادية، وخطط المعاشات التقاعدية، وشركات التأمين. وقد حرص المستثمرون في منطقة دول مجلس التعاون الخليجي على الدستثمار في القطاعات التي تحظى بإمكانيات تساهم في تحقيق التنمية طويلة الأمد. وعلى الرغم من أن العوائد الدستثمارية تعد الدافع الرئيسي لهذه الدستثمارات، إلا أن بعض الدستثمارات تُنفذ بغية دعم الدول الشريكة في تحقيق أهدافها المتعلقة بالحصول على الطاقة وتحقيق التنمية المستدامة.

الجدول 3.2 استثمارات كيانات من دول مجلس التعاون الخليجي في مشاريع الطاقة المتجددة خارج المنطقة

البلد المضيف	تفاصيل الاستثمار	التمويل	
الثردن	مشاريع متعددة للطاقة الشمسية الكهروضوئية (نبراس للطاقة، 2018): •تمتلك نبراس للطاقة حصة تبلغ %24 من شركة «AM Solar» للطاقة الشمسية في الأردن بقدرة تبلغ 40 ميجاواط •تمتلك نبراس للطاقة حصة تبلغ %35 من شركة «شمس معان» في الأردن بقدرة تبلغ 52 ميجاواط	نبراس للطاقة (شركة الكهرباء والماء القطرية وشركة قطر القابضة)	<b>ا</b> قطر
المغرب، والأردن، وأوزبكستان، وأذربيجان، ومصر	حصص في مشاريع طاقة الرياح (أكوا باور، 2023 أ): •تمتلك "أكوا باور" حصة تبلغ %75 من مشروع خلندي في المغرب الذي يولد 120 ميجاواط •مشاريع صغيرة لطاقة الرياح في الردن بقدرة تبلغ 1.5 ميجاواط تقريباً •مشاريع لطاقة الرياح في أوزبكستان بقدرة تبلغ 100 و500 و500 و1500 ميجاواط •مشروع لطاقة الرياح في أذربيجان بقدرة تبلغ 250 ميجاواط •مشروع لطاقة الرياح في مصر بقدرة تبلغ 1,100 ميجاواط	"أكوا باور" (صندوق الاستثمارات العامة السعودي)	ـــــــ السعودية
بلغاريا، والمغرب، وجنوب أفريقيا، ومصر	حصص في مشاريع الطاقة الشمسية (أكوا باور، 2023):  • تستحوذ "أكوا باور" على حصة مسيطرة قدرها 42% من محطة كارادزالوفو المستقلة لإنتاج الكهرباء من الطاقة الكهروضوئية في بلغاريا بقدرة 50 ميجاواط  • تمتلك "أكوا باور" حصة قدرها 73% من محطة نور 1 للطاقة الشمسية المركزة في المغرب بقدرة إنتاجية تبلغ 160 ميجاواط  • تمتلك "أكوا باور" حصة قدرها 40% من مشروع بوكبورت في جنوب أفريقيا للطاقة الشمسية المركزة بقدرة إنتاجية قدرها 60 من مشروع بوكبورت في جنوب أفريقيا للطاقة الشمسية المركزة بقدرة إنتاجية قدرها 160 من مساعات تخزين  • تقوم شركة "أكوا باور" بتشغيل ثلاث محطات للطاقة الشمسية الكهروضوئية في بنبان في مصر (بنبان 1، بنبان 2، بنبان 3، بنبان 6، بنبان	"أكوا باور" (صندوق الاستثمارات العامة السعودي)	
المملكة المتحدة	حصص أقلية في محطات لطاقة الرياح البحرية (مصدر، 2023): •تمتلك «مصدر» حصة تبلغ %20 في مشروع «مصفوفة لندن» بقدرة إنتاجية تبلغ 630 ميجاواط •تمتلك «مصدر» حصة تبلغ %35 في محطة دادجون بقدرة إنتاجية تبلغ 402 ميجاواط •تمتلك «مصدر» حصة تبلغ %25 في محطة «هايويند سكوتلاند» بقدرة إنتاجية تبلغ 30 ميجاواط	مصدر	📘 الدمارات
صربيا، والأردن، والبلقان، ومونتينغرو، والولايات المتحدة، وأوزبكستان	تطوير محطات لطاقة الرياح حول العالم (مصدر، 2023): •محطة طاقة الرياح «شيبوك 1» في صربيا وتبلغ قدرتها الإنتاجية 158 ميجاواط •تساهم «مصدر» في تطوير وتشغيل محطة الطفيلة لطاقة الرياح في الأردن التي تبلغ قدرتها الإنتاجية 117 ميجاواط •تمتلك «مصدر» حصة %49 من محطة درنوفو لطاقة الرياح في مونتينيغور التي تبلغ قدرتها الإنتاجية 72 ميجاواط •تمتلك «مصدر» حصة من محطة «روكسبرينغز» التي تبلغ قدرتها الإنتاجية 149 ميجاواط في الولايات المتحدة 2020) •تعمل «مصدر» على تشغيل محطة زارافشان لطاقة الرياح بقدرة 500 ميجاواط في أوزبكستان (2020	مصدر	
الأردن، وإسبانيا، وأوزبكستان، وأدربيجان، والولاياتa المتحدة	العديد من مشاريع الطاقة الشمسية على مستوى المرافق (مصدر، 2023)): • محطة بينونة للطاقة الشمسية على مستوى المرافق (مصدر، 2023)): • محطة بينونة للطاقة الشمسية المركزة بالشراكة مع «توريسول إنيرجي» في إسبانيا ، وتبلغ القدرة الإنتاجية الإجمالية للمحطات الثلاث قرابة 120 • محاواط • شراكة مع «أي دي اف رينوبلز أمريكا الشمالية» ، تحصل «مصدر» بموجبها على حصة تبلغ %50 من محفظة مشاريع استثمارية في مجال الطاقة • مشاركة مع «أي دي الإنتاجية الإجمالية إلى 1.6 جيجاواط في الولايات المتحدة (2020) • مصارة الطاقة الكهروضوئية تبلغ قدراتها الإنتاجية 100 و202 و200 و250 و457 ميجاواط في أوزيكستان (2019-2023) • محطة «كاراداع» للطاقة الشمسية الكهروضوئية في أذريجان بقدرة إنتاجية تبلغ 203 ميجاواط (2021)	مصدر	

المصدر: (نبراس للطاقة 2018؛ مصدر 2023أ؛ أكوا باور 2023أ).

تمتلك دول مجلس التعاون الخليجي العديد من الاستثمارات الاستراتيجية في مجال الطاقة المتجددة عبر المناطق الرئيسية (الشكل 3.2). وقد حصدت منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا جزءاً كبيراً من هذه الاستثمارات بلغ 1.4 مليار دولار بين عامي 2016 و2020، مما يؤكد تركيز دول مجلس التعاون الخليجي على تعزيز مبادرات التنمية والطاقة المتجددة في تلك المنطقة (الشكل 3.2). ويشمل ذلك العديد من مشاريع الطاقة الشمسية وطاقة الرياح في دول مثل الأردن ومصر والمغرب. كذلك استفادت دول جنوب آسيا وأفريقيا جنوب الصحراء الكبرى بشكل كبير من استثمارات دول مجلس التعاون الخليجي، حيث بلغت قيمة تلك الاستثمارات فيها 1.039 مليار دولار و388 مليون دولار على التوالي، مما ساهم في توسيع نطاق حلول الطاقة المستدامة في هذه المناطق وغيرها لاحقاً (الجدول 3.2).

علاوةً على ذلك، وسعت دول مجلس التعاون الخليجي نطاق تمويلها للطاقة المتجددة ليشمل دول شرق آسيا، والمحيط الهادئ، وأوروبا، وأمريكا الشمالية (باستثناء المكسيك)، حيث خصصت لهذه الدول مجتمعةً مبلغ 823 مليون دولار لتحفيز تطوير الطاقة المتجددة.

وتمت الاستثمارات في المشاريع خارج المنطقة بشكل رئيسي من قبل كيانات مدعومة من القطاع العام، التي غالباً ما تكون صناديق ثروة سيادية. فعلى سبيل المثال، تشمل استثمارات "مصدر" محطات لطاقة الرياح البحرية في المملكة المتحدة، ومحطات لطاقة الرياح في صربيا، والأردن، ومونتينغرو، والولايات المتحدة، وأوزبكستان، بالإضافة إلى العديد من مشاريع الطاقة الشمسية على مستوى المرافق في الأردن، وإسبانيا، والولايات المتحدة، وأوزبكستان، وأذربيجان (الجدول 3.2).

وتشمل محفظة "أكوا باور" المتنوعة مشاريع لطاقة الرياح في المغرب، والأردن، وأوزبكستان، وأذربيجان، ومصر، بالإضافة إلى مشاريع للطاقة الشمسية في بلغاريا، والمغرب، وجنوب أفريقيا، ومصر (الجدول 3.2).

هناك أيضاً شركة نبراس للطاقة، وهي شركة طاقة يقع مقرها الرئيسي في دولة قطر، وهي مشروع مشترك بين شركة الكهرباء والماء القطرية وقطر القابضة المملوكة بالكامل لجهاز قطر للاستثمار، وهو صندوق ثروة سيادي تابع لدولة قطر. وتمتلك نبراس للطاقة العديد من محافظ مشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية في العديد من الدول بما في ذلك الأردن والبرازيل. وقد ساعدت هذه الاستثمارات الكيانات العامة في دول مجلس التعاون الخليجي على تنويع محافظها الاستثمارية، بالإضافة إلى تأسيس شركتي "مصدر" و"أكوا باور" باعتبارهما مطورين رئيسيين لمشاريع الطاقة المتجددة.

وتأتي العديد من الاستثمارات مدفوعةً بالرغبة في النهوض بالتنمية المستدامة، وتعزيز فرص الحصول على الطاقة، وتحسين سبل العيش. فعلى سبيل المثال، خصص صندوق أبوظبي للتنمية على مدى سبع دورات تمويلية مبلغ 350 مليون دولار على شكل قروض بشروط ميسرة لدعم مشاريع الطاقة المتجددة بقيمة المتجددة بناءً على توصيات الوكالة الدولية للطاقة المتجددة. ومول الصندوق 5 دورات تمويلية شملت 21 مشروعاً من مشاريع الطاقة المتجددة بقيمة إجمالية بلغت 214 مليون دولار، وقد ساهم ذلك في تأمين 420 مليون دولار من مصادر تمويل أخرى (آيرينا، 2017). وفي عام 2023، أعلنت الإمارات كذلك التزامها باستثمار 4.5 مليار دولار في أفريقيا، بهدف تحفيز 12.5 مليار دولار إضافية من مصادر متعددة الأطراف وحكومية وخاصة (ذا كاردل، 2023). كما تعهدت الإمارات بتقديم 400 مليون دولار لدعم منصة تسريع تحول نظام الطاقة ETAF التابعة لوكالة آيرينا، مع مساهمات إضافية من البنك التسيوي للاستثمار في البنية التحتية، و"مصدر"، ومجموعة التأمين السويسرية "سويس ري" بقيمة إجمالية قدرها 1 مليار دولار خلال مؤتمر الأطراف COP27. وفي عام 2023، انضم كل من صندوق "الأوبك" 15 وبنك التنمية للبلدان الأمريكية (IDB) إلى المنصة كشركاء ممولين، حيث دعما المنصة بتمويل يصل إلى 250 مليون دولار و100 مليون دولار على التوالي، وذلك من أجل دعم تمويل الطاقة المتجددة. وتشرف آيرينا على منصة تسريع تحول نظام الطاقة FTAF، حيث تقوم بتقييم عروض المشاريع بناءً على معايير الأهلية، مع الإشراف على تطويرها بدءاً من عملية التقديم وصولاً إلى توصيات نظام الطاقة (2023).

وتشارك صناديق الاستثمار في العديد من دول مجلس التعاون الخليجي، بما في ذلك الكويت، وقطر، والسعودية، والإمارات، في مبادرة الكوكب الواحد لصناديق الثروات السيادية التي تم إطلاقها خلال قمة الكوكب الواحد، وهي ملتزمة بالاستثمار في الشركات التي تمتلك استراتيجيات تراعي المخاطر المناخية.

<sup>15</sup> صندوق الأوبك هو مؤسسة إنمائية متعددة الأطراف تشمل: الجزائر، والإكوادور، والغابون، وإندونيسيا، وإيران، والعراق، والكويت، وليبيا، ونيجيريا، والسعودية، والإمارات، وجمهورية فنزويلا البوليفارية.



أصبحت السياسات المناخية التي تتبعها دول مجلس التعاون الخليجي أكثر وضوحاً خلال العقد الماضي، حيث وقعت جميع دول المنطقة الست على اتفاقية الئمم المتحدة البطارية بشأن تغير المناخ واتفاق باريس خلال مؤتمر الئطراف COP21 في عام 2015. وقد شاركوا جميعاً بصورة فاعلة في خطة الأمم المتحدة للتنمية المستدامة لعام 2030، التي تشمل تحقيق أهداف محددة في مجال الطاقة المستدامة، والعمل المناخي، وحماية البيئة. وبالنسبة لدول مجلس التعاون الخليجي الملتزمة باعتماد مصادر الطاقة المتجددة، فهي تَعتبر السياسات المناخية الآن جزءاً رئيسياً من خططها الرامية لتحقيق التنمية المستدامة. ويتعامل مجلس التعاون الخليجي ككل مع سياسات المناخ عند المشاركة في المحافل الدولية. وتؤكد الإمارات من خلال استضافتها لمؤتمر الأطراف COP28 في ديسمبر 2023، على اهتمام المنطقة بالمناقشات المناخية العالمية. ولقد مر أكثر من عقد على استضافة قطر لمؤتمر النُطراف 2012) COP18)، وقد أظهرت الإمارات منذ ذلك الحين اهتمامها باتخاذ القرارات المتعلقة بالعمل المناخى العالمى. يقدم هذا الفصل لمحة عامة عن بيئة السياسات المناخية في دول مجلس التعاون الخليجي، ويبدأ باستعراض أهداف التخفيف والتكيف في دول مجلس

التعاون الخليجي (القسم 4.1)، ثم يركز على سياسات التخفيف والتكيف (القسمين 4.2. و4.3).

## 4.1 الأهداف المناخية

اعتباراً من نوفمبر 2023، قدمت جميع دول مجلس التعاون الخليجي إصدارات جديدة من مساهماتها المحددة وطنياً، مقدمةً أهدافاً أكثر طموحاً لخفض الدنبعاثات الكربونية، حيث قدمت دولة الإمارات العربية المتحدة في يوليو 2023 مساهمتها الثالثة المحددة وطنياً (الجدول 4.1). وباستثناء قطر، حددت دول مجلس التعاون الخليجي أهدافاً لتحقيق صافي الانبعاثات الصفرية بالإضافة إلى أهداف أكثر طموحاً لاعتماد الطاقة المتجددة (الفصل 3). وبينما أكدت حكومات المنطقة، مثلها في ذلك مثل حكومات الدول المنتجة الرئيسية الأخرى للوقود الأحفوري ، مراراً وتكراراً على استمرار دور النفط والغاز في مزيجها المستقبلي من الطاقة، فقد تكثف الدعم السياسي للدعوات الدولية إلى "التقليل التدريجي" للاعتماد على الوقود الأحفوري. ووصف معالي الدكتور سلطان أحمد الجابر، متحدثاً بصفته رئيساً لمؤتمر الأطراف COP28 في دولة الإمارات، هذه المرحلة بأنها "حتمية" و "ضرورية" في صيف عام 2023 (هارفي، 2023).

تُولي أهداف خفض الدنبعاثات اهتماماً أقل بانبعاثات غازات الدفيئة الأخرى، أي الميثان وأكسيد النيتروز، ويتم استهداف هذين الغازين في أهداف التخفيف من الدنبعاثات الكربونية (جنباً إلى جنب مع ثاني أكسيد الكربون)، أو " الغازات التي تستهدفها خطة التحكم في الكربون"، في المساهمات المحددة وطنياً الخاصة بكل منهما. ويعتبر غاز الميثان من غازات الدفيئة الرئيسية في المنطقة، ويمثل حوالي ربع انبعاثات غازات الدفيئة سنوياً في الإمارات (متتبع العمل المناخي، 2023). وقد أكدت الإمارات والسعودية على عضويتهما ومشاركتهما الفاعلة في مبادرة الميثان العالمية (أو التعهد) لخفض انبعاثات غاز الميثان العالمية بنسبة %30 مقارنة بمستويات عام 2020، في حين التزمت شركتا النفط الحكوميتان شركة بترول أبوظبي الوطنية (أدنوك) وشركة أرامكو بتحقيق أهدافهما الخاصة لخفض كثافة انبعاثات غاز الميثان من عملياتهما.

حددت أدنوك لنفسها هدفاً جديداً لخفض كثافة انبعاثات غاز الميثان من عملياتها - أي نسبة انبعاثات غاز الميثان إلى الغاز الطبيعي المنتج - إلى %0.15 بحلول عام 2025، ويمثل الهدف الجديد أدنى مستوى لكثافة الانبعاثات في الشرق الأوسط (أدنوك، 2022)، بينما أعلنت الشركة عن نسبة كثافة انبعاثات غاز الميثان الحالية بواقع %0.07. وفي الوقت نفسه، أعلنت أرامكو عن تقليل كثافة انبعاثات غاز الميثان إلى %0.05 من منشآتها ومعداتها التشغيلية (أرامكو، 2022). وتؤكد كل من الكويت وعمان وقطر على أهمية غاز الميثان في التخفيف من انبعاثات قطاعي النفط والغاز في خططها للتحكم في الكربون، ولكن دون تقديم أي أهداف أو بيانات كمية بهذا الخصوص. أما البحرين فلم يسبق أن اشارت إلى غاز الميثان على البطلاق.

وتقتصر الجهود المبذولة للتخفيف من انبعاثات غاز الميثان من مصادر أخرى (مثل مدافن النفايات) غالباً على الإمارات، حيث تسعى الاستراتيجيات على مستوى الدولة (دبي والشارقة ورأس الخيمة) إلى تنفيذ مشاريع التقاط غاز الميثان من مدافن النفايات، بالإضافة إلى مشاريع تحويل النفايات إلى طاقة، ومشاريع مدافن النفايات الهجينة التي تجمع بين الغاز والطاقة الشمسية والزراعة. وفي البحرين، يتم تركيب نظام جديد لالتقاط غاز الميثان في مدفن عسكر للمخلّفات (الذي يغطي حوالي %20 من مساحته الإجمالية) لتقليل انبعاثات غاز الميثان وثاني أكسيد الكربون في المدفن.

وتُعد دولة الإمارات الوحيدة في مجلس التعاون الخليجي التي تقدم أهدافاً قطاعية في آخر تحديث لمساهماتها المحددة وطنياً، بينما تشير دول أخرى بشكل رئيسي إلى القطاعات المستهدفة بعمليات خفض الانبعاثات. فعلى سبيل المثال، تستهدف عمان، في إطار مساهمتها الوطنية المحدثة، خفض الدنبعاثات من سيناريو الوضع الدعتيادي للأعمال الذي يشمل القطاعات الرئيسية فقط، بما في ذلك البتروكيماويات، والتعدين، والمعادن. وترتفع الدنبعاثات في جميع القطاعات في السلطنة كل عام مستهدف نظراً لارتفاع معدل النشاط الاقتصادي وتقديرات عدد السكان، ولكن الارتفاع سيكون أقل مما هو عليه في إطار سيناريوهات الوضع الاعتيادي للأعمال الخاصة بها.

وتستهدف كل من البحرين والكويت وقطر والسعودية كذلك خفض الدنبعاثات في قطاعاتها الرئيسية، مدركةً أن ظروفها ورؤاها الدستراتيجية وقدراتها الفردية قد تتباين، مما يؤدي في نهاية المطاف إلى اختلاف كبير في التخفيضات المخططة لقطاعاتها في المساهمات المستقبلية المحددة وطنياً/اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، أو المسارات التي تحددها حكوماتها لتخفيف الدنبعاثات.

الجدول 4.1 سياسات وأهداف التغير المناخي في دول مجلس التعاون الخليجي منذ اتفاق باريس.

🗖 الإمارات	السعودية	🗖 قطر	ե عُمان	🗖 الكويت	📘 البحرين	المؤشر
نعم، التحديث الثالث للمساهمة الثانية المحددة وطنياً	نعم، التحديث الأول للمساهمة الأولى المحددة وطنياً	نعم، التحديث الأول للمساهمة الأولى المحددة وطنياً	نعم، المساهمة الثانية المحددة وطنياً	نعم، التحديث الأول للمساهمة الأولى المحددة وطنياً	نعم، التحديث الأول للمساهمة الأولى المحددة وطنياً	تحديث المساهمة المحددة وطنياً
يوليو 2023	أكتوبر 2021	أغسطس 2021	يوليو 2021	أكتوبر 2021	أكتوبر 2021	تاريخ التحديث
تخفيض مطلق بنسبة %19 بحلول عام 2030 مع اعتبار عام 2019 سنة الأساس	إزالة انبعاثات غازات الدفيئة بمقدار 278 مكلون طن من مكافئ غاز ثاني أكسيد الكربون سنوياً بحلول عام عام 2019 سنة الأساس	انخفاض انبعاثات غازات 25% في 2030 نسبةً إلى سيناريو الوضع الاعتيادي للأعمال (2019)	انخفاض إجمالي انبعاثات غازات 7% في 2030 نسبة إلى سيناريو الوضع الاعتيادي للأعمال (2019)	7.4% بحلول عام 2035 نسبةً إلى سيناريو الوضع الاعتيادي للأعمال (2015)	30% بحلول عام 2035 مقارنةً بسيناريو الوضع الاعتيادي للأعمال (2015)	خفض الدنبعاثات
2050	2060	×	2050	2060	2060	الحياد المناخي
نعم	نعم، قيد التطوير	×	نعم، قيد التطوير	×	×	الاستراتيجية الوطنية للهيدروجين
44% من القدرة المركبة للطاقة بحلول عام 2050	50% من الكهرباء المولدة من مصادر الطاقة المتجددة بحلول عام 2030، كجزء من «مبادرة السعودية الخضراء»	إضافة 4-2 جيجاواط من مصادر الطاقة المتجددة بحلول عام 2030	20% من الكهرباء المولدة من مصادر الطاقة المتجددة بحلول عام 2030	15% من إنتاج الطاقة بحلول عام 2030	20% من مزيج الطاقة بحلول عام 2035	أهداف الطاقة المتجددة

تسعى دولة الإمارات إلى خفض الدنبعاثات في شبكتها الكهربائية وقطاع المباني بنسبة تزيد عن 50% لكليهما، تليهما قطاعات الزراعة والصناعة والنظرة (انظر الجدول 4.2). ويستهدف قطاع الطاقة تحقيق انخفاض كبير في الدنبعاثات نتيجة السهولة النسبية التي يمكن من خلالها دمج مصادر الطاقة النظيفة (مثل مصادر الطاقة المتجددة والطاقة النووية) في توليد الطاقة. وفي مجال تحلية المياه، تتضح أهمية خفض الدنبعاثات من خلال ما تنتجه من مكاسب نظراً للكفاءة العالية في توليد الطاقة والدنتقال من تحلية المياه الحرارية إلى تحلية المياه بتقنية التناضح العكسي. علاوةً على ذلك، فإن الزيادة الهائلة في إنتاج الطاقة النظيفة بحلول عام 2030) تتوافق مع إنتاج الطاقة النظيفة بحلول عام 2030) تتوافق مع الخفاض انبعاثات الشبكة بنسبة %51 عن مستويات عام 2019، فضلاً عن تلبيتها للزيادة المضاعفة المتوقعة في إجمالي الطلب على الطاقة التي توفرها الشبكة في الدولة خلال الفترة نفسها. كما ستعمل إزالة الكربون من قطاع الطاقة على تحقيق هدف خفض الدنبعاثات في قطاع المباني، بالإضافة إلى زيادة كفاءة إنتاج الطاقة في إطار تقليل الطلب عليها، وتحقيق صافي انبعاثات صفري في قطاع البناء والتشييد.

يُقدّر انخفاض الدنبعاثات في القطاع الصناعي بنحو 5% مقارنةً بمستوى سنة الئساس 2019. وكنظرةٍ أوّليّة، تبدو هذه الدنخفاضات بسيطة، إلّا أنها تشكّل جزءاً مهماً من الهدف الدستراتيجي لدولة الإمارات المتمثل في مضاعفة الإنتاج الصناعي بحلول عام 2031. وبعبارةٍ أخرى، تخطط الإمارات لخفض كثافة الدنبعاثات الناتجة عن الصناعات إلى أكثر من النصف. للاطّلاع على شرح مواءمة إنتاج الوقود الأحفوري مع أهداف الحد من الدنبعاثات، انظر الإطار 5.1.

وفي قطاع النقل، تتوقع الدولة خفض الدنبعاثات بنسبة 1% بحلول عام 2030. وتساهم المهل الزمنية الطويلة لمشاريع النقل العام والنقل بالوسائل الكهربائية في تحقيق نسبة خفض أكبر، حيث إنّ الدنخفاض بنسبة 1% في عام 2030، مقارنةً بعام 2019، سيمثّل انخفاضاً كبيراً في الدنبعاثات الكربونية لكل كيلومتر مقطوع، يقدر بنسبة 20% لكل كيلومتر مقطوع، و40% لشحن طن واحد لمسافة 1 كيلومتر.

واتخذت دولة الإمارات حزمة قرارات طويلة الأمد - فعلى سبيل المثال، تم إنشاء شبكة سكك حديدية وطنية (شركة الاتحاد للقطارات، تأسست في يونيو 2009) للحد من حركة المرور على الطرق وخفض الانبعاثات الكربونية. ولكن قطاع السكك الحديدية لم يحقق بعد الحياد الكربوني، ذلك أنّ الآليات المستخدمة في هذا المجال تعمل عن طريق محركات الديزل الكهربائية (الاتحاد للقطارات، 2023).

الجدول 4.2 الانبعاثات القطاعية في دولة الإمارات حسب السنوات المستهدفة وفقاً لخطة خفض الانبعاثات.

الزراعة	المباني	النفايات	النقل	الصناعة	مُعامل انبعاث شبكات الطاقة	
6.0 مليون طن من مكافئ غاز ثاني أكسيد الكربون	62.0 مليون طن من مكافئ غاز ثاني أكسيد الكربون	13.0 مليون طن من مكافئ غاز ثاني أكسيد الكربون	42.0 مليون طن من مكافئ غاز ثاني أكسيد الكربون	103.0 مليون طن من مكافئ غاز ثاني أكسيد الكربون	0.55 طن من مكافئ غاز ثاني أكسيد الكربون لكل ميجاواط في الساعة	سنة الأساس المُحسِّنة 2019
4.0 مليون طن من مكافئ غاز ثاني أكسيد الكربون	27.0 مليون طن من مكافئ غاز ثاني أكسيد الكربون	14.0 مليون طن من مكافئ غاز ثاني أكسيد الكربون	42.0 مليون طن من مكافئ غاز ثاني أكسيد الكربون	98.0 مليون طن من مكافئ غاز ثاني أكسيد الكربون	0.27 طن من مكافئ غاز ثاني أكسيد الكربون لكل ميجاواط في الساعة	السنة المستهدفة 2030

المصدر: وزارة التغير المناخي والبيئة في دولة الإمارات، 2023.

#### 4.2 سياسات التخفيف

تعمل العديد من أدوات السياسة العامة في دول مجلس التعاون الخليجي على دعم الأهداف المناخية. ونظراً لما قامت به دول المجلس الست مؤخراً بشأن التعريف بأهدافها المتعلقة بخفض الدنبعاثات، فإن النقاش يتمحور حالياً حول السياسات الأكثر ملاءمة لأهداف المناخ والتنمية لكل دولة؛ حيث تشير بعض المساهمات المحددة وطنياً إلى التوجه المحتمل لدول المنطقة فيما يتعلق بسياسة المناخ، كما يستكشف هذا القسم الخيارات السياسية المرجحة في المنطقة بشأن خفض الدنبعاثات وآلية التنفيذ المتبعة لأجل ذلك.

#### الأدوات التنظيمية

يتطلب الحد من الدنبعاثات توفر أدوات تنظيمية تشمل تفويضات أكثر صرامة بشأن كفاءة استخدام الطاقة ومعايير الأداء الأخضر وبيئة الاستثمار في الطاقة المتجددة (الفصل 3). وغالباً تكون هذه الأدوات المُطبّقة في مختلف القطاعات الاقتصادية خطوةً إلزامية أولى بالنسبة للمستخدمين النهائيين و/ أو تجار التجزئة. وفي حال اقترنت هذه السياسات بحوافز مالية مثل المساعدات الأولية لدعم الاستثمارات، أو أرصدة الانبعاثات التي تم تجنبها أو خفضها، فإنها قد تدعم الانتقال التدريجي بعيداً عن التقنيات الأقل كفاءة. كما يمكن للحكومات دعم أسعار المنتجات والتقنيات الأكثر كفاءة وتعزيز الوضوح بشأن هذه التقنيات واستخداماتها.

من بين الأمثلة على التنظيم في دول مجلس التعاون الخليجي برنامج تحفيز تعرفة الطاقة المخصص للشركات الصناعية في أبوظبي، الذي يقدم معدل تعرفة تفضيلية على مستوى المرافق للشركات التي تحصل على تقييمات ممتازة في معايير الكفاءة والإنتاج الاقتصادي؛ مثل التأثير الاقتصادي العام لنشاط الشركة، وتحسين الخدمات اللوجستية حسب هذا النشاط، وتحسين مستويات كثافة الطاقة وإدارتها بشكل أكثر كفاءة. وتضمن النتائج العالية للأداء تعريفات أقل للشركات المعترف بها وفق ما سبق، فضلاً عن تعزيز الأرباح لهذه الشركات.

من جهةٍ أُخرى، تواجه هذه الشركات تهديداتٍ تطال أثرها "الأخضر"، ويُعزى ذلك إلى اعتمادها الوقود الأحفوري كمصدرٍ رئيسي للكهرباء والمواد الأولية التي تستخدمها. ولكن بالدقتران مع الدعم المباشر/الثابت للاستثمار في التكنولوجيا الخضراء من قبل منتجي المواد الأولية للطاقة/ الكهرباء، يمكن إنشاء حلقة "الربح الأخضر" حيث يوفر المُنتِج المواد الأولية/ الكهرباء الخضراء إلى الشركة المُصنِّعة، التي تضمن بدورها معدلات تعرفة أفضل لإدارة الطاقة بكفاءة وتعزيز الأرباح.



## الإطار 4.1 تعديل أسعار منتجات الطاقة في منطقة دول مجلس التعاون الخليجي

تخضع أسعار منتجات الطاقة الخاصة بالمستخدمين المحليين لأعلى درجات الرقابة والتنظيم في جميع دول مجلس التعاون الخليجي، ويرجع ذلك للفترة التي كانت فيها شركات الطاقة والمرافق العامة تنضوي تحت لواء القطاع الحكومي. ونتيجة لذلك، استفاد المستخدمون المحليون، سواء كانوا عائلاتٍ أو شركاتٍ أو قطاعات، من ثروة الوقود الأحفوري في المنطقة، حيث يتوفّر بسعر تكلفة الإنتاج أو أقل، ويتضمن ذلك الكهرباء. وقدّرت وكالة الطاقة الدولية إجمالي قيمة دعم الوقود الأحفوري في دول مجلس التعاون الخليجي في عام 2021 بمبلغ 76 مليار دولار، تم تخصيص حوالي 48 مليار دولار منها لدعم قطاع النفط والغاز الأحفوري، وتم إنفاق 28 مليار دولار أخرى على دعم الكهرباء (الوكالة الدولية للطاقة، 2022ب). ورغم إجراء تعديلات في الأسعار على نحوٍ موسّع، لا تزال السعودية والإمارات في مقدمة الدول الداعمة للوقود الأحفوري في العالم منذ عام 2021، وذلك وفقاً لتقديرات الوكالة الدولية للطاقة (الوكالة الدولية للطاقة، 2022).

يؤدي هذا الدعم إلى إحداث تأثيرٍ كبير على اقتصادات دول مجلس التعاون الخليجي ومزيج الطاقة المحلي لديها، ويتجاوز هذا التأثير القيمة المالية المطلقة (من خلال التحويلات الفعلية للأموال) ليشمل تكلفة الفرصة البديلة المترتبة على بيع النفط والغاز الأحفوري محلياً بخصم كبير من سعرهما الدولي. وتعتبر الأسعار ضرورية في تحديد طريقة استهلاك الطاقة، والحوافز للحصول على منتجات وتقنيات أكثر كفاءة في استخدام الطاقة واستهلاك الوقود (كوادي وباري وشانغ، 2018؛ المعهد الدولي للتنمية المستدامة، 2017؛ صندوق النقد الدولي، 2015؛ كرين وهونج، الطاقة واستهلاك الوقود (كوادي وباري وشانغ، 2018؛ المعهد الدولي للتنمية المستدامة، 2018؛ صندوق النقد الدولي، قتبات اقتصادية أمام اعتماد الطاقة المتجددة في دول مجلس التعاون الخليجي، وسط توافر كهرباء الشبكة بأسعارٍ مدعومة بالنسبة إلى العديد من شركات المشاريع السكنية والتجارية (بورسما وغريفيث، 2016؛ فتوح والقطيري، 2012؛ المعهد الدولي للتنمية المستدامة، 2017؛ صندوق النقد الدولي، 2015؛ كرين وهونج، 2016)؛ حيث تستفيد هذه الشركات من كهرباء الشبكة، والحلول الخاصة بالطاقة الشمسية اللامركزية. ورغم تمتع الأخيرة بمزايا تقنية مهمة إلا أنها لم تحقق نجاحاً قوياً في دول مجلس التعاون الخليجي.

وقد أدّى تعديل أسعار الطاقة وخدمات المرافق في جميع دول مجلس التعاون الخليجي إلى دعم الحالة الاقتصادية للطاقة المتجددة طوال العقد الماضي، بالتوازي مع انخفاض تكاليف التقنيات المستخدمة في الطاقة المتجددة مثل طاقة الرياح والطاقة الشمسية (انظر الفصل الثالث لمزيدٍ من التفاصيل). ولتشجيع حلول الطاقة المتجددة، قامت السعودية وعُمان برفع أسعار الوقود الأحفوري والكهرباء عدة مراتٍ منذ عام 2015، مع مراعاة التنظيم والرقابة على هذه الأسعار من قبل الحكومة (أمان وآخرون، 2021؛ بورسما وغريفيث، 2016؛ درنداري وميكايلوف والعطاوي،

2021؛ مورنهاوت، 2018). وفي عام 2015، عدلت الإمارات، التي كانت قد فرضت على خدمات الطاقة أسعاراً أعلى من الدول المجاورة، أسعار الكهرباء، مستثنيةً بذلك مواطنيها فقط من ارتفاع فواتير الخدمات المنزلية. وفي العام نفسه، انتهجت الدولة سياسة تحرير أسعار وقود النقل، مع اعتماد آلية للتسعير وفقاً للأسعار العالمية، حيث ستخضع هذه الأسعار للمراجعة الشهرية اعتماداً على متوسط الأسعار العالمية (حكومة الإمارات العربية المتحدة، 2022ب).



أ. تستند وكالة الطاقة الدولية في احتساب دعم الوقود الأحفوري إلى طريقة الفجوة السعرية. ويمكن قراءة المزيد عن هذا الأمر في الوكالة الدولية للطاقة (2023)أ. ووفقاً لـ الحميزية وموزنهاوت (2022). فإنّ دول مجلس التعاون الخليجي تبيع الوقود محلياً بأسعار تفوق تكاليف البنتاج، ولكنها أقل من الأسعار الوسطية الإقليمية والعالمية. ورغم أن هذه الممارسة تؤدي إلى ارتفاع تكاليف الفرصة البديلة، إلا أنها لد تتماشى حالياً مع تعريف الدعم المرتكز على التجارة الذي وضعته منظمة التجارة العالمية.

#### الحوافز المالية للتكنولوجيا الخضراء

يمكن تقديم حوافز مالية داعمة للتكنولوجيا الخضراء، بالإضافة إلى الأدوات المالية وحوافز السوق الأخرى، حيث أصبحت مثل هذه البرامج محدودة في دول مجلس التعاون الخليجي بالنسبة للوقت الحالي، بعد أن حظيت باهتمام كبير خلال السنوات الخمس الأخيرة. وتُعتبر عمليات التعديل المستمرة في أسعار الطاقة والماء والكهرباء من الأساليب غير المباشرة التي تعزز دعم تقنيات كفاءة الطاقة وتحفز خفض الانبعاثات في دول مجلس التعاون الخليجي؛ فبعد التنظيم الكبير الذي خضعت له أسعار الطاقة وانخفاض تكلفتها بالنسبة للتكلفة السوقية، أصبح من الأفضل بالنسبة للأفراد والشركات حالياً الاستثمار في التقنيات المجدية مالياً والأكثر كفاءة في المنطقة. أمّا بالنسبة إلى أسعار الطاقة والمياه التي يتم توليدها من خلال تحلية المياه، وهي عملية تستهلك طاقة، فتُعد مدعومة بشكلٍ كبير عبر دول مجلس التعاون الخليجي، رغم اختلاف حجم الدعم على المستوى الإقليمي. علاوة على ذلك، عمكن للتعديل المستمر والتدريجي في أسعار الطاقة (الإطار 4.1) أن يحفّز خفض الانبعاثات في المنطقة، دون أن يترتب على ذلك تكاليف إضافية تتكبدها الحكومات. كما يمكن توظيف العائدات في دعم مجموعات مختارة من المستخدمين في التكيف مع الطاقة المتجددة، على سبيل المثال، توجيههم نحو الدستثمار في تكنولوجيا الحد من الانبعاثات.

## دعم تكنولوجيا البحث والتطوير

من المرجح أن تلعب التكنولوجيا دوراً محورياً في السياسة المستقبلية للانبعاثات في منطقة دول مجلس التعاون الخليجي، عطفاً على الدور الحاسم الذي تضطلع به كفاءة الطاقة والتقنيات المختلفة في عملية تحوّل الطاقة. وتحظى تقنيات تحوّل الطاقة بقبولٍ سياسيٍّ لدفت في المنطقة نتيجة قدرتها على دفع عجلة النمو الصناعي القائم على المعرفة، و توفير فرص العمل، وإيجاد حلول مفيدة تخدم أهداف التنمية الاجتماعية والاقتصادية ومواجهة التغير المناخى.

منذ عدة سنوات، عكفت عدة دول في مجلس التعاون الخليجي على تنظيم وتنسيق الدعم السياسي المباشر للحلول التكنولوجية الرامية إلى التكيّف مع التغير المناخي الحاصل والتخفيف من آثاره. وخير مثال على ذلك المبادرة المشتركة بين "مصدر" و"بي بي" (المعروفة في الإمارات باسم "كاتاليست")، وهي مبادرة تهدف إلى تسريع وتفعيل عمل الشركات الناشئة في مجال التكنولوجيا مع التركيز على الاستدامة والتكنولوجيا النظيفة. وتوفر المبادرة مزايا التكاليف الثابتة (من خلال تمويل التكنولوجيا الخضراء)، وإتاحة الوصول إلى الأراضي والمستودعات في المنطقة الحرة لـ"مدينة مصدر" وخدمات البحث والتطوير في "مصدر" بأسعارٍ تفضيلية، بالإضافة إلى مزايا ميسرة مثل العمليات التدريبية لتعزيز الاستثمار في التقنيات المبتكرة وحلول التخفيف التي تساهم بشكل مباشر في تحقيق أهداف التنمية المستدامة. ويُعد صندوق محمد بن راشد للابتكار داعماً رئيسياً لاستراتيجية الإمارات للابتكار؛ حيث يقدم خدمات برنامج الضمانات الذي يهدف إلى تسهيل عمليات حصول المبتكرين على التمويل بتكلفة منخفضة وبفترات سداد مرنة، بغية تشجيع التكنولوجيا النظيفة وحلول الاستدامة الرامية إلى خفض الانبعاثات في القطاعات الرئيسية.

من جهةٍ أُخرى، يدعم صندوق دعم الدبتكار التابع لجامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية في السعودية شركات التكنولوجيا العالمية رفيعة المستوى الراغبة في ترسيخ حضورها في المملكة؛ ويشمل هذا الدعم بشكل أساسي الوصول إلى المرافق والأنشطة البحثية في جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية. ويستثمر صندوق الدستدامة التابع لشركة أرامكو السعودية، البالغة قيمته 1.5 مليار دولار، وصندوق واعد فنتشرز التابع لشركة أرامكو السعودية، والبالغة قيمته 500 مليون دولار، في الشركات السعودية الناشئة القائمة على التكنولوجيا والهيئات السعودية الأخرى العاملة في مجال البحث والتطوير؛ مثل مدينة الملك عبدالله للطاقة الذرية والمتجددة، ومركز الملك عبدالله للدراسات والبحوث البترولية، ومدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية.

وتمتلك قطر كوبون ابتكار مقدم من مؤسسة قطر ومجلس قطر للبحوث والتطوير والدبتكار بقيمة تصل إلى 100 ألف دولدر، على أن ينحصر هذا الدعم المالي في تمويل مقدّمي التكنولوجيا من الشركات غير الحكومية. وفي الوقت نفسه، تخطط عُمان لإطلاق صندوق عُمان المستقبل بقيمة 5.2 مليار دولار لتقليل اعتمادها على النفط والغاز ودعم النمو الدقتصادي المستدام بما يدعم أهداف رؤية عُمان 2040. ويهدف الصندوق، الذي كان من المقرر إطلاقه في عام 2023، إلى توفير التمويل للتقنيات المبتكرة والحلول المستدامة التي كانت، لغاية اللحظة، تندرج ضمن اختصاص الصندوق العماني للتكنولوجيا (صحيفة عُمان ديلي أوبزرفر، 2023).

## أسواق وتسعير الكربون

حظيت الحلول القائمة على متطلبات السوق باهتمام ملحوظ من قبل صنّاع السياسات في دول مجلس التعاون الخليجي، ويرجع ذلك إلى أن هذه الحلول توفر لمنتجي الوقود الأحفوري وسيلة لتقليل الدنبعاثات عن طريق "إزالتها"، وتعزّز مبدأ "التقليل وإعادة الدستخدام والتدوير". ومن بين الحلول الأخرى التي توفر لمنتجي الوقود الأحفوري وسيلة لتقليل الدنبعاثات عن طريق أبوظبي العالمي في عام 2022 شراكة مع "AirCarbon Exchange (ACX)" لإنشاء أول بورصة طوعية ومنظمة بالكامل في العالم لتداول أرصدة الكربون مع غرفة مقاصة خاصة به. (سوق أبوظبي العالمي، 2022) ولا يوجد أي تحديثات جديدة عن هذا المشروع منذ تاريخ الإعلان عنه. كما أعلن صندوق الدستثمارات العامة السعودي والسوق المالية السعودية (تداول) في عام 2021 عن مبادرة مشتركة لتطوير سوق طوعية لتداول أرصدة الكربون في الرياض بحلول عام 2023، (وكالة "رويترز"، 2021د)، وتأسيس شركة "سوق الكربون الطوعي البقليمية" في عام 2021 (وكالة "رويترز"، 2022) (وكالة "رويترز"، 2022).

كما حظي تسعير وأسواق الكربون الإلزامية باهتمام أقل مقارنةً بأسواق الكربون الطوعية، ويُعزى ذلك إلى السياسات والمتطلبات الإلزامية التي تَفرض على المنظمات المشاركة ضرورة تلبية بعض أهداف الوطنية للحد من الكربون، ويتطلب تحقيقها وجود (1) إطار تنظيمي وسياسات صحيحة، و(2) آليات شفافية تضمن امتثال المنظمات لهذه الأهداف.

تسعى الإمارات لتصميم حزمة سياسات بشأن تقنية التقاط الكربون واستخدامه وتخزينه، التي تتضمن خططاً تهدف إلى تعويض الفرق بين سعر الكربون والتكاليف الفعلية لخفض الدنبعاثات (وزارة التغير المناخي والبيئة في الإمارات، 2023)؛ ولا تزال هذه الخطط طور التفكير وتسعى الإمارات لاستكشاف خيارات مختلفة، كما تدرس طرح تدابير أخرى للحد من الكربون مثل فرض الضرائب على الكربون أو نظام "الحد الأقصى والتداول" ويجب أن تكون هذ التدابير مصممة بعناية لكي تعمل بفعالية في المنطقة. ولقد بدأت دائرة الطاقة في أبوظبي والمنظمة العالمية للاقتصاد الأخضر/مركز دبي المتميز لضبط الكربون (DCCE) بإصدار الشهادات الدولية للطاقة المتجددة (i-RECs) في عام 2017، وهي شهادات معيارية تُسهّل تتبع شهادات الكربون بشفافية على الرغم من أن معظمها يعتمد على الطاقة النووية حتى الآن. وتقيم شركة مياه وكهرباء الإمارات في أبوظبي مزادات منتظمة لشهادات الطاقة النظيفة (الصادرة عن دائرة الطاقة في أبوظبي والمعتمدة وفق معايير الشهادات الدولية للطاقة المتجددة)، حيث تم إجراء آخر مزاد في سبتمبر 2023، (المنظمة الدولية لمعيار شهادات الطاقة المتجددة).

الجدول 4.3 التحولات الاستراتيجية في شركات النفط الوطنية وصناديق الاستثمار في دول مجلس التعاون الخليجي

الد	الاستراتيجيات	
<b>شركات النفط</b> دم <b>الوطنية</b>	دمج التقنيات	دمج العمليات التشغيلية لقطاعي النفط والغاز مع التقنيات الصديقة للبيئة بهدف خفض التكاليف، وتعزيز الموارد، واستكشاف آفاق تجارية جديدة (مثل استخدام تقنية التقاط الكربون واستخدامه وتخزينه لتحسين عمليات الدستخلاص المعزز للنفط). ويشمل ذلك دمج مصادر الطاقة المتجددة ضمن الأعمال الرئيسية كعمليات الدستخلاص المعزز للنفط، وإنتاج الوقود التركيبي، وتقنية الدلتقاط المباشر لثاني أكسيد الكربون، والترويج لدستخدام المركبات الكهربائية.
لدإ	إعادة الهيكلة التجارية	اعتماد استراتيجية مزدوجة من خلال تحويل العمليات التقليدية لتكون صديقة للبيئة عبر تقليل انبعاثات الكربون مع التركيز في الوقت نفسه على الدور المحوري لمصادر الطاقة الناشئة مثل الهيدروجين.
التر	التركيز على عمليات التصنيع	دمج المصافي المحلية والدولية مع مصانع البتروكيماويات لضمان تأمين منافذ للمنتجات المستقبلية، و توفير أسواق جديدة للنفط والغاز حسب المناطق الجغرافية (مثل آسيا) والقطاع (مثل قطاع التصنيع).
التد	التدويل	التوسع عالمياً من خلال تكوين مشاريع مشتركة مع مصافي التكرير ومصانع البتروكيماويات ومحطات التخزين، بالبضافة إلى التركيز على عمليات التصنيع.
<b>صناديق</b> الدستثمار	التخلص	إدارة ممارسات التخلص من الأصول الهيدروكربونية.
السيا الطاق	السياسات المدعومة من الدولة لتنويع مصادر الطاقة	الدستثمار في تكنولوجيا الطاقة النظيفة ومصادر الطاقة منخفضة الكربون، محلياً و/أو دولياً من خلال صناديق الثروة السيادية.

## المساءلة وتحولات نموذج الأعمال في قطاع الوقود الأحفوري

ينبع الدهتمام المتزايد بالمساءلة والشفافية في دول مجلس التعاون الخليجي من التزام المنطقة بالمبادرات العالمية للمناخ والدستدامة، مثل اتفاق باريس وأجندة 2030، التي تعدُّ دول الخليج طرفاً فيها. كما تخضع دول مجلس التعاون الخليجي للمراقبة من المجتمع الدولي (عن طريق المشرفين على إجراءات تغير المناخ)، وقد دفع هذا التدقيق منتجي الطاقة في المنطقة إلى تغيير استراتيجياتهم ونماذج أعمالهم. (الجدول 4.3). وقد ظهرت أدوات لتتبّع مدى تحقيق المؤسسات أو الشركات للأهداف المناخية، مثل مبادرة مؤشر "العمل المناخي 100+" لتحقيق الحياد المناخي. ومع انتشار أساليب التتبع، بدأت شركات النفط والغاز في دول مجلس التعاون الخليجي بتقديم كشوفات طوعية تفصح فيها عن معدل انبعاثاتها الكربونية، واستراتيجياتها المتخذة للتخفيف من الدنبعاثات والتقدم المحرز في هذا المسار عبر مختلف المجالات، ومدى تحقيق الحياد المناخي في استراتيجية عملها. وتمثّلت العوامل الأخرى التي ساهمت في زيادة الكشف عن الأداء البيئي في إدراج أرامكو السعودية والكثير من الشركات التابعة لمجموعة "أدنوك" في الأسواق المالية منذ عام 2019 على الرغم من اقتصار الإدراج على البورصات المحلية، وبيع الحصص في البنية التحتية الرئيسية مثل خطوط أنابيب الغاز، والحصول على التمويل من خلال السندات العالمية، والترويج لشحنات الغاز الطبيعي المسال "المحايدة للكربون" (بلومبرج، 2021).

وفي حين لا تؤثر زيادة تطبيق مبدأ الشفافية بشكل مباشر على العمل المناخي، إلا أنها تدفع شركات النفط والغاز في دول مجلس التعاون الخليجي، التي تعدُّ من بين أكبر الشركات في العالم، إلى معالجة التأثيرات البيئية والدنبعاثات ضمن استراتيجية الشركة الداخلية. وقد نفذت الشركات الست المملوكة للدولة - شركة نفط البحرين (بابكو)، ومؤسسة البترول الكويتية، وشركة تنمية نفط عمان، وقطر للطاقة، وأرامكو السعودية، وأدنوك - مؤخراً تدابير أو استراتيجيات تتماشى مع التغيرات الحاصلة في سوق المنتجات الهيدروكربونية، وذلك بهدف تحصين شركات النفط والغاز في مواجهة الإجراءات الدولية المكثفة بشأن المناخ مستقبلاً. وتتضمن هذه الخطط إدخال التقنيات الصديقة للبيئة مثل تقنية التقاط الكربون واستخدامه وتخزينه لتحسين عمليات الدستخلاص المعزز للنفط، وإعادة الهيكلة التجارية، والترويج للاعتماد على مصادر الكهرباء النظيفة في العمليات التشغيلية، والتوسع في فرص الأعمال على الصعيد الدولي. كما نفّذت صناديق الثروة السيادية وصناديق الاستثمار الأخرى في المنطقة مزيداً من عمليات التخلص من الأصول الهيدروكربونية والاستثمار في تكنولوجيا الطاقة النظيفة على الصعيدين الداخلي والخارجي.



نفّذت شركة نفط البحرين "بابكو"، وإلى حدٍ ما شركتي قطر للطاقة وأرامكو السعودية، استراتيجيات من شأنها أن تحدّ من حرق الغاز في حقول النفط عن طريق التقاط الميثان. وتعزز هذه الدستراتيجيات توليد الطاقة وكفاءتها- وإن لم يكن الأمر كذلك بالنسبة للغاز الطبيعي مقارنة بالنفط الخام/ الديزل كما هو الحال في السعودية- كما تزيد من قدرة مصادر الطاقة المتجددة. وقد التزمت شركة قطر للطاقة مؤخراً بهدف متوسط المدى يتمثل بتوليد 5 جيجاواط من الطاقة الشمسية بحلول عام 2035، وهو الهدف الذي سيساعد في تأمين استراتيجية الاستدامة الخاصة بها. وفي سبيل تحقيق هدفها، استحوذت قطر للطاقة على حصة قدرها %49 في شركة سراج للطاقة، التي تمتلك وتدير 800 ميجاواط يتم توليدها عن طريق مشروع الخرسعة للطاقة الشمسية الكهروضوئية، وهو أول وأكبر مشروع مستقل لإنتاج الطاقة الكهروضوئية في قطر. وتخطط شركة أرامكو للاستثمار في مشاريع للطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح بقدرة 12 جيجاواط، وتقليل كثافة الكربون في عمليات التنقيب والإنتاج بنسبة %15 بحلول عام 2035. وتسعى بعض الدول إلى دمج مصادر الطاقة المتجددة مع ممارسات الاستخلاص المعزز للنفط، كما هو الحال في مشروع "مرآة" للطاقة الشمسية التابع لشركة تنمية نفط عمادر الطاقة المتجددة مع ممارسات الاستخلاص المعزز للنفط، وتحرز تقنيات التقاط الهواء المباشر، والطاقة الحيوية، والتقاط الكربون وتقدماً ملحوظاً، رغم أنها لا تزال في مرحلة البحث والتطوير، ولا سيما في الإمارات والسعودية.

كما شرعت أرامكو (وتنمية نفط عُمان وأدنوك) في استراتيجية مزدوجة ترمي إلى إزالة الكربون من العمليات التقليدية وترسيخ مكانة ريادية في مصادر الطاقة المتجددة، ويتجلى ذلك في الاستراتيجيات التي طورتها لدلتقاط الهيدروجين والكربون. وأطلقت أدنوك عام 2021 مشروعاً للكهرباء في الإمارات بقيمة 3.6 مليار دولار يتماشى مع خطة الإمارات الطموحة لتحقيق الحياد المناخي بحلول عام 2050 (إيفانز، 2021)، ويهدف المشروع إلى مضاعفة الجهود الرامية إلى إزالة الكربون من كامل سلسلة القيمة الخاصة بالدولة. وتعكس حصة أدنوك في أعمال الهيدروجين الأخضر التابعة لشركة "مصدر"، وشركتي "مبادلة" و"طاقة"، سعيها المستمر لتطوير طاقة منخفضة الكربون (جنانا، 2022أ).

دخلت كل من أدنوك وأرامكو، وكذلك شركة نفط الكويت - التي دخلت عن طريق شركة فرعية تعمل في مجال التنقيب والإنتاج وبعض المشاريع في مجال الصناعات التحويلية - في مشاريع مشتركة كبيرة وشراكات مع مصافي التكرير وشركات البتروكيماويات في آسيا بهدف توسيع تواجدها الدولي وتأمين أسواق مستقبلية لأعمالهم الهيدروكربونية. وتولي هذه الشركات اهتماماً كبيراً لعمليات التكرير والبتروكيماويات المحلية. وتعمل أدنوك على إنتاج النفط الخام الصناعي والوقود التركيبي مستقبلاً من قاعدة التكرير الحالية لديها للاستفادة من قدراتها المتنامية في إنتاج الهيدروجين، في ضوء التوقعات بارتفاع الطلب على الوقود منخفض الكربون مستقبلاً لخدمة متطلبات قطاع الطيران والنقل البري. وتمتلك قطر للطاقة مصالح استثمارية في مجالات متنوعة على الصعيد الدولي لكنها تركّز استثماراتها الدولية الاستراتيجية في مجال الغاز الطبيعي المسال، حيث تمتلك الشركة العديد من الحصص في محطات استقبال الغاز الطبيعي المسال.

وتستثمر صناديق الثروة السيادية لدولة الإمارات في العديد من المشاريع الجديدة منخفضة الكربون مثل التقاط الكربون وتخزينه، والطاقة النووية، وتحلية المياه المتجددة، والهيدروجين، وذلك من خلال أذرع استثمارية مثل "مبادلة" وفرعها "مصدر"، و"القابضة (ADQ)". ولقد حققت الإمارات تقدماً ملحوظاً في مجال تطوير بطاريات الطاقة الشمسية منخفضة التكلفة من خلال شركة "مصدر" وأنشأت مركزاً إقليمياً لحلول تخزين الطاقة الكهربائية. وقامت الأذرع الاستثمارية الدولية لصناديق الثروة السيادية هذه بإعادة هيكلة شركات الطاقة والمرافق الوطنية، مثل شركة مياه وكهرباء الإمارات وشركة "طاقة"، لتكون أكثر توجهاً نحو العمل المناخي. كما حذا صندوق الاستثمارات العامة السعودي وهيئة الاستثمار القطرية حذو صناديق الاستثمار السيادية في الإمارات، ولكن بدرجة أقل حتى التن. ويمتلك صندوق الاستثمارات العامة السعودي حصة %50 في شركة تطوير المرافق الإقليمية الرائدة "أكوا باور". وشاركت صناديق الثروة السيادية مي المنطقة في مبادرات دولية عديدة، على سبيل المثال تضمن الأعضاء الستة المؤسسين لمبادرة صناديق الثروة السيادية "الكوكب الواحد" أربعة أعضاء من دول مجلس التعاون الخليجي؛ وهم جهاز أبوظبي للاستثمار، وهيئة الاستثمار الكويتية، وصندوق الاستثمارات العامة السعودي، وهيئة الاستثمار القطرية (مبادرة صناديق الثروة السيادية "الكوكب الواحد" أربعة أعضاء من دول مجلس التعاون الخليجي؛ وهم جهاز أبوظبي للاستثمار، وهيئة الاستثمار القطرية (مبادرة صناديق الثروة السيادية "الكوكب الواحد" أربعة أعضاء من دول مجلس الديق الثروة السيادية "الكوكب الواحد" أربعة أعضاء من دول مجلس التعاون الخليجي؛ وهم جهاز أبوظبي للاستثمار، وهيئة الاستثمار القطرية (مبادرة صناديق الثروة السيادية "الكوكب الواحد" (2003).

<sup>16</sup> استناداً إلى تقنية التقاط الكربون وتخزينه في محطات تحويل النفايات إلى طاقة، يمكن التقاط وتخزين مزيج من الكربون من كل من الوقود الأحفوري والمصادر البيولوجية.

#### 4.3 التكيف

سيضطلع التكيف بدور حاسم في دول مجلس التعاون الخليجي. ومن المؤكد أن ارتفاع درجات الحرارة ومستويات سطح البحر، إلى جانب الجفاف المستمر في منطقة قاحلة أصلاً، كلها عوامل ستفرض تحديات متزايدة خلال العقود المقبلة. وقد أعربت دول مجلس التعاون الخليجي عن قلقها بشأن التحديات المناخية واعتمدت استراتيجيات للتكيف (الجدول 4.4)، ويتجلى الكثير منها في أهداف التنمية الوطنية الخاصة بكل منها. عادةً يُشار إلى أهداف التنمية المستدامة اللاسمية للأمم المتحدة لعام 2030. ومن بين باسم أهداف التنمية المستدامة السبعة عشر الرسمية للأمم المتحدة لعام 2030. ومن بين الأهداف السبعة عشر، يعد الهدف 17 الذي يتمحور حول توفير طاقة حديثة نظيفة ومستدامة وبأسعار معقولة للجميع، والهدف 13 حول العمل المناخي؛ الهدفان الأكثر أهمية في العمل المناخي نظراً لارتباطهما الوثيق مع أهداف اتفاق باريس، ويليهما الهدف 11 الذي يتمحور حول المدن والمجتمعات المستدامة، والهدف 14 حول الحياة تحت الماء، و15 حول الحياة على الأرض. ورغم أن الاستراتيجيات في المنطقة لم تستهدف في الأصل التكيف مع تغير المناخ، إلا أنها تشمل سياسات ومشاريع تركز على التكيف مع المناخ القاسي الذي تعيشه المنطقة، فضلاً عن اتخاذ العديد من التدابير التي تعزز قدرة تول مجلس التعاون الخليجي على التكيف مع تغير المناخ.

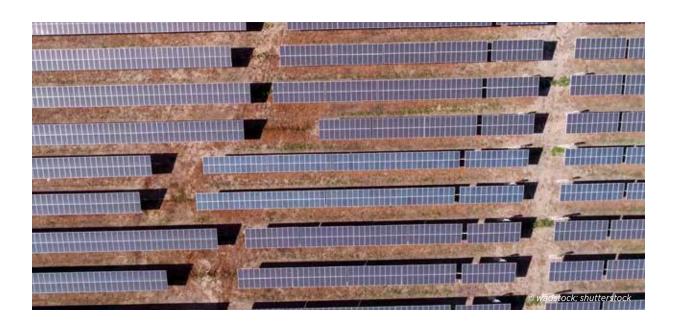
## التخطيط والتصميم الحضري

تمثل الحرارة الشديدة في منطقة دول مجلس التعاون الخليجي تحدياً كبيراً، ومن المتوقع أن يزداد ارتفاع درجات الحرارة مستقبلاً ولفترة طويلة الأمد، مما يحتّم ضرورة اتخاذ تدابير للتكيف معها. (معتمدي، 2023)، وفي الإمارات، تستهلك عملية تبريد المباني الكثير من الكهرباء (أدنوك، 2023)، وتعاني أيضاً أجزاء أخرى من دول مجلس التعاون الخليجي من هذه المشكلة. وبالتالي فإن اتباع استراتيجية تبريد فعّالة يمثل أولوية رئيسية لدول المجلس. وتعتبر تقنية تبريد المناطق مهمة جداً نظراً لكفاءتها في تقليل استهلاك الطاقة والكربون والمياه المستخدمين للتبريد، وهناك عدد من الأمثلة التي توضح كيفية عمل هذه التقنية والسياسات الداعمة لها بغية اعتمادها على نطاقٍ أوسع (شركة &Strategy، 2019)



الجدول 4.4 ملخص المراجعات الوطنية الطوعية لدول مجلس التعاون الخليجي لتتبع التقدم المحرز في أهداف التنمية المستدامة

الدمارات	السعودية	قطر	عمان	<b>—</b> الكويت	البحرين	
V	V	V	V	V	V	الدول التي صادقت على خطة اللـُمم المتحدة للتنمية المستدامة 2030
~	V	V	V	V	~	الدول التي صادقت على اتفاق باريس الملحق باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيّر المناخ
يوليو 2022	يوليو 2023	2021	يناير 2019	يونيو 2023	يوليو 2023	أحدث مراجعة وطنية طوعية
الثاني	الثاني	الثالث	الأول	الثاني	الثاني	تقرير المراجعة الوطنية الطوعية
مبادئ الخمسين، مئوية الإمارات 2071؛ نظام "أداء" لمراقبة أهداف التنمية المستدامة	مبادرة السعودية الخضراء؛ اقتصاد الكربون الدائري	رؤية قطر الوطنية 2030	رؤية عمان 2040	رؤية الكويت 2035؛ 7 ركائز في إطار رؤية "كويت جديدة"	خطة التعافي الدقتصادي	المفاهيم الأساسية في المراجعات الوطنية الطوعية
•	••	••	•	•		ارتباطها بالهدف الكمي
•	•	•	•			ارتباطها بحد 1.5 درجة مئوية المنصوص عليه في اتفاق باريس



وقد اتبعت دول مجلس التعاون الخليجي تقنية تبريد المناطق واستخدمت وحدات تبريد الهواء أو الماء المستقلة (وهي التقنية الأساسية المستخدمة في تبريد المناطق)، وتعتمد دول المجلس على هذه التقنية أكثر من بقية دول العالم حيث تصل إجمالي قدرة التبريد المركبة لديها إلى حوالي %15 إلى 65، في حين لا تتجاوز نسبة %2 فقط عالمياً (شركة %3018 (Strategy، 2019). ويرجع هذا المعدل المرتفع إلى التطوير العقاري الأخير، والحاجة إلى تقليل حمل التبريد خلال أيام الصيف الحارة حيث من الممكن أن تصل نسبة الطاقة الكهربائية المستهلكة في عملية التبريد إلى ما يقارب %70 أوقات الذروة في بعض البلدان. وكانت أبوظبي الأولى في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا التي وضعت إطاراً تنظيمياً شاملاً لتبريد المناطق، (دائرة الطاقة، 2021). وفي قطر، يستهلك تبريد المناطق طاقة أقل بنسبة %40 مقارنة بأنظمة التبريد التقليدية، مما أدى إلى انخفاض كبير في انبعاثات غازات الدفيئة يقدّر بنحو 927,875 طناً مترياً خلال عام 2022 (صحيفة "ذا بينينسولا"، 2022).

أعلنت الإمارات في عام 2023 عن مشروع رائد جديد يستخدم الطاقة الحرارية الأرضية؛ ويهدف إلى خفض انبعاثات نظام تبريد المباني. ويستخدم المشروع الماء الساخن من التبار المحلية الذي يتم تمريره عبر نظام مبردات امتصاص لإنتاج المياه المبردة التي تحتاجها شبكة تبريد المناطق التابعة لشركة "تبريد". وتلبي المياه المبردة المنتجة من الحرارة الجوفية؛ التي تمثل أحد مصادر الطاقة النظيفة نسبة %10 من احتياجات نظام تبريد "مدينة مصدر"، (أدنوك، 2023). وتدير أدنوك المشروع وتوظف خبرتها في قطاع النفط والغاز لتطوير الطاقة الحرارية الأرضية في الدولة (أدنوك، 2023). ووقّعت دبي في منتصف عام 2023) المناطق لديها، وعكست الاتفاقية فعالية دمج مصادر الطاقة المتجددة مع نظام تبريد المناطق (الجمعية الدولية لطاقة المناطق، 2023).

واتبعت دول مجلس التعاون الخليجي تصميم عمراني للمدن بحيث تكون أكثر مقاومة للحرارة، وتعدُّ هذه التدابير جزءاً لد يتجزأ من محاولة تكييف المدن في المنطقة مع حرارة الصيف الشديدة. فعلى سبيل المثال، يتميز متحف اللوفر أبوظبي بقبة تظلل المناطق الخارجية والداخلية منه، ويسمح السقف المزخرف بدخول ضوء الشمس إلى المساحات الداخلية وفي الوقت ذاته يحجب الحرارة، كما تساعد عناصر المياه المحيطة بالمتحف في تبريده. وتم تصميم هياكل مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية في الرياض على شكل قرص العسل، ويهدف تصميمه على هذا النحو إلى تقليل استهلاك الطاقة، حيث يتميز بتصميم قابل للتعديل ، وفتحات سقف للتهوية، ومداخل تسمح بمرور الهواء لتبريد المكان ثم تقوم البراجيل بتدوير الهواء. وقد استطاع المبنى أن يقلل استهلاك الطاقة بنسبة %45، واستخدم مواد بناء تم الحصول عليها من مناطق مجاورة على بعد 800 كيلومتر، بما فيها المواد المُعاد تدويرها (كلارك 2021؛ وبيترز 2021).

وتفتخر دول مجلس التعاون الخليجي بالعديد من المشاريع الحضرية المستدامة الرائدة التي اشتهرت بتصاميمها على مستوى العالم، وأفضل مثالٍ عليها هي مدينة مصدر التي تعتبر أول مشروع رائد من نوعه في المنطقة، وتم الإعلان عنها في عام 2006 بتكلفة 22 مليار دولار لتصبح أول مدينة خالية من الكربون وخالية من النفايات في العالم، وتهدف إلى إرساء أفضل معايير التصاميم الحديثة والمستدامة على مستوى العالم (غريفيث وسوفاكول، 2020). وبالرغم من أن مشروع مدينة مصدر صغير، إلا أنه يثبت أن المنطقة كانت سبّاقة في تحقيق الأهداف الخاصة بتقليل الانبعاثات الكربونية وتحقيق الحياد المناخى قبل أن يصبح هذا المفهوم توجهاً عالمياً.



تم تصميم مدينة إكسبو في دبي لاستضافة معرض إكسبو العالمي خلال عامي 2020 و2021 واستضافة مؤتمر الأطراف COP28 خلال عام 2023. وتم بناؤها لتكون مكان استضافة أحد أكثر معارض الإكسبو استدامةً في العالم حتى اليوم باستخدام المواد المعاد تدويرها والطبيعية. وتم توزيع ألواح الطاقة الشمسية الكهروضوئية على أسطح المباني في المدينة لتوليد 5.5 ميجاواط من الكهرباء، وقد حصل أكثر من 120 مبنى على شهادات الريادة في تصميمات الطاقة والبيئة (LEED). ويحتوي تيرًا - جناح الاستدامة، وحده على 12,000 متر مربع من الألواح الشمسية الكهروضوئية على امتداد سطحه. كما أن %50 من نباتات المناظر الطبيعية المستخدمة في إكسبو 2020، و%95 بعد الحدث الدولي هي من الأنواع المحلية والمتكيفة. ويتمثل هدف الاستدامة الرئيسي في ضمان حماية %95 من منطقة المناظر الطبيعية دون استخدام مبيدات حشرية كيميائية، أو أسمدة، أو مبيدات أعشاب كيميائية (إكسبو 2020 دبي، 2020، 2022).

وأعلنت السعودية مؤخراً عن مشروعها العملاق المستدام **نيوم**، وهي منطقة تقع شمال غرب المملكة وتعدُّ من أكثر مناطقها اعتدالاً. وتهدف إلى أن تصبح مركزاً للصناعات المستدامة والعمل والمعيشة، وتعتمد على الطاقة النظيفة بنسبة %100 (تشيتويند، 2023؛ نيوم، 2023). ومن الجدير بالذكر أن تطوير الأراضي والمناطق الساحلية قد يكون له آثار سلبية على النظم البيئية الطبيعية والموائل في المنطقة. ويجب على دول مجلس التعاون الخليجي عندما تخطط لبناء مشاريع كبيرة محاولة تحقيق التوازن بين أهدافهم التنموية وحماية البيئة. ولذلك يجب أخذ حماية النظم البيئية والمناظر الطبيعية بعين الاعتبار حتى أثناء إقامة مشاريع مستدامة.

## تحلية المياه

تعدُّ دول مجلس التعاون الخليجي واحدة من أكثر المناطق جفافاً وتعرضاً للإجهاد المائي، (منظمة الأغذية والزراعة، 2021؛ ريج، ومادوكس، وجاسيرت، 2013) فضلاً عن كونها إحدى أكبر مستهلكي المياه في العالم. وتُصنّف السعودية الآن كثالث أكبر مستهلك للمياه في العالم على أساس نصيب الفرد، مما يحتّم عليها إيجاد حلول مستدامة لتوفير المياه لتلبية احتياجاتها المحلية بطريقة فعّالة من حيث التكلفة، (تشيباني، 2023). إن الطلب على المياه يفوق موارد المياه العذبة المتاحة في دول مجلس التعاون الخليجي لذا تنتج الدول ما يقارب %40 من المياه المحلدة في العالم، وتستحوذ السعودية وحدها على حوالي خمس إنتاج العالم من المياه المحلدة، (ويبستر، 2020). وتتطلب طرق تحلية المياه التقليدية الكثير من الطاقة وتستهلك حصة كبيرة من الوقود المستخدم في قطاعي الكهرباء والمياه، في حين تتمتع الطاقة المتجددة بإمكانات هائلة باعتبارها وسيلة مستدامة وفعّالة من حيث التكلفة للقيام بعملية تحلية المياه في المستقبل.

يمكن توفير احتياجات الطاقة اللازمة للبنية التحتية لمحطات تحلية المياه على المدى الطويل باستخدام مصادر الطاقة المتجددة الوفيرة في المنطقة، وبالتالي يمكن فصل عملية إنتاج المياه وإمداداتها عن الوقود الأحفوري الذي يشهد تقلبات مستمرة في توفره وأسعاره. ويشمل ذلك استخدام تكنولوجيا الطاقة الشمسية المركزة لتحلية المياه التحلية المياه الحرارية، والطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح لتحلية المياه بتقنية الأغشية (آيرينا، 2016أ). ومن طرق تشغيل محطات تحلية المياه بالطاقة المتجددة أيضاً استخدام التحليل الكهربائي لإنتاج الهيدروجين خلال النهار، واستخدام الهيدروجين إلى خفض تكاليف التخزين الباهظة للكهرباء المولدة من مصادر الطاقة المتجددة، مما يضمن استمرار إمدادات الكهرباء النظيفة لمحطات تحلية المياه (باردسلي، 2022).

تمتلك السعودية محطة تجريبية لتحلية المياه تعمل بالطاقة الشمسية بقدرة 45 ميجاواط في الجبيل، وتخطط لإنشاء محطة أخرى في الموقع نفسه تعمل بالطاقة الشمسية بقدرة 110 ميجاواط ("إن إس إنرجي"، 2023؛ "بي في ماجزين إنترناشونال"، 2022). كما تمتلك عُمان والإمارات أيضاً خططاً لتحلية المياه بالطاقة الشمسية (شركة توتال إنرجيز، 2023؛ برابهو، 2023؛ هيلوتين، 2023).

#### تحلية المياه

تعدُّ البحرين من بين دول مجلس التعاون الخليجي الأكثر عرضة لارتفاع منسوب سطح البحر وفقدان السواحل، وتسجل ارتفاع سنوياً في مستوى سطح البحر يتراوح بين 1.6 و5.4 ملم منذ عام 1976، (عرب نيوز، 2023). ويتسبب ارتفاع منسوب مياه البحر بالفعل في حدوث فيضانات وتهديدات ساحلية تؤدي إلى تسرب المياه المالحة إلى الموارد المحدودة للمياه الجوفية في البحرين. من المتوقع بحلول عام 2050 أن ترتفع مستويات سطح البحر بمقدار 0.5 متر على الثقل، وفقاً لتقديرات الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ التابعة للأمم المتحدة، ويعتقد بعض الخبراء أن هذه النسبة غير نهائية، بل قابلة للتغير. واتخذت البحرين بعض التدابير المتمثلة في توسيع الشواطئ، وبناء الجدران الصخرية في مناطق معينة، واستصلاح الأراضي على طول الشاطئ، وتواصل خططها الرامية إلى تمويل هذه المشاريع حتى ثلاثينيات القرن الحالي على الأقل (عرب نيوز، 2023).

ونفّذت الإمارات سلسلة من المشاريع لإقامة السدود وقنوات المياه كجزء من سياساتها لتطوير البنية التحتية والمرافق الاستراتيجية لديها. وتشمل المشاريع بناء سد وادي نقب برأس الخيمة للتحكم في تدفق المياه ووصولها إلى الأحياء السكنية وتحسين تخزين المياه الجوفية في المناطق الزراعية. كما تنشئ الدولة أيضاً قنوات مائية وبحيرات وتتخذ تدابير لحماية المناطق الواقعة قبالة الساحل الشرقى (ميدل إيست كونستراكشن نيوز، 2022).

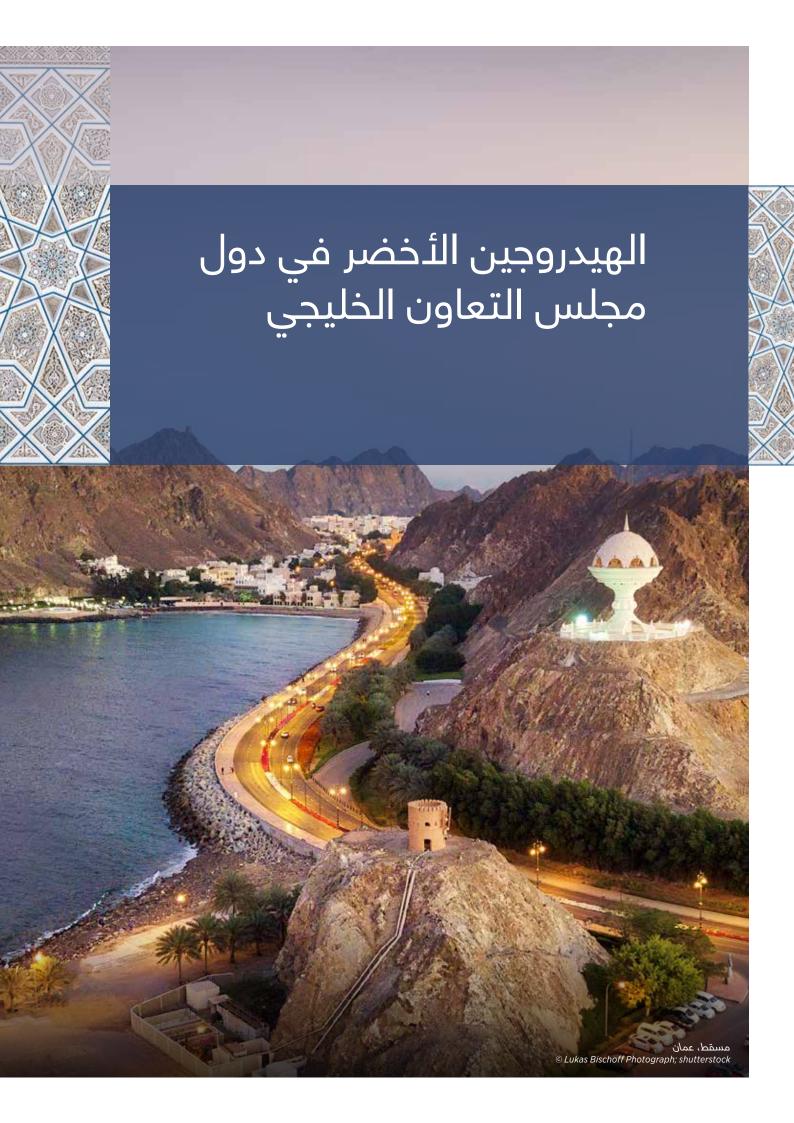
# إعادة التشجير والكربون الئزرق والحلول الطبيعية

تهدف سياسة التغير المناخي إلى الحدِّ من الدنبعاثات الكربونية، وتبذل الدول العديد من الجهود لتشجيع وتعزيز الحلول وتطويرها في المنطقة لمواجهة التغير المناخي، كما تركّز السياسات البيئية على ضرورة الحفاظ على البيئة. وقد حظيت عملية حماية واستعادة غابات أشجار القرم في المنطقة باهتمام ملحوظٍ في الآونة الأخيرة من قبل الإمارات وعُمان، ولا سيما بعد أن دُمرت غابات القرم بفعل التغييرات التي طرأت على الأراضي والمناطق الساحلية (أحمد، 2023؛ الظاهري، 2023؛ تايمز أوف عمان، 2021). وقد اكتسب مفهوم "الكربون الأزرق" مؤخراً اهتماماً جليّاً من قبل دول مجلس التعاون الخليجي، ويركز المفهوم على قدرة غابات القرم والنظم البيئية الساحلية الأخرى على امتصاص وتخزين الكربون بصفتها خزانات طبيعية له.

وسيسهم دمج الئراضي الساحلية وغابات القرم في خطط التخفيف الوطنية (وأسواق الكربون) مستقبلاً في إقامة مشاريع تهدف إلى الحفاظ على البيئة، مما سيحدث أثراً إيجابياً مهماً على الحياة البحرية التي تضررت بفعل استصلاح الئراضي في منطقة الخليج، ولد سيما الشعاب المرجانية والطحالب والتنوع البيولوجي. وستسهم هذه الخطوة في زيادة قدرة النظم البيئية الساحلية وغابات القرم على مواجهة التلوث والعواصف الساحلية والظروف المناخية القاسية، مما يعزز استراتيجيات التكيف الشاملة (سونغ وآخرون، 2023؛ برنامج الأمم المتحدة للبيئة، 2023).

أطلقت حكومة دبي عام 2022 كياناً جديداً يسمّى "الكربون الأزرق" لتعزيز الاستثمارات في النظم البيئية الساحلية وغابات القرم في دولة الإمارات وخارجها، ويمكن لهذه النظم البيئية تخزين الكربون بمقدار 3 إلى 5 مرات أكثر من الغابات البرية الموجودة على الأرض (الكربون الأزرق، 2022). ولقد أدركت البحرين أيضاً الدور المهم لأشجار القرم في التخفيف من آثار التغير المناخي، حيث وضعت عام 2022 خطة وطنية لزيادة التشجير بحلول عام 2035، التي تهدف إلى مضاعفة عدد الأشجار من 1.8 مليون إلى 3.6 مليون شجرة بحلول عام 2035 عبر زراعة 270,000 شجرة سنوياً (الأمم المتحدة، 2023).





05

يُقصد بالهيدروجين الأخضر الهيدروجين الذي يتم إنتاجه من الكهرباء المتجددة عبر أجهزة التحليل الكهربائي (انظر الإطار 5.1 أدناه)، وقد حظي في السنوات الثخيرة باهتمام عالمي متزايد، باعتباره حلاً حيوياً، وفي بعض الحالدت حلاً أساسياً يُساعد في تسريع عمليات إزالة الكربون في الصناعات التي يصعب تخفيف انبعاثاتها، مثل الصناعات الكيميائية، وصناعة الصلب، والشحن والطيران بعيد المدى (آيرينا، 2022هـ). وتمتلك دول مجلس التعاون الخليجي إمكانات كبيرة فيما يتعلق بإنتاج الهيدروجين الأخضر، نظراً لانخفاض أسعار الطاقة الشمسية الكهروضوئية بشكل قياسي في المنطقة. وتخطط هذه الدول للتوسّع في تنفيذ مشاريع الطاقة المتجددة على مدى السنوات القادمة، بالإضافة إلى تعزيز الصناعات المحلية التي ستستفيد من مدخلات الهيدروجين النظيفة في إنتاج صادراتها التي تتضمن المنتجات الخضراء.

وثنتج المنطقة بالفعل الهيدروجين من الغاز الطبيعي، دون التقاط الكربون (الهيدروجين "الرمادي"، انظر الإطار 5.1)، مساهمةً بذلك في انبعاثات غازات الدفيئة في المنطقة. وتنعكس نتائج التكلفة المنخفضة لإنتاج الهيدروجين الأخضر في المنطقة على إمكانية توسيع الاستثمارات في مجالات جديدة ضمن القطاع الصناعي بما يحقق التنوّع الاقتصادي، وكذلك تنويع صادراتها التقليدية من الطاقة. وفي ضوء ذلك، أعلنت حكومات عُمان والسعودية والإمارات عن خططها لتصدير الهيدروجين، وسط توقعات وطموحات الدول الثلاث بأن تصبح منتجة للهيدروجين الأخضر.

ويبحث هذا الفصل في الإمكانات والأدوار والعوائق والسياسات المتعلقة بالهيدروجين الأخضر في منطقة دول مجلس التعاون الخليجي.



## Box 5.1 A brief background to hydrogen

يُعتبر الهيدروجين ناقلاً للطاقة يمكن إنتاجه من خلال عمليات مختلفة وعبر مصادر طاقة متعددة. وفي هذا التقرير، يتم استخدام التسميات وفق الترميز اللوني لتسهيل عملية الشرح.<sup>17</sup> تم توضيح أنواع الهيدروجين الأكثر أهمية في الشكل 5.1 أدناه، إلا أنها غير شاملة لجميع الأنواع.

في عام 2022، بلغ إنتاج الهيدروجين العالمي المشتق بشكل أساسي من الغاز الأحفوري والفحم (الهيدروجين "الرمادي") حوالي 95 مليون طن، والجدير بالذكر أن استخدام الهيدروجين في أنشطة مثل تكرير النفط الخام وتصنيع الأمونيا والميثانول يمثل حوالي %93 من إجمالي استهلاك الهيدروجين (الوكالة الدولية للطاقة، 2023ج).

وبحسب تقرير "نظرة مستقبلية لتحولات الطاقة حول العالم" الصادر عن الوكالة الدولية للطاقة المتجددة "آيرينا"، فإنّ الهيدروجين الأخضر يلعب دوراً محورياً في خفض انبعاثات غازات الدفيئة وتسهيل تحوّل الطاقة، فضلاً عن دوره الأكبر في تحقيق الحياد المناخي بحلول عام 2050، حيث يصل الإنتاج العالمي من الهيدروجين الأخضر إلى حوالي 492 مليون طن. وفي الوقت ذاته، تبقى الكمية المتبقية من الهيدروجين الأزرق، البالغة حوالي 31.5 مليون طن قيد الاستخدام (آيرينا، 2023د).

الشكل 5.1 مخطط يوضح أنواع مُختارة من تقنيات إنتاج الهيدروجين.



<sup>17</sup> يُفضّل صنّاع السياسات استخدام مقاييس موضوعية تعتمد على انبعاثات غازات الدفيئة والتكنولوجيا. وهذا يعني أن بعض الحالات لا تندرج تحت "لون"واحد فقط (على سبيل المثال، مصادر الهيدروجين المختلطة، مثل التحليل الكهربائي مع الشبكة الكهربائية).

# 5.1 الهيدروجين في دول مجلس التعاون الخليجي: الدستخدام والإمكانات والإنتاج

في دول مجلس التعاون الخليجي، كغيرها من دول العالم، يتم إنتاج واستهلاك الهيدروجين الرمادي. وفي عام 2022، بلغ الإنتاج المتوقع للهيدروجين الرمادي في دول مجلس التعاون الخليجي حوالي 7.8 مليون طن، حيث يتم استخدامه في المصافي والمراكز الكيميائية لإنتاج الأمونيا والميثانول، وفي قطاع المعادن لإنتاج الصلب. وتتسبب عملية إنتاج الهيدروجين الرمادي في دول مجلس التعاون الخليجي في انبعاث حوالي 80 مليون طن من غازات الدفيئة، بافتراض وجود متوسط 10 كيلوجرامات من ثاني أكسيد الكربون لكل كيلوجرام من الهيدروجين (كجم ثاني أكسيد الكربون/كجم هيدروجين). وتُعتبر معالجة الميثان بالبخار مسار الإنتاج المباشر الوحيد في دول مجلس التعاون الخليجي، حيث يتم إنتاج الهيدروجين الرمادي عبر هذه العملية. ويتركز الطلب الرئيسي على الهيدروجين في القطاعات الأربعة التالية (انظر الشكل 5.2).

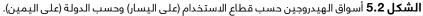
- تكرير النفط: تعتمد مصافي النفط على الهيدروجين في عمليات التكسير الهيدروجيني والمعالجة الهيدروجينية، حيث تقوم شركات النفط باستخلاص الهيدروجين في دول مجلس التعاون الخليجي، حيث يتم إنتاج الهيدروجين كمنتج ثانوي. وفي الوقت الراهن، يُعد قطاع التكرير المستهلك الرئيسي للهيدروجين في دول مجلس التعاون الخليجي، حيث يتم إنتاج حوالي 3.6 مليون طن من الهيدروجين الرمادي من خلال عملية التكرير، وتُعتبر السعودية والإمارات أكبر منتجي الهيدروجين لقطاع التكرير، حيث تسيطر على المصافى بشكل شبه حصري شركات النفط الوطنية الكبرى (أرامكو السعودية وشركة بترول أبوظبى الوطنية "أدنوك" على التوالي).
- إنتاج الأمونيا: تعتمد هذه العملية على تصنيع الهيدروجين والنيتروجين. وتقوم دول مجلس التعاون الخليجي بتصنيع 2.6 مليون طن من الهيدروجين الرمادي لإنتاج الأمونيا. ويُعد قطاع الزراعة المستفيد الأكبر من هذه العملية، حيث ستنعكس آثار إزالة الكربون من هذا القطاع بفوائد طويلة الأمد. كما تجدر الإشارة إلى أنّ 85% من الأمونيا المنتجة في العالم تُستخدم في صناعة الأسمدة. ويتركز إنتاج الأمونيا في قطر والسعودية والإمارات.
- إنتاج الميثانول: يدخل الميثانول في صناعة منتجات الكحول الثقيلة والبنزين وغيرها من المواد الكيميائية المعقدة، حيث تُنتج دول مجلس التعاون
   الخليجي 1.1 مليون طن من الهيدروجين لهذه الأغراض، علماً أن غالبية الإنتاج من هذه المادة مخصص للاستخدام النهائي المحلي. وتعد شركة
   كيميائيات الميثانول "كيمانول" في السعودية أكبر الشركات المنتجة لهذه المادة.
- إنتاج الصلب: يمكن استخدام الهيدروجين لتصنيع الصلب، إذ يعمل كعامل اختزال في الدختزال المباشر للحديد (DRI)؛ حيث يتم استخدام 0.5 مليون طن من الهيدروجين في مصانع أفران القوس الكهربائي، والتي تتواجد معظمها في الإمارات والسعودية.

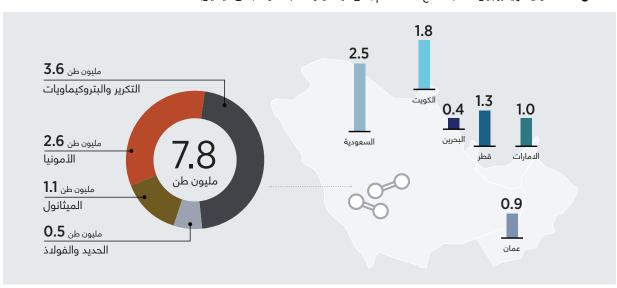
تتمتع منطقة مجلس التعاون الخليجي بإمكانات استثنائية لتصبح مركزاً لإنتاج الهيدروجين الأخضر، وخاصة في البلدان الأكبر التي تتبنى نشر حلول الطاقة المتجددة. وتتجلّى هذه الإمكانات من خلال مساحات شاسعة من الأراضي منخفضة التكلفة (وهي من أهم المزايا التي تساعد على نشر الطاقة المتجددة في المنطقة)، والتجمعات الصناعية الحالية (التي يمكن أن تستخدم الهيدروجين الأخضر مباشرة لرفد أسواق التصدير بالمنتجات الخضراء)، وغنى المنطقة بالموارد الشمسية، فضلاً عن وفرة الموارد المالية والقرب من أسواق النمو.

وتستأثر عُمان والسعودية والإمارات بالقسم الأكبر من هذه الإمكانات، وقد أعلنت أو بدأت جميعها مشاريع واسعة النطاق لإنتاج الهيدروجين الأخضر. ومنذ نهاية عام 2023، أصبحت هذه الدول من بين الدول العالمية التي تمتلك أقل نسبة تكلفة مستوية لإنتاج الهيدروجين (LCOH) (الشكل 5.3)، مما منحها ميزة تنافسية هائلة بين الدول العالمية المنتجة للصلب والمواد الكيميائية الخضراء.

<sup>18</sup> في هذا التقرير، تشير عبارة "المواد الخضراء" إلى المواد المنتجة باستخدام الهيدروجين الأخضر، مثل الفولدذ والأمونيا والميثانول. بينما تُشير عبارة "السلع (السيارات والأسمدة وغيرها) المنتجة باستخدام المواد الخضراء، في حين تُشير عبارة "المنتجات الخضراء" إلى كلتا العبارتين السابقتين حسب ما يقتضي الأمر.

05

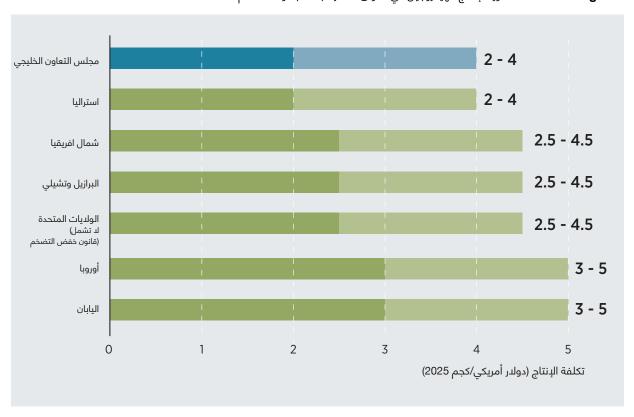




المصدر: تحليل المؤلفين

إخلاء مسؤولية: تم إدراج الخريطة لأغراض توضيحية فقط. والحدود الموضحة في الشكل لا تعني أي تأييد أو قبول من قبل الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (آيرينا) فيما يتعلق بوضع أي منطقة، أو بلد، أو إقليم، أو مدينة، أو منطقة خاضعة لسلطاتها، أو تتعلق بترسيم حدودها أو تخومها.

# الشكل 5.3 التكلفة المستوية لإنتاج الهيدروجين في أسواق مختارة، بحسب توقعات عام 2025.



# 5.2 العوامل المساعدة والتحديات التي تواجه إنتاج الهيدروجين الأخضر في دول مجلس التعاون الخليجي

مع تنامي الطلب على الهيدروجين الأخضر باعتباره أحد الحلول التقنية المهمة في المستقبل للعديد من التحديات الصناعية التي تواجه إزالة الكربون، فإن قدرة دول مجلس التعاون الخليجي على إنتاج الهيدروجين الأخضر للاستخدام في الصناعة تعتمد على عدد قليل من العوامل الخاصة بالدولة والسوق؛ مثل توافر الأراضي، والطاقة المتجددة، والمتطلبات المائية، والتمويل منخفض التكلفة، ومقدار الطلب على الهيدروجين الأخضر من أسواق الصناعة المحلية والعالمية.

# توافر الأراضي والطاقة المتجددة وأولويات السياسات

تستهلك مشاريع الهيدروجين الأخضر مساحات كبيرة من الأراضي والطاقة الكهربائية. وبافتراض أن كفاءة المحطة تبلغ %70، فإن إنتاج كيلوجرام واحد من الهيدروجين يحتاج إلى حوالي 47 كيلوواط/ساعة من الكهرباء المتجددة. أي أنّه لاستبدال 7.8 مليون طن من إنتاج الهيدروجين، وهو إجمالي إنتاج دول مجلس التعاون الخليجي (أي ما يعادل حوالي 260 تيراواط/ساعة)، ستحتاج العملية إلى قدرة مخصصة بحوالي 232,500 ميجاواط من الطاقة الشمسية الكهروضوئية (مع الأخذ في الاعتبار متوسط عامل قدرة يبلغ %18، بحسب المنطقة) (آيرينا، 2021ب). وعلى اعتبار أنّ المساحة اللازمة لإنتاج 75 ميجاواط تبلغ كيلومتراً مربعاً واحداً، فإن نظام الطاقة الشمسية الكهروضوئية بقدرة 232,500 ميجاواط سيشغل حوالي 3,100 كيلومتر مربع من المناطق الصحراوية (أو حوالي %0.1 من مساحة شبه الجزيرة العربية بأكملها). ومع زيادة كفاءة الألواح الشمسية الكهروضوئية، من المرجح أن يتحسن عامل إشغال الأرض، وبالتالي يمكن تقليل المساحة المخصصة لتركيب محطة توليد الكهرباء. بالإضافة إلى ذلك، تتطلب أجهزة التحليل الكهربائي الأكثر كفاءة سعة إدخال أقل.

ومن حيث حجم الأراضي، تمتلك السعودية وعُمان والإمارات أكبر مساحات الأراضي للمشاريع الجديدة المحتملة، كما تُعتبر هذه الدول الأكثر اهتماماً بإنتاج الهيدروجين الأخضر في المنطقة. أما بالنسبة لمساحات الأراضي المخصصة لتركيب محطات الطاقة الضخمة، والطاقة المتولّدة لدحقاً من هذه المحطات، فسيتم تخصيصها لتلبية الطلب المتنامي في قطاع الهيدروجين الأخضر وإمدادات المرافق المحلية. ونظراً لاعتماد أنظمة الكهرباء في دول مجلس التعاون الخليجي على الوقود الأحفوري، فإن السياسات المعنية بهذا الشأن ستفاضل مقدار إنتاج الطاقة المتجددة الذي ينبغي تخصيصه للهيدروجين الأخضر والصناعات - وكذلك الصادرات المحتملة - علاوة على إزالة الكربون من إمدادات الكهرباء المحلية أولاً.

لهذا السبب، ينبغي مراعاة الاستثمارات في الهيدروجين الأخضر إضافة إلى أهداف إزالة الكربون من قطاع الطاقة لتجنب تحول الاستثمار من القطاعات التي يمكن إزالة الكربون منها بسهولة أكبر باستخدام الكهرباء المتجددة، مثل الطاقة، والنقل الخفيف، والتبريد، وغيرها (آيرينا، 2022هـ).

# المتطلبات المائية

يستخدم الماء كمُدخل في عمليتي التحليل الكهربائي والتبريد، حيث يتم فصل جزيئات الماء في التحليل الكهربائي إلى مكوّناتها وهي الهيدروجين والأكسجين، مع ضرورة تنقية الماء قبل العملية. وفي عملية التبريد، يتم سحب المياه ثم إرجاع جزء منها إلى مصدر الماء النُصلي اعتماداً على تقنية التبريد.<sup>19</sup> ونظراً للبيئة الجافة التي تُسيطر على المنطقة، وقلة موارد المياه الجوفية، فإن مياه البحر تُعتبر الخيار الوحيد لإنتاج الهيدروجين؛ حيث تُستخدم مياه البحر المُحلاّة في عملية التحليل الكهربائي، ومياه البحر العادية في عمليات التبريد.

تجدر الإشارة إلى أن مياه البحر تُستخدم بالفعل لإنتاج الهيدروجين الرمادي. وفي دول مجلس التعاون الخليجي، تُقدّر كميات المياه المسحوبة من البحر لأغراض التبريد اللازمة لإنتاج الهيدروجين حوالي 6 مليار متر مكعب (م³) كل عام. في حين يبلغ الطلب السنوي على المياه المحلدة لعمليات إنتاج الهيدروجين 136 مليون متر مكعب، وهو ما يمثل حوالي %1.1 من إجمالي الطلب على المياه المحلدة في هذه الدول (آيرينا وبلوريسك، 2023).

يمكن أن تكون عملية إنتاج الهيدروجين والتبريد عن طريق التحليل الكهربائي أكثر كفاءة بالنسبة لاستخدام المياه مقارنة بإنتاج الهيدروجين الأزرق، مما يقلل من الكمية النسبية للمياه اللازمة لإنتاج الهيدروجين النظيف (انظر الجدول 5.1).

05

# الجدول 5.1 كثافة سحب المياه واستهلاكها بحسب تكنولوجيا إنتاج الهيدروجين المستخدمة 20

		ک	افة سحب الماء (لتر/كغِ	(,)	كثافة استهلاك الماء (لتر/كغ)				
		متوسط	الحد الأعلى	الحد الأدنى	متوسط	الحد الأعلى	الحد الأدنى		
● الرمادي	الغاز الطبيعي- معالجة الميثان بالبخار	20.01	25.16	16.40	17.54	19.80	15.80		
○ الأزرق	الفاز الطبيعي- إصلاح الميثان بالبخار- التقاط الكربون وتخزينه	36.69	47.79	29.81	32.18	38.96	24.15		
	التحليل الكهربائي القلوي	32.24	34.61	29.88	22.28	23.59	20.96		
🗨 الأخضر	التحليل الكهربائي بغشاء التبادل البروتوني (PEM)	25.70	26.46	24.94	17.52	18.04	17.00		

<sup>●</sup> الهيدروجين الرمادي ● الهيدروجين الأخضر ● الهيدروجين الأزرق

المصدر: (آيرينا وبلوريسك 2023)

ملحوظة: هذه الأرقام لد تأخذ في الدعتبار كمية المياه اللازمة لإنتاج الطاقة الشمسية الكهروضوئية أو استخراج الغاز. ومع ذلك، في هذه الحالة أيضاً، تكون المتطلبات المائية لإنتاج الطاقة المتجددة محدودة مقارنة بخيارات الوقود الأحفوري (آيرينا، 2015).

#### التمويل منخفض التكلفة

يتطلب إنتاج الهيدروجين الأخضر، كغيره من تقنيات تحوّل الطاقة، احتياجات تمويلية محددة تستلزم الوصول إلى التمويل المخصص. ويحتاج إنتاج الهيدروجين إلى العمليات التي تتطلب إمدادات محلية من المياه والطاقة المتجددة، بالإضافة إلى البنية التحتية للنقل/ التوزيع. وتعتبر البنية التحتية النقل/ التوزيع. وتعتبر البنية التحتية الخالية لنقل الهيدروجين في دول مجلس التعاون الخليجي محدودة، لا سيما في ضوء إمكانية تصدير الهيدروجين الأخضر؛ حيث يتضمن نقل الهيدروجين تركيب محطات للتحويل، وكذلك لإعادة التحويل لاحقاً في الوجهة، ويُستثنى من هذه العملية شحن الأمونيا (انظر القسم المخصص). وتجدر الإشارة إلى أنّ جميع الخيارات الأخرى، مثل الهيدروجين المسال وناقلات الهيدروجين العضوي السائل (LOHC) والميثانول النظيف، تتسم بمستويات منخفضة وفقاً لمقياس الجاهزية التكنولوجية (TRL) وستستغرق سنوات حتى تصبح مجدية تجارياً وقابلة للتمويل (آيرينا، 2022د). بالإضافة إلى ما سبق، لا توجد سوق مالية لتداول الهيدروجين الذي ينتجونه.

وهذا بدوره يعني أن هؤلاء المنتجين يواجهون صعوبات في منح البنوك أي ثقة بشأن حجم الإيرادات المستقبلية، حتى مع بدء توليد الهيدروجين، ما لم يوافق المشتري على السعر مقدماً، وهو ما يُسمى "اتفاقية شراء الإنتاج". وتعتبر الدول التي تتمتع بإمكانية الوصول إلى تمويل منخفض التكلفة من خلال المبادرات الحكومية والصناديق الوطنية، أكثر قدرةً على مواجهة التحديات المعقدة لمشاريع الهيدروجين الثخضر. وهذا النوع من الدعم المالي يتجاوز مجرد التمويل؛ فهو بمثابة حافز قوي يعمل على إزالة الشكوك التي تدور حول التقنيات الرائدة.

<sup>20</sup> يُقصد بـ "سحب المياه" كمية المياه المسحوبة من مصدر مائي (مثل النهر، البحيرة، المياه الجوفية). في حين أنّ "استهلاك المياه" يعني كمية المياه المسحوبة التي لا تتم إعادتها إلى المصدر.

تمتلك دول مجلس التعاون الخليجي مزايا مهمة في مجال التمويل، إلا أن صناعات الهيدروجين الأخضر تنطوي على التزامات سياسية خاصة، فضلاً عن الوقت الذي يستغرقه تطوير أسواق مالية ناجحة. لذلك، تعمل الحكومات على توفير بيئة تقلّل المخاطر وتعزز القدرة على التنبؤ المالي لكل من المستثمرين والمطورين من خلال تقديم الحوافز المالية أو المنح أو القروض الميسرة أو الدستثمارات المباشرة (انظر النقسام التالية). وتتمتع دول مجلس التعاون الخليجي بإمكانات مالية قوية بفضل وفرة الموارد التي يمكن توجيهها نحو المبادرات الخضراء، ووجود صناديق ثروة سيادية كبيرة يمكنها أن تلعب دوراً محورياً في هذا الشأن؛ حيث تتمتع هذه الصناديق بالقدرة على العمل كداعمٍ مالي مهم لمشاريع التكنولوجيا الخضراء، بما فيها تلك المتعلقة بإنتاج الهيدروجين الأخضر وتطوير البنية التحتية وإجراء الأبحاث ذات الصلة.

# الهيدروجين الأخضر في الصناعات المحلية

بالنسبة إلى الهيدروجين الأخضر، يستدعي إطلاق سلسلة قيمة قوية حضوراً حقيقياً لأصحاب المصلحة القادرين على خوض التحديات. إذ يمكن أن يمتلك أصحاب المصلحة هؤلاء، خاصة في المراحل المبكرة، خبرة في قطاعات الطاقة المتجددة أو الوقود الأحفوري، ولا سيما فيما يتعلق بعمليات التوريد في سلسلة القيمة؛ وفي المراحل النهائية، عادة تشمل هذه القطاعات الصناعات التي يصعب تخفيف انبعاثاتها، التي تهدف إلى إزالة الكربون من عملياتها الخاصة بما يتماشى مع تحوّل الطاقة. ويعرض الإطار 5.2 مجموعة من أصحاب المصلحة الرئيسيين في دول مجلس التعاون الخليجي.

# الإطار 5.2 أصحاب المصلحة المعنيون بإنتاج الهيدروجين في دول مجلس التعاون الخليجي.

# أصحاب المصلحة في المراحل الأولى لسلسلة القيمة

يُشير الجزء الأوّلي من سلسلة القيمة إلى إنتاج وإمكانات تحويل الهيدروجين. ففي الإمارات، تعمل شركاتٌ رئيسية في المراحل الأولى من سلسلة القيمة للهيدروجين، وهي: شركة "مصدر" (التي تركز في أعمالها على الهيدروجين الأخضر) وشركة بترول أبوظبي الوطنية "أدنوك" (التي تنتج الهيدروجين الأزرق). وفي عُمان، تُهيمن شركة النفط العمانية "أوكيو" على إنتاج الهيدروجين، كما أبرم العديد من المطورين المحليين والدوليين اتفاقيات مع شركة هيدروجين عمان "هايدروم" في يونيو 2023 لإنتاج الهيدروجين الأخضر. أمّا في السعودية، فيشهد هذا القطاع مساهمة شركات عديدة؛ حيث تم تأسيس شركة نيوم للطاقة والمياه "إينووا"، وهي كيان مملوك بالكامل لشركة "نيوم"، حيث ستركز "إينووا" على إنتاج الطاقة المتجددة، بما في ذلك الهيدروجين الأخضر. كذلك انخرطت "نيوم" في مشروع مشترك مع شركتي "أكوا باور" و"أير باور". في حين تنشط "أرامكو السعودية" في إنتاج الهيدروجين الأزرق والأمونيا الزرقاء. على ذلك، وقع صندوق الاستثمارات العامة مذكرات تفاهم مع العديد من الشركات العالمية من أجل تطوير شركة رائدة في مجال الهيدروجين الأخضر في السعودية.

#### أصحاب المصلحة في المراحل المتوسطة لسلسلة القيمة

يشير الجزء الئوسط من سلسلة القيمة إلى نقل وتوزيع الهيدروجين. وفي الوقت الحالي، لا يزال هذا الجزء من سلسلة القيمة يخضع للتطوير من قبل متخصصين في جميع أنحاء العالم. وفي دولة الإمارات، تعد شركة "أدنوك" صاحب المصلحة الرئيسي في عملية التوزيع، في حين تتواجد شركة "مصدر" أيضاً في هذا الجزء ولكن بتأثير أقل. وفي عُمان، تقود شركة "هايدروم" مبادرة لتطوير شبكة خطوط أنابيب بطول 2000 كيلومتر، بما يتماشى مع خطط الدولة لإنتاج الهيدروجين الأخضر بمعدل يصل إلى 1.25 مليون طن سنوياً بحلول عام 2030.

# أصحاب المصلحة في المراحل النهائية لسلسلة القيمة

يشير الجزء النهائي من سلسلة القيمة إلى استهلاك الهيدروجين. وبالنسبة لهذه المرحلة، تضم مجموعة أصحاب المصلحة الرئيسيين مصافي التكرير والشركات المنتجة للمواد الكيميائية والصلب. وفي دول مجلس التعاون الخليجي يتمثل هؤلاء في شركات النفط الكبيرة والراسخة في السوق؛ وهي: "أدنوك" في الإمارات، "وأوكيو عُمان" في عُمان، و"أرامكو السعودية" و"سابك" في السعودية. ومع تطور تطبيقات الهيدروجين الأخضر في السوق، قد ينضم المزيد من أصحاب المصلحة، وتحديداً من الصناعات الثقيلة التي يصعب تخفيف انبعاثاتها.

05

# البنية التحتية لتصدير الأمونيا

تُشكّل البنية التحتيّة عاملاً رئيسياً في سيرِ التحوّل نحو الدقتصاد القائم على الهيدروجين الأخضر المحلّي. وفي الوقت الراهن، يتم إنتاج وتخزين ملايين الأطنان من الأمونيا سنوياً، فضلاً عن العمليات التجارية الخاصة بها، حيثُ يمكن استخدام الأمونيا كناقل في عملية تخزين الهيدروجين، مما يُبرر عدم الحاجة إلى إنشاء بنية تحتية مناسبة في أيّ دولة يُقلل من التكلفة الأوّلية الحاجة إلى إنشاء بنية تحتية مناسبة في أيّ دولة يُقلل من التكلفة الأوّلية للتحول إلى الهيدروجين الأخضر. علاوةً على ذلك، فإن وجود عمليات تجارية تتعلّق بالأمونيا من شأنه أن يُسهّل العثور على مشتري الإنتاج الدوليين. وفي دول مجلس التعاون الخليجي، تعد السعودية وقطر والبحرين والإمارات من الدول المصدرة للأمونيا، بحصة سوقية بلغت %16 من تجارة الأمونيا الدولية، توزعت على النحو التالي: 12.6 مليار دولار من التجارة في عام 2021 للسعودية؛ و235 مليون دولار لقطر؛ و188 مليون دولار للبحرين؛ و27.3 مليون دولار للإمارات (مختبر النمو، 2023).

# الطلب الدولي

عزز تنامي الدهتمام العالمي بالطاقة النظيفة من إمكانات إنشاء سوقٍ عالمية للهيدروجين الأخضر. ومن المرجح أن تُعزز السياسات المتعلقة بالمناخ واتفاقيات المناخ الدولية الجديدة الطلب على الهيدروجين النظيف بنوعيه الأخضر والأزرق على حد سواء. إذ يطال تأثير هذا الطلب المتزايد أسعار الهيدروجين النظيف، مما يؤدي إلى استقطاب منتجي الهيدروجين الأخضر لتعزيز حركة الإنتاج والتصدير. والجدير بالذكر أنه وفقاً للنماذج التي وضعتها الوكالة الدولية للطاقة المتجددة "آيرينا"، فإنّ ثلاثة أرباع الهيدروجين الأخضر سيتم إنتاجه واستهلاكه في المنطقة نفسها. أمّا فيما يتعلق بالتجارة العابرة للقارات، فستتركز الأولوية على تجارة الهيدروجين النظيف بين الدول عبر الأنابيب المخصصة عند توافر البنية التحتية المناسبة (آيرينا، 2022ج).

في الوقت الحالي، توجد منطقتان تُشكّلان مركز الطلب على الهيدروجين النظيف، وهما أوروبا وشرق آسيا. في حين ستكون منطقة دول مجلس التعاون الخليجي المنطقة المناسبة لتلبية هذا الطلب، نظراً لموقعها الجغرافي الذي يخوّلها خدمة أسواق هاتين المنطقتين، بطريقة مشابهة لعملية تصدير الوقود الأحفورى.

يهدف الاتحاد الأوروبي إلى الوصول إلى 10 ملايين طن من الهيدروجين المتجدد المحلي و10 ملايين طن من الهيدروجين المتجدد المستورد بحلول عام 2020، بما يتماشى مع خطة الاتحاد الأوروبي المعروفة باسم (REPowerEU) المنشورة في عام 2022 كجزء من استراتيجية الهيدروجين الرامية لتعزيز حركة استيراد وتصدير الهيدروجين في الأسواق الإقليمية والدولية. وبالنسبة إلى صُنّاع السياسات في الاتحاد الأوروبي، يُعتبر الهيدروجين الأخضر أداة أساسية لإزالة الكربون من قطاعي الصناعة والنقل في الوقت الذي تسعى فيه أوروبا إلى تحقيق الحياد الكربوني بحلول عام 2050. وتماشياً مع هذا الهدف، نشرت حكوماتُ أوروبية، من بينها ألمانيا وإيطاليا وفرنسا وهولندا وبلجيكا وإسبانيا والبرتغال والنمسا، استراتيجياتها الخاصة بالهيدروجين التي تنص على التركيز على المدى الطويل. وتتضمن تعريفات الهيدروجين الأخضر متطلبات على الهيدروجين الأخضر أكثر من الأزرق، بحيث يُشكّل القسم الأكبر من الإمدادات على المدى الطويل. وتتضمن تعريفات الهيدروجين أي يجب بناء محطات إضافية دقيقة تفرض تداخلاً زمنياً ومكانياً بين توليد الطاقة المتجددة وإنتاج الهيدروجين، فضلاً عن المتطلبات التقنية الإضافية، أي يجب بناء محطات الطاقة لغرض الدستخدام الخاص بالهيدروجين، مع ضرورة إثبات ذلك (الاتحاد الأوروبي، 2022).

علاوةً على ذلك، يتبنّى الاتحاد الأوروبي آلية التسوية الحدودية المتعلقة بالكربون (CBAM) الرامية إلى معالجة تسرب الكربون، حيث تُعد خطوة محورية نحو مواءمة التجارة الدولية مع الأهداف المناخية الطموحة (حيث يتم تحويل الصناعات كثيفة الانبعاثات إلى مناطق ذات لوائح مناخية أكثر تساهلة). وتفرض هذه التلية ضريبة الكربون على سلع مستوردة مختارة تدخل سوق الاتحاد الأوروبي، بما يتناسب مع الانبعاثات الناتجة أثناء إنتاج هذه السلع. وذلك بهدف ضمان التسعير العادل بين المنتجات المحلية والمستوردة، والحد من تسرب الكربون وتعزيز الممارسات الصديقة للبيئة على صعيد الصناعة العالمية. وستدخل اتفاقية آلية التسوية الحدودية المتعلقة بالكربون حيز التنفيذ بشكل تدريجي، حيث سيتم تطبيقها مبدئياً على واردات بعض السلع المختارة التي ينطوي إنتاجها على انبعاثات كربونية كثيفة مثل الإسمنت والصلب والهيدروجين، ثم ستتوسع لتشمل مجموعة السلع التي تُشكّل أكثر من نصف الانبعاثات في القطاعات الخاضعة لتنظيم الاتحاد الأوروبي. ويتعين على المستوردين إرفاق تقارير تتضمن معلوماتٍ عن الدنبعاثات خلال فترة انتقالية، مع ربط الشهادات بمخصصات نظام الاتحاد الأوروبي لتداول الدنبعاثات، الذي يحدد بدوره سعر الكربون (الاتحاد الأوروبي، 2023).

يبدو واضحاً أنّ سوق شرق آسيا للهيدروجين يسيرُ وفق نهجٍ يختلف عن سوق القارة الأوروبية؛ فقد كانت اليابان أول دولة تضع استراتيجيةً وطنية للهيدروجين في عام 2017، كما سنّت جمهورية كوريا أول قانون للهيدروجين في العالم في عام 2021. ووفقاً لأحدث خططها، تطمح اليابان إلى تأمين 3.5 مليون طن سنوياً من الهيدروجين بحلول عام 2030 من الستيراد والإنتاج المحلي. أما بالنسبة لجمهورية كوريا، فالهدف هو الوصول إلى 4 مليون طن هيدروجين بحلول عام 2030، و28 مليون طن هيدروجين بحلول عام 2050 (وكالة الموارد الطبيعية والطاقة، 2023؛ وزارة التجارة والصناعة والطاقة في كوريا، و201). وتماشياً مع هذه الأهداف، تُعزز الشركات اليابانية والكورية الجنوبية ترويجها لخطط الهيدروجين النظيف، ولكن ينقصها التدقيق في استدامة استيراد الهيدروجين؛ حيث تفتقر اليابان وكوريا، إلى التعريفات المحددة للهيدروجين النظيف مما يؤدي إلى استيراد الهيدروجين الشركات الأخرى من الهيدروجين ومشتقاته دون التأكد من استدامة هذه المواد على المدى الطويل (وكالة الموارد الطبيعية والطاقة، 2023).

في الوقت نفسه، من المتوقع أن تأتي الصادرات من المناطق التي تمتلك إمكانات ضخمة لإنتاج الطاقة المتجددة، مثل دول مجلس التعاون الخليجي، بالإضافة إلى أستراليا وتشيلي وشمال أفريقيا. ونظراً للإمكانات الهائلة في هذه المناطق الموزعة حول العالم، فإنّ احتكار تجارة الهيدروجين في منطقة دون أُخرى يُعد أمراً مستبعداً. وبدلاً من ذلك ستنشأ منافسة مُحتدمة على تصدير الهيدروجين تفوق التنافس في تصدير الوقود الأحفوري.

تُشكّل مشاركة الحكومات وانخراط صنّاع القرار الوطني في مبادرات الهيدروجين الأخضر حجر الأساس لتطور ديناميكيات التجارة، حيث تحتاج دول مجلس التعاون الخليجي إلى خطة تصدير مُحكمة تُركّز على مصلحة المنطقة على الصعيد المحلّي إذا ما أرادت أن تتبوّأ مكانة رياديّة في سوق الهيدروجين العالمي. مع إتاحة المجال للنمو المطّرد لسوق الهيدروجين بغض النظر عن التقلّبات الجيوسياسية التي تطال المنطقة.



الشكل 5.4 حالة سياسات الهيدروجين الأخضر في دول مجلس التعاون الخليجي

05

# 5.3 أُطر السياسات الخاصة بالهيدروجين النُخضر

حددت خمس دول من أصل ست من دول مجلس التعاون الخليجي أهدافها المتعلقة بالحياد المناخي. وصاغت ثلاث دول – عُمان والسعودية والإمارات – – استراتيجياتها الخاصة بتحقيق الحياد المناخي محددةً الأهداف التي يجب أن تسير وفقها قرارات الاستثمار. في حين وضعت دولتان – عُمان والإمارات استراتيجيات مخصصة للهيدروجين؛ حيث تمتلك الإمارات سياساتٍ قيد التنفيذ فيما يخص الهيدروجين (الشكل 5.4). وفي ظل وجود الكثير من الإمكانات غير المُستغلَّة في المنطقة، والاستراتيجيات قيد التطوير التي لم تُبصر النور بعد، فإن المنطقة تعِدُ بقدرات كبيرة على التطور في ضوء السنوات المقبلة، مع اتخاذ المزيد من الإجراءات والسياسات الملموسة التي تصب في مصلحة أهدافها.

#### عُمان

تعمل عُمان على تطوير قدراتها فيما يتعلق بتصدير الهيدروجين. ويجمع التحالف الوطني للهيدروجين (المعروف باسم "هاي فلاي")، الذي تم تشكيله في عام 2021، 15 كياناً من القطاعين العام والخاص لدعم إنتاج الهيدروجين المتجدد ونقله واستخدامه. وفي عام 2022، كشفت السلطنة عن استراتيجيتها الخاصة بالهيدروجين الأخضر، التي تهدف إلى إنتاج الهيدروجين الأخضر وفق الأرقام التالية: 1.25-1 مليون طن بحلول عام 2030، و-3.75 مليون طن بحلول عام 2050، الأمر الذي يتطلب استثماراً يقدر بنحو 140 مليار دولار بحلول عام 2050 (وزارة الطاقة والمعادن، 2022ب).

تم اختيار ثلاث مناطق ساحلية، هي الدقم وظفار والجازر، لإنتاج الهيدروجين المتجدد على مساحة 50 ألف كيلومتر مربع، حيث تضمن هذه المساحة إنتاج ما يصل إلى 25 مليون طن من الهيدروجين الأخضر سنوياً من خلال الاستعانة بـ 500,000 ميجاواط من القدرة المتجددة. حيث سيُلبّي هذا الإنتاج من الهيدروجين الدحتياجات المحلية مع إمكانية التصدير إلى أوروبا وآسيا بشكل رئيسي. وتشرف شركة هيدروجين عُمان (هايدروم)، وهي شركة مستقلة تابعة لشركة تنمية طاقة عُمان، على تنفيذ الاستراتيجية، وهيكلة المشاريع، وتخصيص الأراضي، وتطوير البنية التحتية، والإشراف على تنفيذ المشاريع، وتعزيز الصناعات ذات الصلة.

تم الإعلان عن الجولة الأولى من المزاد العلني الخاص بتطوير وإطلاق مشاريع الهيدروجين الأخضر في نوفمبر 2022 في عُمان. وفي يونيو 2023، أعلنت شركة هايدروم عن ترسية خمسة مشاريع للهيدروجين الأخضر كجزء من جولة المزاد الأولى. وستغطي هذه المشاريع مساحة 1,600 كيلومتر مربع من الأراضي في ولاية الدقم، بقدرة 18.5 جيجاواط من الطاقة المتجددة وإنتاج متوقع يبلغ 750 كيلو طن متري من الهيدروجين الأخضر. وتمتد فترة الاتفاقيات طوال 47 عاماً، حيث تم تخصيص 7 أعوام منها لبناء وتطوير المشاريع والـ 40 عاماً التالية للتشغيل (وزارة الطاقة والمعادن، 2022ج).

#### السعودية

تُعد السعودية أكبر دول مجلس التعاون الخليجي مساحةً، وتتمتع بمكانة استراتيجية استثنائية في قطاع الهيدروجين بفضل مواردها وتقنياتها وشراكاتها العالمية، مما يمكّنها من الدضطلاع بدور رئيسي في إنتاج وتوريد الهيدروجين. وفي عام 2021، أعلنت المملكة عن هدفها المتمثل بإنتاج ما يصل إلى 4 مليون طن من الهيدروجين بحلول عام 2030، معتمدةً على تقنيات إنتاج كل من الهيدروجين الأخضر والأزرق (مبادرة السعودية الخضراء، 2023). ويستهدف مشروعها الأول للهيدروجين الأخضر في نيوم، شمال غرب البلاد، إنتاج 240 كيلو طن متري من الهيدروجين و1.2 مليون طن من الأمونيا بحلول عام 2026، حيث تُعتبر "نيوم" بمثابة مركز إقليمي لتطوير الهيدروجين الأخضر (أكوا باور، 2023ج) (انظر الإطار 5.3). كما تهتم المملكة بالأمونيا الزرقاء، التي يتركز إنتاجها في شرق البلاد، باستخدام الأصول الحالية الخاصة بالتقاط الكربون واستخدامه وتخزينه وموارد الغاز الطبيعي.

# الإمارات

تُعتبر الإمارات واحدةً من دول مجلس التعاون الخليجي التي تمتلك استراتيجية وطنية للهيدروجين (حكومة الإمارات العربية المتحدة، 2023د). حيث تشمل أهداف هذه الاستراتيجية إنشاء اقتصاد هيدروجين قوي قادر على دعم إزالة الكربون على مستوى الدولة، وتعزيز الاستثمار اللجنبي المباشر، إلى جانب توفير فرص العمل ورفع مستوى مهارات القوى العاملة. والهدف من ذلك يتلخّص في ترسيخ مكانة الإمارات كمنتج ومصدر عالمي رائد للهيدروجين النظيف، وتطوير سلسلة توريد مرنة خاصة بالهيدروجين من شأنها أن تدفع عجلة نمو الصناعة المحلية. علاوةً على ذلك، تخطط الإمارات لإنتاج 1.4 مليون طن من الهيدروجين الأزرق)، و7.5 مليون طن بحلول عام 2031 (1 مليون طن من الهيدروجين أهميةً متساوية لكل من الهيدروجين الأخضر والأزرق، مع إدراك عام 2040. وتُولي الاستراتيجية الوطنية للهيدروجين أهميةً متساوية لكل من الهيدروجين الأخضر والأزرق، مع إدراك أهمية ودور أنواع أخرى من الهيدروجين (التحليل الكهربائي من الطاقة النووية أو "الهيدروجين الوردي"، الانحلال الحراري للغاز الطبيعي، أو "الهيدروجين الفضر الداكن").

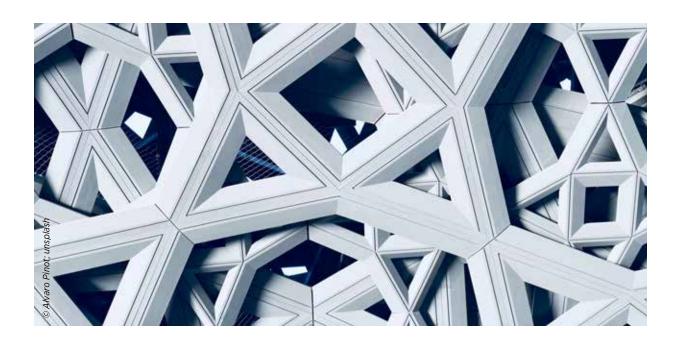
لتحقيق هذه المساعي، تدرك الإمارات أن الأولوية تتمثل في إرساء المعايير المناسبة ووضع السياسات واللوائح التي تعزز ثقة المستثمرين وتنشط سوق الهيدروجين في الدولة، فضلاً عن ضرورة وجود إطار تنظيمي واضح لجميع مراحل سلسلة التوريد، بدءاً من عملية الإنتاج وحتى وصول المنتج لمرحلة الدستخدام النهائي. بالإضافة إلى ما سبق، تُدرك الدولة مزاياها الدستثنائية المتمثلة في امتلاكها موارد طبيعية كبيرة، مثل الإشعاع الشمسي واحتياطيات الغاز، والخبرة الصناعية القائمة والروابط التجارية الراسخة.

تُساهم العوامل آنفة الذكر في جعل الإمارات تتبوّأ موقعاً يؤهلها للاستفادة من سوق الهيدروجين الناشئ، والمساهمة في إزالة الكربون على الصعيد العالمي. كما تتوقع الدولة نمو الطلب في صناعاتٍ محددة، مثل الألمنيوم والصلب والطيران، مما يمهّد أمامها الطريق لزيادة إنتاجها من الهيدروجين. ويُشكّل الطلب المحلي دافعاً رئيسياً لإنتاج أكثر من 10 مليون طن من الهيدروجين الأخضر بحلول عام 2050، في حين تتراوح فرص التصدير بين 8.8 و9.6 مليون طن بحلول عام 2050 بما يتماشى مع الاستراتيجية الوطنية. ومع ذلك، تجدر الإشارة إلى أن سوق التصدير سيشمل في المقام الأول المواد الكيميائية والمنتجات الصناعية مثل الأمونيا والوقود الاصطناعي والصلب الأخضر. كما أبرمت الدولة العديد من مذكرات التفاهم فيما يخص صادرات الهيدروجين المستقبلية.

# 5.4 المشاريع الحالية

يتم تنفيذ معظم مشاريع الهيدروجين الأخضر والأزرق في جميع أنحاء العالم ضمن محطات ذات قدرة صغيرة؛ على سبيل المثال، بقدرة تحليل كهربائي تبلغ 10 ميجاواط. ويرجع ذلك إلى محدودية المعرفة بهذه التقنيات والحاجة إلى اختبارها والتحقق منها، فمعظم المشاريع في هذا الشأن هي مشاريعٌ تجريبية في أوروبا وشرق آسيا وأستراليا، حيث تخصص أربع دولٍ فقط، وهي الصين وألمانيا وإسبانيا وأستراليا (حسب ترتيب القدرة المخططة)، ما يصل إلى %50 من 1,600 ميجاواط من القدرة المخططة أو المركبة للتحليل الكهربائي في المشاريع التجريبية. (الوكالة الدولية للطاقة، والوكالة الدولية للطاقة المتجددة، أبطال الأمم المتحدة رفيعي المستوى في مجال تغير المناخ، 2023).

أما في دول مجلس التعاون الخليجي، يتم تنفيذ أكبر مشاريع الهيدروجين منخفض الكربون في عُمان والسعودية والإمارات وقطر (الجدول 5.2). ويُعتبر مشروع "الهيدروجين الأخضر"، بقدرة 1.25 ميجاواط، في مجمع محمد بن راشد آل مكتوم للطاقة الشمسية في دبي – الإمارات، المشروع الوحيد للهيدروجين الأخضر الذي دخل حيز العمل اعتباراً من عام 2023، مع الإشارة إلى وجود مشاريع أُخرى يجري تطويرها للعمل ضمن نطاق القدرة الإنتاجية المقدّرة بالجيجاواط.



05

يعكس وجود هذا العدد الكبير من المشاريع الدهتمام الكبير بالهيدروجين الأخضر في أسواق دول مجلس التعاون الخليجي. ويرى المطورون أن الفرصة سانحة أمامهم ليصبحوا منتجين للهيدروجين الأخضر لتلبية الطلب المحلي وفرص التصدير على حدٍ سواء. ومع ذلك، تجدر الإشارة إلى أن هذه المشاريع لا تزال قيد الدراسة/ الإعلان، وسط توقعاتٍ بوصولها إلى مرحلة قرار الدستثمار النهائي. ويُعد مشروع هيليوس-نيوم في السعودية خير مثال على ذلك، حيث وصل إلى مرحلة قرار الدستثمار النهائي (انظر الإطار 5.3).

الجدول 5.2 لمحة عامة عن مشاريع مختارة من مشاريع الهيدروجين الأخضر والأزرق ضمن نطاق الجيجاواط في دول مجلس التعاون الخليجي.

الحالة	التحويل	التقنية المتجددة	<b>الإنتاج</b> كيلو طن (سنوياً)	<b>القدرة</b> (ميجاواط)	الشركاء الآخرون	المطوّر الرئيسي	البلد	اسم المشروع
دراسة الجدوى	الأمونيا	الطاقة الشمسية الكهروضوئية الرياح +	809	4 700	غیر متوفر	أوكيو، إنتركونتيننتال للطاقة، إنترتك، شركة شل	عُمان	○ عمان للطاقة الخضراء
قيد الإنشاء	الأمونيا	الطاقة الشمسية الكهروضوئية الرياح +	650	4 000	تیسین-جروب، هالدور توبسو	أكوا باور، نيوم، إير برودكتس	السعودية	○ محطة هيليوس-نيوم للهيدروجين الأخضر
دراسة الجدوى	الأمونيا	الطاقة الشمسية الكهروضوئية	غیر متوفر	2 000	غیر متوفر	مجموعة «طاقة»، موانئ أبوظبي	 الإمارات	○ مشروع «طاقة» وموانئ أبوظبي المشترك
قيد التطوير	الأمونيا	الطاقة الشمسية الكهروضوئية	40 (المرحلة 2)	800	موانئ أبوظبي، تيسين كروب، بترولين كيمي، كيبكو سامسونج سي KWP2 ،أند تي	هيليوس للصناعة	البمارات	© مشروع هيليوس للصناعة
مذكرة تفاهم	الأمونيا	غیر متوفر	غیر متوفر	غیر متوفر	تيسين كروب إيه جي، شركة اتحاد المقاولين	قطر للطاقة، صناعات قطر، شركة قطر للأسمدة الكيماوية (قافكو)	قطر	O مشروع الأمونيا - 7
غیر متوفر	غیر متوفر	غیر متوفر	غیر متوفر	غیر متوفر	غیر متوفر	هيئة الطاقة المستدامة	البحرين	مشروع مشروع هيئة الطاقة لمستدامة

الهيدروجين الأخضر
 الهيدروجين الأزرق

# الإطار 5.3 إنتاج الهيدروجين الأخضر في نيوم، السعودية

خصصت المملكة العربية السعودية منطقة نيوم في الجزء الشمالي الغربي من المملكة كمركز للتنمية المستدامة؛ ويشمل ذلك تطويرها كمركز لإنتاج الهيدروجين الأخضر. ومن المتوقع أن تبلغ القدرة الإنتاجية للمشروع قرابة 600 طن يومياً من الهيدروجين الأخضر بحلول نهاية عام 2026. وهذا من شأنه أن يوفر الطلب على 4 جيجاواط من الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، والبطاريات، وذلك باستخدام أكثر من 2.2 جيجاواط من قدرة التحليل الكهربائي للهيدروجين (شيتويند، 2023).

في يناير 2023، منحت وزارة الصناعة والثروة المعدنية في السعودية المشروع رخصة تشغيلٍ صناعي. وفي شهر مارس، تم الحصول على موافقة المستثمر لبدء البناء، ليصل المشروع إلى مرحلة قرار الدستثمار النهائي في يونيو. وتشمل الشراكة التي حملت مسمّى "نيوم للهيدروجين الثخضر" شركة "نيوم"، وشركة "إير برودكتس" الأمريكية، وهي شركة أمريكية متخصصة في الغازات الصناعية (وتُعتبر المسؤولة عن تنفيذ أعمال الهندسة والمشتريات والبناء)، إلى جانب الشركة السعودية "أكوا باور". وقد تم تمويل المشروع رسمياً من قبل 23 جهة مُقرِضة محلية وإقليمية ودولية بقيمة 8.4 مليار دولار. ويعد هذا المشروع الأول من نوعه في العالم لإنتاج الهيدروجين على نطاق واسع، الذي يصل إلى مرحلة قرار الدستثمار النهائي (بولي، 2023).

من النقاط الرئيسية التي تميز هذا المشروع عن غيره من المشاريع وجود اتفاقية شراء حصريّة طويلة الأجل مؤمّنة مع المطور المشارك "إير برودكتس". وتُعد اتفاقية شراء الإنتاج الموقعة خطوةً مهمة لمشاريع الهيدروجين، نظراً لئهميتها في اجتذاب الدستثمارات وتأمين الديون إلى جانب تقليل ملف المخاطر. ويخطط المطورون لتوزيع الأمونيا المنتجة على مراكز الطلب العالمية، مع التركيز بشكل خاص على شمال أوروبا، لتلبية احتياجات قطاعي النقل والصناعة.

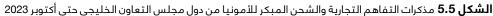
# مذكرات التفاهم والشحنات المبكرة

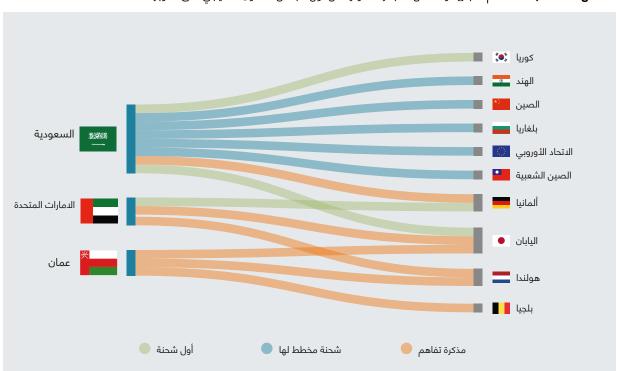
لدى الإمارات وعُمانُ والسعودية مذكرات تفاهم وشراكات لتصدير الأمونيا الزرقاء أو الخضراء إلى البلدان الشريكة (الشكل 5.5). وفي حين أن مذكرات التفاعل، وتفتر عادةً إلى الالتزامات التفصيلية، إلا أنها تضع إطاراً للعمل المشترك في المستقبل، وتشير إلى اهتمام المستثمرين، وتحدد أشكال التفاعل، وأساليب التنسيق، والأطراف المسؤولة وغيرها من الجوانب الأساسية. علاوة على ذلك، يُشكِّل إبرام مذكرة التفاهم حجر الأساس للتعاون المستقبلي. ورغم أن مذكرات التفاهم لا تُشكل ضرورةً مُلحّة لبدء تجارة الهيدروجين المادي أو التقنيات ذات الصلة، إلا أنها تسهل التعاون. وقد كانت ألمانيا واليابان أكثر الشركاء الأجانب نشاطاً بالنسبة للمنتجين (المحتملين) في دول مجلس التعاون الخليجي، فضلاً عن وجود دول أخرى تستكشف هذا النوع من الشراكات.

علاوةً على ذلك، نمّذت كل من الإمارات والسعودية أول شحنات الأمونيا؛ حيث شحنت السعودية 40 طناً من الأمونيا كوقود إلى اليابان في عام 2020. وتمتد شبكة إمدادات الأمونيا السعودية - اليابانية عبر سلسلة القيمة الكاملة، متضمنةً عملية تحويل المواد من أجل استخدامها في توليد الطاقة في اليابان. ومع ذلك، تم استخدام الـ 50 طناً من ثاني أكسيد الكربون التي تم التقاطها خلال العملية في إنتاج الميثانول وفي الدستخلاص المعزز للنفط في حقل العثمانية التابع لأرامكو. وتجدر الإشارة إلى أنه لا توجد لوائح تنظيمية (كما هو الحال في الاتحاد الأوروبي والمملكة المتحدة والولايات المتحدة) تسمح باعتبار هذه الأمونيا منخفضة الكربون أو زرقاء، حيث يتم استخدام الكربون الملتقط مرة أخرى (أرامكو، 2020؛ براون، 2020؛ الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، 2023).

وقد تنطوي عملية الاستخلاص على صعوباتٍ سببها أنّ ثاني أكسيد الكربون الملتقط لا يتم عزله فعلياً، ففي حالة التقاط ثاني أكسيد الكربون وتخزينه للاستخدام في الاستخلاص المعزز للنفط، قد ينتج عن ثاني أكسيد الكربون الذي تم التقاطه في بداية العملية مستوياتٍ مماثلة من انبعاثات الكربون بسبب النفط الذي يتم استخراجه لاحقاً. وبالمثل، في حالة إنتاج الميثانول، من المتوقع أن يتم إطلاق ثاني أكسيد الكربون الملتقط مرةً أخرى إلى الغلاف الجوي عند استخدام الميثانول كوقود (أرامكو، 2020؛ براون، 2020).







تم تصدير شحنات مماثلة من الإمارات إلى ألمانيا ومن السعودية إلى كوريا. وتجدر الإشارة إلى أن شحنات الأمونيا ليست جديدة، حيث يتم شحن الأمونيا على مستوى العالم، ولقد بلغت القيمة الإجمالية للتجارة بها 10.4 مليار دولار في عام 2021. وتعتبر السعودية ثالث أكبر مصدر للأمونيا في العالم، حيث تبلغ حصتها %15 من إجمالي التجارة (ما يعادل 1.47 مليار دولار) (مرصد التعقيد الاقتصادي، 2023). وسيْحدث شحن كميات كبيرة من الأمونيا الخضراء نقلة نوعيةً لافتة كما هو الحال اليوم مع الأمونيا الرمادية.

## 5.5 توجه دول مجلس التعاون الخليجي نحو سوق الهيدروجين الأخضر

لد يزال سوق الهيدروجين الأخضر في مراحله الأولى سواء ضمن دول مجلس التعاون الخليجي أو على الصعيد الدولي، وتتمتع دول المجلس بإمكانيات هائلة تؤهلها لتصبح لدعباً إقليمياً رئيسياً في هذا القطاع. ويمكن العثور على تقييمات شاملة للسياسات التي تدعم الهيدروجين الأخضر في تقرير "الهيدروجين الأخضر: دليل لصنع السياسات" الصادر عن الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (2021هـ). وتشمل بعض السياسات الرئيسية المهمة لمنطقة مجلس التعاون الخليجي ما يلي:

# التغلب على فجوة الأسعار بين الهيدروجين الرمادي والأخضر والمنتجات الخضراء

يعدُّ الهيدروجين الأخضر المنتج في دول مجلس التعاون الخليجي أقل تكلفةً مقارنة بالمناطق الأخرى، إلا أنه ليس منافساً من حيث التكلفة للهيدروجين الرمادي لسببين: أولاً، لأن إنتاج الهيدروجين الأخضر ومواده يتطلب استثمارات كبيرة في التقنيات والبنى التحتية الجديدة، وستُكبِّد هذه الاستثمارات الدول تشغيلية وتكاليف مواد خام أعلى من تلك التي يتطلبها الهيدروجين الرمادي، بالإضافة إلى تكاليف النقل (آيرينا، 2022ب، 2022ب). ثانياً، لأن الوقود الأحفوري يتمتع بأسعار منخفضة جداً للصناعات المحلية في جميع أنحاء دول مجلس التعاون الخليجي. ويمكن لهذه العوامل أن تقلل من اهتمام المستثمرين، خاصة في صناعات مثل الصلب والمواد الكيميائية التي تتطلب رأس مال مرتفع وتحقق هوامش ربحٍ منخفضة، حيث تعتبر المشاريع الضخمة وذات الموارد المنخفضة التكاليف الخيار الأمثل للاستثمار.

ويتطلب التحوّل نحو الهيدروجين الأخضر تحليلاً ودراسة دقيقتين، كما يستدعي تنسيق الجهود وتوحيدها على الصعيد المالي والاقتصادي والإداري. وتسهم السياسات الهادفة مثل فرض تفويضات أو حوافز مالية على بعض الصناعات في إنشاء سوق للهيدروجين الأخضر في دول مجلس التعاون الخليجي، كما يمكن للإجراءات المختلفة مثل الإصلاحات في أسعار الطاقة المحلية للوقود الأحفوري المستخدم في الصناعات، أو وضع سقف للانبعاثات في الصناعات، أو فرض سعر للكربون أن تكون جميعها بمثابة أدوات مناسبة للتوسع في مشاريع إنتاج الهيدروجين الأخضر في المنطقة.

وتتمتع دول مجلس التعاون الخليجي بمجموعة من العوامل التي تسهم في خفض تكلفة رأس المال بشكل عام مما يجعلها وجهة جذابة للاستثمارات الأجنبية في مشاريع الهيدروجين الأخضر، ومن بينها الجغرافيا الفريدة لدول المجلس، وامتلاكها مستويات عالية من الإشعاع الشمسي، ومساحات كبيرة من الأراضي المفتوحة، فضلاً عن امتلاكها مصادر جيدة للتمويل تزداد بفضل الدعم المالي الحكومي والاستثمارات المباشرة.

# تعزيز ثقة المنتجين بالسوق

يشعر المنتجون المحتملون للهيدروجين الأخضر في دول مجلس التعاون الخليجي بالقلق إزاء عدم ثقتهم في الأسواق المستقبلية للهيدروجين الأخضر، سواء كانت محلية أم خارجية. وتحيط الشكوك بمستقبل تكنولوجيا الهيدروجين الأخضر في المنطقة وترتبط ارتباطاً وثيقاً باعتماد الدول على تصدير الهيدروجين إلى أسواق وصناعات محددة مما يؤدي إلى انعدام الثقة بدوره الاقتصادي. وهذا الاعتماد يجعل المنطقة عرضة لتقلبات السوق العالمية وقلة الطلب. ويتطلب التغلب على هذه العقبات إجراء تقييمات دقيقة لتكاليف المشاريع، ووجود خطط وأهداف حكومية واضحة، بالبضافة إلى سياسات داعمة لتنفيذ المشاريع. وعلى سبيل المثال، فإن وضع هدف محدد لاستخدام الهيدروجين الأخضر في الصناعات، وفرض حدود على انبعاثات الكربون، والمطالبة بالاستثمار في سلاسل التوريد المستدامة، من شأنه أن يدفع الصناعات إلى توظيف هذه التكنولوجيا الجديدة، ويتعين على الدول الإفصاح عنها بوضوح وبشكل مبكر، تماماً مثل اتفاقات تصدير الهيدروجين الأخضر التى شجعت على استخدامه.

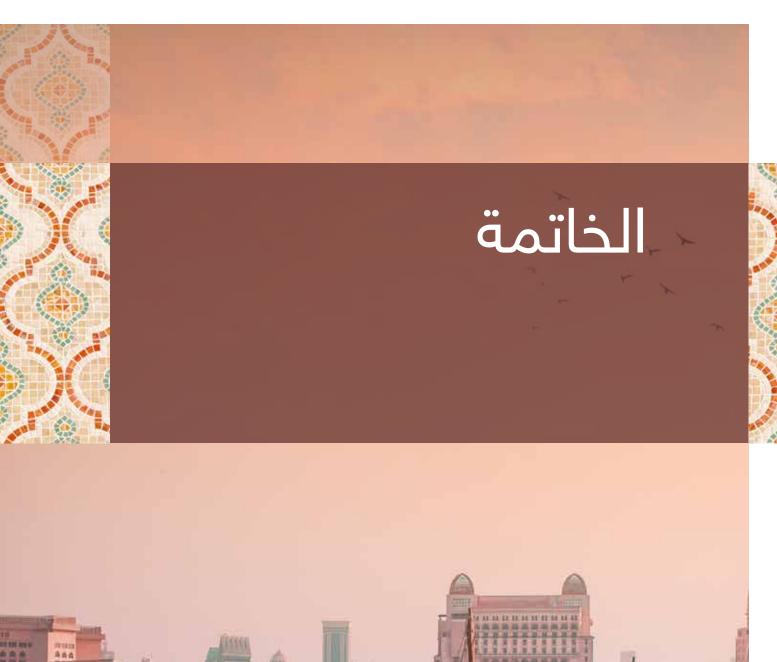
# اعتماد وتنفيذ سياسات أكثر طموحاً

يسهم وجود سياسات طموحة في تطوير الهيدروجين الأخضر بشكلٍ كبير. وتوجد في دول مجلس التعاون الخليجي فجوات كبيرة في الأسعار بين الوقود الأحفوري والطاقة النظيفة، ومن الممكن أن تساعد السياسات الطموحة في سد الفجوة عبر توفير حوافز للمنتجين. وتلعب الأهداف المناخية الطموحة التي ترمي إلى بلوغ الحياد المناخي إضافة إلى المشاركة في المناقشات المستمرة مع صانعي السياسات دوراً حاسماً في تقدّم مشاريع الهيدروجين الأخضر. ويدعم إجراء تقييم شامل للتكلفة المحتملة للمشاريع وتنفيذ سياسات فعّالة التحوّل إلى الهيدروجين الأخضر، ويمكن أيضاً للاستثمارات الحكومية المباشرة التي تنفذها دول مجلس التعاون الخليجي أن تدفع عجلة النمو لهذه المشاريع.

# تمكين البحث والتطوير ورأس المال البشري

يتطلب إنتاج الهيدروجين الأخضر والمواد اللازمة له معرفة تقنية كبيرة وقوى عاملة مؤهلة تتمتع بالمهارات اللازمة لدعم تحوّل الصناعات نحو الهيدروجين الأخضر في دول مجلس التعاون الخليجي. ويمكن للمنطقة توجيه القوى العاملة لدعم الجهود الجارية لتحقيق التنويع الاقتصادي، ودعم التحوّل نحو الاقتصاد القائم على المعرفة، وتوفير فرص عمل جديدة لجيل الشباب من مواطني دول مجلس التعاون الخليجي. ويمكن للمؤسسات البحثية تطوير مشاريع تجريبية للهيدروجين الأخضر بدعم مالي من الحكومات والمبادرات مثل بعثة الهيدروجين النظيف، 21 التي من الممكن أن تساعد في تعزيز توظيف تكنولوجيا الهيدروجين الأخضر في منطقة دول مجلس التعاون الخليجي.

<sup>21</sup> بعثة الدبتكار هي مبادرة عالمية تضم 23 بلداً والمفوضية الأوروبية، تهدف إلى تمكين البحث والتطوير في مجال تقنيات الطاقة النظيفة، كما تهدف إلى توفير الطاقة النظيفة بأسعار معقولة مع إمكانية إتاحتها للجميع. وقد شكلت بعثة الدبتكار تحالفات بين القطاعين العام والخاص، تسمى البعثات ين البلدان والشركات والمستثمرين والمؤسسات البحثية، بهدف تسريع الدبتكار. وتهدف بعثة الهيدروجين النظيف إلى زيادة القدرة التنافسية للهيدروجين النظيف من حيث التكلفة عبر خفض كافة التكاليف التي تتعلق بالهيدروجين النظيف إلى 2 دولار للكيلوجرام الواحد بحلول عام 2030. كما تهدف المبادرة إلى إنشاء 100 وادي هيدروجين كبير ومتكامل في جميع أنحاء العالم بحلول عام 2030. (الوكالة الدولية للطاقة، الوكالة الدولية للطاقة المناخ 2023).





مضى نصف قرن على تأسيس مجلس التعاون الخليجي، وتعتبر دول المجلس اليوم من أسرع الدول نمواً وأكثرها ثراءً في منطقة الشرق الأوسط. وكان لقطاع الطاقة الدور الأبرز في تقدّم هذه الدول واكتساب الثروات. وتعود الحصة الأكبر من الثروات في المنطقة لهذا القطاع الحيوي والمخزون العالي الذي تمتلكه من موارد الوقود الأحفوري. وأصبحت مصادر الطاقة المتجددة تشكّل جزءاً من موارد هذا القطاع نظراً للجهود التي بذلتها الدول لدمجها مع مصادرها من الطاقة، وسعيهم للمشاركة الفعّالة في المناقشات والمنتديات العالمية التي تسعى لمعالجة قضايا المناخ.

وقد لعب الوقود الأحفوري دوراً محورياً وفعّالاً في ازدهار المنطقة في الماضي واليوم تتجه الأنظار نحو مصادر الطاقة المتجددة لتتولى مهمة رسم معالم مستقبل الطاقة في دول مجلس التعاون الخليجي. وأدت الموارد الهائلة للطاقة الشمسية والمناخ الملائم للاستثمار في الطاقة المتجددة إلى انخفاض في أسعار مشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية والطاقة الشمسية الكهروضوئية قادرة على المنافسة من حيث التكلفة مع جميع تقنيات الطاقة الأخرى في المنطقة. ولقد عكس توظيف مصادر الطاقة المتجددة من قبل كل من الإمارات والسعودية وعُمان، وغيرها من دول المنطقة، النجاح والتقدّم الكبير الذي أحرزته هذه الدول؛ بعد أن أمضت ما يقارب عقداً من الزمن في الاعتماد على الوقود الأحفوري بشكل حصري.

تُبشّر الاستثمارات في مجال الطاقة المتجددة في دول مجلس التعاون الخليجي بتحقيق نمو ملحوظ، لا سيما في ظل التدابير المكثفة والمبادرات الطموحة لمواجهة تغير المناخ. وتأخذ كيانات القطاع العام مثل صناديق الثروة السيادية وهيئات الاستثمار، زمام المبادرة في دعم نمو قطاع الطاقة من خلال الاستثمار الاستراتيجي في المشاريع والشركات عبر سلاسل قيمة الطاقة المتجددة. كما أبدت البنوك والمؤسسات المالية الأخرى، سواء داخل المنطقة أو على مستوى العالم، استعدادها لتمويل مصادر الطاقة المتجددة، ولا سيما مشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية الضخمة، مما يجعلها اليوم قادرة على توليد الكهرباء بأسعار منافسة. علاوةً على ذلك، تعمل كيانات من القطاعين الخاص والعام في منطقة دول مجلس التعاون الخليجي على توسيع استثماراتها في مصادر الطاقة المتجددة خارج الحدود الإقليمية، بهدف كسب الأرباح ودعم تحقيق التنمية في الدول الشريكة. وتغطي هذه المبادرات مجموعة واسعة من الأنشطة بما في ذلك تطوير المشاريع والتصنيع والبحث والتطوير.

# فرص تطوير السياسات المناخية

شهدت دول مجلس التعاون الخليجي تطوراً في سياساتها الوطنية والتزاماتها المتعلقة بالمناخ خلال السنوات الأخيرة. ولقد أدركت دول المجلس أهمية قضايا المناخ حيث استحوذت سياسة المناخ على اهتمام متزايد في السياسات الوطنية في قطاع الطاقة والبيئة بمختلف دول المجلس، مما دفع الدول إلى وضع أهداف أكثر طموحاً في خططها واستراتيجياتها الإنمائية الوطنية والالتزام بالمبادرات المناخية مثل اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ. وكان الدافع وراء هذه الجهود الأخيرة - التي بذلتها بعض دول مجلس التعاون الخليجي - للتحرك نحو نموذج أكثر تنوعاً ومنخفض الكربون وقائماً على المعرفة والكفاءة في استخدام الموارد يرجع إلى زيادة الطلب على النفط والغاز، ووجود المؤهلات الاقتصادية، والرؤى الوطنية الطموحة. وسيتم تطبيق هذه المبادرات في المنطقة بالاعتماد على التكنولوجيا والابتكار، فضلاً عن إقامة تحالفات في مجالات جديدة، مثل تجارة الهيدروجين والكربون، الأمر الذي سيعود بالنفع على أصحاب المبادرات والمنطقة ككل.

لقد جسّد انعقاد مؤتمر الأطراف COP28 في دولة الإمارات في ديسمبر 2023 تنامي اهتمام بعض دول المنطقة بتعزيز مكانتها ليس فقط كمنتجين تتقليديين للوقود الأحفوري، ولكن أيضاً كمضيفين للمفاوضات حول أطر العمل الدولية الناشئة في مجال العمل المناخي. ويبقى السؤال المطروح هو ما إذا كانت المنطقة ستنتقل من مرحلة وضع الأهداف إلى التنفيذ، خاصة في المجالات الحيوية مثل الحد من انبعاثات غازات الدفيئة، وتحسين كفاءة الطاقة، وزيادة استخدام مصادر الطاقة المتجددة.

إن تطوير برامج وسياسات مناخية متماسكة ومبادرات شاملة والتعاون مع الدول الكبرى العاملة في مجال المناخ في مؤتمر الأطراف COP28 من شأنه أن يؤهل منطقة مجلس التعاون الخليجي لتضطلع بدور حاسم في معالجة آثار تغير المناخ. فعلى سبيل المثال، سيساهم وجود إطار متسق للعمل المناخي لدول مجلس التعاون الخليجي في معالجة قضايا المناخ على المستوى الوطني والإقليمي، وسيدعم أيضاً تحوّل الطاقة عالمياً، من خلال تبادل المعارف والأبحاث والتقنيات الخاصة بالمنطقة، وبالتالي الحفاظ على درجة الحرارة عند حد 1.5 درجة مئوية الذي حدده اتفاق باريس. ورغم أن دول مجلس التعاون الخليجي معرضة لتغير المناخ بسبب درجات الحرارة الشديدة في الصيف والمناخ الجاف، لكنها تتمتع بخبرة كبيرة للتكيف مع التغير المناخي، كما توظف خبراتها في المفاوضات الدولية؛ مما يسهم في إثراء وإنجاح الاتفاقيات الدولية المعنية بالمناخ.

# فرص إنتاج الهيدروجين الأخضر

يُعدّ انتاج الهيدروجين الأخضر فرصة عظيمة لدول مجلس التعاون الخليجي، لا سيما عُمان والسعودية والإمارات، نظراً لامتلاكها المساحات الوفيرة واهتمامها الواضح بهذه التكنولوجيا. وستساهم قراراتهم الاستراتيجية التي يتخذونها اليوم في رسم ملامح مستقبل قطاعات الهيدروجين لديهم لعقود قادمة. ويتعين على الدول الاختيار بين خيارين: الهيدروجين الأزرق أو الأخضر. وتجدر الإشارة إلى أنه يتم إنتاج الهيدروجين الأزرق (أو منخفض الكربون) من الوقود الأحفوري المصحوب بالتقاط الكربون وتخزينه، بينما يتم إنتاج الهيدروجين الأخضر من مصادر متجددة.

تتماشى مشاريع إنتاج الهيدروجين الأخضر مع خطط تحقيق الحياد المناخي في المنطقة. وتعدُّ هذه المنطقة مناسبة من حيث التكلفة لاستخدام الهيدروجين الأخضر في الصناعات المحلية مقارنةً بأجزاء أخرى من العالم، مما يمنحها القدرة لتكون من بين الدول الرائدة في إنتاج الأمونيا الخضراء والأسمدة الخضراء والفولاذ الأخضر ومشتقاته. ومع تبني الأسواق سياسات مثل آلية تعديل حدود الكربون الصادرة عن الاتحاد الأوروبي، التي تركز على البصمة الكربونية للسلع المستوردة، فإن الطلب على المنتجات الخضراء سيزداد، مما يوفر فرصة كبيرة للمنطقة للتفوق في صادرات المنتجات الخضراء.

وفي ضوء الاتفاقيات الحالية المبرمة بين بعض دول مجلس التعاون الخليجي لتصدير الهيدروجين، والمناقشات العالمية حول مستقبل التجارة الدولية في الهيدروجين النظيف، فإن أحد الأسئلة الأساسية يتمحور حول رغبة الدول إما في إعطاء الأولوية لتصدير الهيدروجين الأخضر أو استخدامه محلياً. ويعتبر هذا السؤال معضلة في حد ذاته، لأن إنتاج الهيدروجين الأخضر يتطلب قيام المرافق المحلية بإنتاج الطاقة المتجددة، في حين تعتمد دول المجلس على الوقود الأحفوري بنسبة %99 لتوليد الطاقة والكهرباء، لذلك فمن المرجح أن تكون الخطوة الأولى هي زيادة الاعتماد على الطاقة المتجددة؛ التي ستسهم بدورها في إزالة الكربون من المرافق والقطاعات في المنطقة.







# المراجع

**ACWA Power (2023a),** "ACWA POWER | Assets", https://acwapower.com/en/projects/assets/ (accessed 5 October 2023).

**ACWA Power (2023b),** "ACWA Power reports robust results for the first half of 2023", *ACWA Power reports robust results for the first half of 2023*, https://www.acwapower.com/news/acwa-power-reports-robust-results-for-the-first-half-of-2023/ (accessed 5 October 2023).

**ACWA Power (2023c),** 'NEOM Green Hydrogen Project', https://acwapower.com/en/projects/neom-green-hydrogen-project/.

**ACWA Power (2020),** "ACWA Power announces the successful signing of financing", *ACWA Power announces the successful signing of financing*, https://www.acwapower.com/news/acwa-power-announces-the-successful-signing-of-financing-agreements-for-the-900mw-solar-pv-fifth-phase-of-mbr-solar-park/ (accessed 5 October 2023).

**ACWA Power (2017),** *Shuaa Energy 1 IPP*, https://www.acwapower.com/media/339039/shuaa-energy-1-ipp-260917-final-compressed-1.pdf

**ADGM (2022),** "Abu Dhabi to launch the first regulated carbon credit trading exchange and clearing house in the world", 29 March, https://www.adgm.com/media/announcements/abu-dhabi-to-launch-first-regulated-carbon-credit-trading-exchange-and-clearing-house-in-the-world.

**ADNOC (2022),** "ADNOC announces new upstream methane intensity target of 0.15% by 2025 – the lowest in the Middle East", https://www.adnoc.ae/en/news-and-media/press-releases/2022/adnoc-announces-new-upstream-methane-intensity-target-of--by-2025--the-lowest-in-the-middle-east#:~:text=ADNOC%20 Announces%20New%20Upstream%20Methane,in%20the%20Middle%20East%20%2D%20ADNOC.

**ADNOC (2023),** "ADNOC and Tabreed Advance the First Project in the Region to Harness Geothermal Energy", https://www.adnoc.ae/en/news-and-media/press-releases/2023/adnoc-and-tabreed-advance-the-first-project-in-the-region-to-harness-geothermal-energy (accessed 28 October 2023).

**ADNOC (n.d.),** "Investing in Renewable Energy", https://adnoc.ae/en/sustainability-and-energy-transition/energy-transition/investing-in-renewable-energy (accessed 26 June 2023).

**AFP (2022),** "Qatar to launch 2 major solar projects to enhance renewable power", *Daily Sabah*, https://www.dailysabah.com/business/energy/qatar-to-launch-2-major-solar-projects-to-enhance-renewable-power (accessed 26 June 2023).

**Agency for Natural Resources and Energy (2023),** "Overview of Basic Hydrogen Strategy", June 2023. https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene\_shinene/suiso\_seisaku/pdf/20230606\_4.pdf.

**Ahmed, A. (2023),** "UAE endorses 'Mangrove Breakthrough' and announces Mangroves Ministerial at COP28", *Gulfnews*, https://gulfnews.com/uae/environment/uae-endorses-mangrove-breakthrough-and-announces-mangroves-ministerial-at-cop28-1.98234547 (accessed 30 September 2023).

**Al Arabiya (2023a),** "ACWA Power led group reach closure for \$2.37 bln fund to build Saudi solar projects", *Al Arabiya English*, https://english.alarabiya.net/business/energy/2023/08/20/ACWA-Power-led-group-reach-closure-for-2-37-bln-fund-to-build-Saudi-solar-projects (accessed 5 October 2023).

**Al Arabiya (2023b),** "Developing Saudi supply chain, EV charging network can lower ownership cost: Lucid VP", *Al Arabiya English*, https://english.alarabiya.net/News/saudi-arabia/2023/10/25/Developing-Saudi-supply-chain-EV-charging-network-can-lower-ownership-cost-Lucid-VP (accessed 31 October 2023).

**Al Daheri, S. S. (2023),** "Learn how Abu Dhabi uses mangroves as a huge carbon store", *World Economic Forum*, https://www.weforum.org/agenda/2023/07/how-abu-dhabi-is-using-the-carbon-capture-capabilities-of-its-mangrove-reserves-to-combat-climate-change/ (accessed 29 July 2023).

**Al Khalaf, N. (2022),** "The GCC's emerging tax order", *ITR*, https://www.internationaltaxreview.com/article/2amt40ohm7y3gjwqw7ojk/the-gccs-emerging-tax-order (accessed 25 June 2023).

**Al-Atrush, S., and England, A. (2022),** "Saudi Arabia's green agenda: renewables at home, oil abroad", *Financial Times*, https://www.ft.com/content/3fba03c9-9326-4d7c-bd0c-74fdf2b2ebf8 (accessed 2 July 2023).

**Amann, J., et al.** (2021), "Switching it up: The effect of energy price reforms in Oman", World Development, \*vol. 142, pp. 105252, https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105252

**APICORP (2022),** *MENA Energy Investment Outlook 2022-2026*, https://www.apicorp.org/wp-content/uploads/APICORP-Annual-MENA-Energy-Investment-Outlook-2022-26\_EN.pdf

**APICORP (2018),** Renewables in the Arab world: maintaining momentum, http://www.apicorp-arabia.com/ Research/EnergyReseach/2018/APICORP\_Energy\_Research\_V03\_N08\_2018.pdf

**Apostoleris, H., et al.** (2018), "Evaluating the factors that led to low-priced solar electricity projects in the Middle East", *Nature Energy*, vol. 3/12, pp. 1109–14., Nature Publishing Group UK London.

**Arab Monetary Fund (2021),** "Annual Arab Economic Report (in Arabic)", https://www.amf.org.ae/sites/default/files/publications/2022-10/40018\_Joint%20Arab%20Economic%20Report%20Summary%202021\_ARB\_ENG\_Final\_for%20Approval.pdf

**Arab News (2023),** "'Silent threat': Bahrain to build walls against rising sea", *Arab News*, https://arab.news/95e2w (accessed 28 October 2023).

**Arab News (2022a),** "Dubai's Hassyan Power Plant to convert from clean coal to natural gas", *Arab News*, https://arab.news/9xpds (accessed 5 October 2023).

**Arab News (2022b),** "Growing GCC ownership of electric vehicles bodes well for a zero-emissions future", *Arab News*, https://arab.news/ywgmd (accessed 31 October 2023).

**Arab News (2022c),** "Saudi Arabia-Jordan electricity interconnection project set to go live by 2025", *Arab News*, https://arab.news/25tv3 (accessed 11 November 2023).

**Arab Times (2023),** "As neighbors progress, Kuwait faces the challenge of overcoming stagnation in its FDI scene", *Arab Times*, https://www.arabtimesonline.com/news/as-neighbors-progress-kuwait-faces-the-challenge-of-overcoming-stagnation-in-its-fdi-scene/ (accessed 26 October 2023).

**Arabian Business (2023),** "UAE to Invest \$54bn in Energy Sector and Triple Renewables Contribution - Arabian Business", 3 July 2023, https://www.arabianbusiness.com/industries/energy/uae-to-invest-54bn-inenergy-sector-and-triple-renewables-contribution.

**Aramco (2020),** "World's first blue ammonia shipment opens new route to a sustainable future", https://www.aramco.com/en/news-media/news/2020/first-blue-ammonia-shipment (accessed 12 October 2023).

**Aramco (2022),** Aramco Sustainability Report 2022, https://www.aramco.com/-/media/downloads/sustainability-report/report-2022/2022-sustainability-report-en.pdf?la=en&hash=BCE171B7986D35B38FB 08125A96850B1431CFAF8.

**Asaba, B. (2023),** "GCCIA SuperGrid: Paving the way for billion-dollar power trading boom in the Gulf – Utilities Middle East", https://www.utilities-me.com/news/gccia-supergrid-paving-the-way-for-billion-dollar-power-trading-boom-in-the-gulf (accessed 11 November 2023).

**Bardsley, D. (2022),** "Middle East increasingly reliant on desalination plants as water shortages loom", *The National*, https://www.thenationalnews.com/uae/environment/2022/03/24/middle-east-increasingly-reliant-on-desalination-plants-as-water-shortages-loom/ (accessed 26 June 2023).

**Bayram, H. and Öztürk A. (2021),** "Global Climate Change, Desertification, and Its Consequences in Turkey and the Middle East", in K.E. Pinkerton and W.N. Rom (eds.), *Climate Change and Global Public Health*, pp. 445–58. Respiratory Medicine. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-54746-2\_21

**BBC News (2021),** "Surviving in Kuwait's 'unbearable' heat", *BBC News*, https://www.bbc.co.uk/news/av/world-middle-east-59054893 (accessed 21 August 2023).

**Belhaj, F. et al.** (2022), "A New State of Mind: Greater Transparency and Accountability in the Middle East and North Africa", *The World Bank*, https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1925-4

**Benny, J. (2023),** "GCC green bond and sukuk issuances hit a record in 2022", *The National*, https://www.thenationalnews.com/business/markets/2023/01/04/gcc-green-bond-and-sukuk-issuances-hit-a-record-in-2022/ (accessed 29 September 2023).

**Beták, J., et al.** (2012), "Solar resource and photovoltaic electricity potential in EU-MENA region", *Proceedings of the 27th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition* (pp. 2–5), https://dgem.nl/\_files/file/Sustainability\_reports/EU/EUPVSEC2012\_Solar\_resource\_potential\_EU\_MENA\_region\_2012.pdf (accessed 11 October 2023).

**Birnbaum, M. (2023),** "New French Law Will Blanket Parking Lots with Solar Panels - The Washington Post", Washington Post, 6 February 2023, https://www.washingtonpost.com/climate-solutions/2023/02/06/france-solar-parking-lots/

Bkayrat, R.(2023), "Inputs to IRENA GCC Renewable Energy Market Analysis (not publically accessible)"

**Bloomberg (2021),** "Carbon neutral LNG trade could hit a million tons in 2021 | Insights", *Bloomberg Professional Services*, https://www.bloomberg.com/professional/blog/carbon-neutral-Ing-trade-could-hit-a-million-tons-in-2021/ (accessed 27 October 2023).

**Blue Carbon (2022),** "Blue Carbon launch offers nature-based solutions in UAE", https://bluecarbon.ae/bluecarbon-launch-offers-nature-based-solutions-in-uae/ (accessed 14 October 2023).

**BNA (2022),** "HM King issues Decree 3/2022 transferring SEA tasks and powers to the Ministry of Electricity and Water Affairs", https://www.bna.bh/en/, https://www.bna.bh/en/HMKingissuesDecree32022transferring SEAtasksandpowerstotheMinistryofElectricityandWaterAffairs.aspx?cms=q8FmFJgiscL2fwlzON1%2bDr%2f% 2bW%2b3O3xK%2f12v5l3Bt8bO%3d (accessed 25 June 2023).

**BNA (2021),** "Bahrain announces major new economic growth and fiscal balance plan", https://www.bna.bh/en/, https://www.bna.bh/en/news?cms=q8FmFJgiscL2fwIzON1%2bDIESzm9gK1FrA5B%2fj4gxGrs%3d (accessed 26 June 2023).

**BNA (2019),** "HM King establishes Sustainable Energy Authority", https://www.bna.bh/en/, https://www.bna.bh/en/HMKingestablishesSustainableEnergyAuthority.aspx?cms=q8FmFJgiscL2fwlzON1%2bDu0YS99EL4v XtVkr%2bYPCgt0%3d (accessed 25 June 2023).

**BNEF (2023),** "Energy transition investment database", *BloombergNEF*, https://www.bnef.com/login?r=%2 Finteractive-datasets (accessed 4 October 2023).

**Boersma, T., and Griffiths, S. (2016),** "Reforming energy subsidies: Initial lessons from the United Arab Emirates", *Brookings*, https://www.brookings.edu/articles/reforming-energy-subsidies-initial-lessons-from-the-united-arab-emirates/ (accessed 5 July 2023).

**Bou Serhal, G. (2022),** "Food insecurity in the Middle East and North Africa: The ripple effects of Russia's war in Ukraine", Abu Dhabi, Trends Research & Advisory.

**BP (2023),** "Statistical Review of World Energy | Energy economics | Home", *bp global*, https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html (accessed 26 June 2023).

**Brown, T. (2020),** "Saudi Arabia ships low-carbon ammonia to Japan – Ammonia Energy Association", *Ammonia Energy Association*, https://www.ammoniaenergy.org/articles/saudi-arabia-ships-low-carbon-ammonia-to-japan/ (accessed 12 October 2023).

**Brunel (2023),** "Shagaya Renewable Energy Park Project Overview", https://www.brunel.net/en/renewables/projects/shagaya-renewable-energy-park.

**Carpenter, C. (2023),** "FEATURE: Qatar sees slow start to sale of new LNG supply", https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/energy-transition/082923-feature-qatar-sees-slow-start-to-sale-of-new-lng-supply (accessed 5 October 2023).

**Carpenter, C. (2021),** "Saudi Arabia solar target raised after seven projects added including record low cost", *SP Global*, https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/electric-power/042621-saudi-arabia-solar-target-raised-after-seven-projects-added-including-record-low-cost (accessed 27 June 2023).

**Carvalho, S. (2011),** "UAE's Masdar gets \$615 mln solar plant financing", *Reuters*, https://www.reuters.com/article/masdar-financing-idUSLDE72607Q20110307 (accessed 26 November 2018).

**Casey, J. P. (2023),** "UAE inaugurates 900MW fifth phase of Mohammed bin Rashid Al Maktoum Solar Park", *PV Tech*, https://www.pv-tech.org/uae-inaugurates-900mw-fifth-phase-of-mohammed-bin-rashid-al-maktoum-solar-park/ (accessed 12 October 2023).

**Channell, J., et al. (2015),** "Energy Darwinism II: Why a low carbon future doesn't have to cost the earth", vol. 8, http://climateobserver.org/reports/energy-darwinism-citi-report/

**Chetwynd, G. (2023),** "Another gigascale power kit deal awarded for Saudi Arabia's Neom green energy mega-hub", *Recharge*, https://www.rechargenews.com/energy-transition/another-gigascale-power-kit-deal-awarded-for-saudi-arabias-neom-green-energy-mega-hub/2-1-1498747 (accessed 12 October 2023).

**Chibani, A. (2023),** "The Costs and Benefits of Water Desalination in the Gulf", *Arab Center Washington DC*, https://arabcenterdc.org/resource/the-costs-and-benefits-of-water-desalination-in-the-gulf/ (accessed 28 October 2023).

**CIA (2023),** "Country Summary", *The World Factbook*, Central Intelligence Agency, https://www.cia.gov/theworld-factbook/countries/united-arab-emirates/summaries/ (accessed 11 October 2023).

**Clarke, K. (2021),** "Designed for the desert: architecture must adapt to rising temperatures, say experts", *The National*, https://www.thenationalnews.com/uae/environment/2021/11/07/designed-for-the-desert-architecture-must-adapt-to-rising-temperatures-say-experts/ (accessed 28 October 2023).

**Climate Action Tracker (2023),** "UAE: Policies & action", https://climateactiontracker.org/countries/uae/policies-action/ (accessed 25 June 2023).

**Climate Action Tracker (2021),** "Saudi Arabia: Policies & action", https://climateactiontracker.org/countries/saudi-arabia/policies-action/ (accessed 25 June 2023).

Climate Watch (2023), "Data Explorer", https://www.climatewatchdata.org/ (accessed 26 October 2023).

**Clover, I. (2015),** "DEWA 800 MW tender attracts big interest, bidders revealed – pv magazine International", https://www.pv-magazine.com/2015/12/09/dubai-dewa-800-mw-tender-attracts-big-interest-bidders-revealed\_100022358/ (accessed 26 November 2018).

**Clowes, E. (2017),** "Dubai's Dh100b fund out to make a point investing in green projects", https://gulfnews.com/business/markets/dubais-dh100b-fund-out-to-make-a-point-investing-in-green-projects-1.2112362 (accessed 26 November 2018).

**Coady, D., Parry I., and Shang B. (2018),** "Energy Price Reform: Lessons for Policymakers", *Review of Environmental Economics and Policy* 12 (2): 197–219, https://doi.org/10.1093/reep/rey004

**Darandary A., Mikayilov J. and Alatawi H. (2021),** "Saving Costs and Emissions by Reforming Electricity Prices in Saudi Arabia: A Counterfactual Assessment", KAPSARC, https://www.saudi-aee.sa/wp-content/uploads/2022/01/2-Saving-Costs-and-Emissions-by-Reforming-Electricity-Prices-in-Saudi-Arabia\_-A-Counterfactual-Assessment.pdf.

**Darwish M., Abdulrahim H. and Hassan A. (2015),** "Realistic power and desalted water production costs in Qatar", *Desalination and Water Treatment*, vol. 0/0, pp. 1–7, https://doi.org/10.1080/19443994.2014.992977

**Department of Energy (2021),** "Abu Dhabis District Cooling Regulatory Framework Activated", https://www.doe.gov. ae/Media Centre/News/Abu Dhabis District Cooling Regulatory Framework Activated (accessed 25 October 2023).

**DEWA (2023),** "Mohammed bin Rashid Al Maktoum Solar Park", *Dubai Electricity & Water Authority*, https://www.dewa.gov.ae/en/about-us/strategic-initiatives/mbr-solar-park (accessed 4 July 2023).

**DEWA (2020),** "Renewable energy shaping the future of sustainability", https://www.dewa.gov.ae/en/about-us/media-publications/latest-news/2020/01/renewable-energy-shaping-the-future-of-sustainability (accessed 26 June 2023).

**DEWA (2016a),** "Dubai Electricity & Water Authority (DEWA) | DEWA visits China to boost energy projects in the UAE and Dubai", https://www.dewa.gov.ae/en/about-us/media-publications/latest-news/2016/05/dewa-visits-china-to-boost-energy-projects-in-the-uae-and-dubai (accessed 4 October 2023).

**DEWA (2016b),** "Standards for distributed renewable resources generators connected to the distribution network" (2nd edition), https://www.dewa.gov.ae/~/media/Files/Consultants%20and%20Contractors/DEWA\_Standards\_for\_Distributed\_Renewable\_Resources\_Generators/DEWAStandards%20(1).ashx?la=en

**Dipaola, A. (2018),** "Dubai Adds 200 Megawatts of Solar Power in Renewables Push", https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-05-01/dubai-adds-200-more-megawatts-of-solar-power-in-renewables-push (accessed 26 November 2018).

**DTU (2015),** "Global Wind Atlas", DTU (Technical University of Denmark), https://science.globalwindatlas. info/#/map (accessed 12 October 2023).

**Dubai Municipality (2012),** "Green Building Regulations & Specifications", https://www.dm.gov.ae/wp-content/uploads/2020/11/GreenBuildingRegulationsandSpeci-2.pdf (accessed 26 June 2023).

**Dumortier, B. (2016),** *The Gulf Cities: A Composite and Evolving Urban Model,* https://www.iemed.org/publication/the-gulf-cities-a-composite-and-evolving-urban-model/ (Accessed 11 August 2023).

EcoMENA (2021), "Climate Change Impacts in the GCC", May 2021, https://www.ecomena.org/climate-change-gcc/

EIA (2023a), "Qatar", https://www.eia.gov/international/analysis/country/QAT (accessed 26 October 2023).

EIA (2023b), "Saudi Arabia", https://www.eia.gov/international/analysis/country/SAU (accessed 26 October 2023).

**EIA (2023c),** "United Arab Emirates", https://www.eia.gov/international/analysis/country/ARE (accessed 26 October 2023).

**EIA (2021),** "Saudi Arabia Analysis", *U.S. Energy Information Administration (EIA)*, https://www.eia.gov/international/analysis/country/SAU (accessed 26 June 2023).

**El-Katiri, L. (2011),** Interlinking the Arab Gulf: Opportunities and Challenges of GCC Electricity Market Cooperation, www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2011/07/EL\_82.pdf.

Elshurafa, A. (2023), "Interview with Dr. Amro Elshurafa, KAPSARC"

**Energy & Utilities (2021),** "Saudi Arabia achieves two new world record solar tariffs", *Energy & Utilities*, https://energy-utilities.com/saudi-arabia-achieves-two-new-world-record-solar-news111675.html (accessed 4 October 2023).

**Enkhardt, S. (2018),** "SolarWorld halts production in Germany as raw materials run out", *pv magazine International*, https://www.pv-magazine.com/2018/09/13/pv-module-production-halted-at-freiberg-as-raw-materials-run-out/ (accessed 26 November 2018).

**Epp, B. (2022),** "New Glasspoint announces first 1.5 GW parabolic trough field", *Solarthermalworld*, https://solarthermalworld.org/news/new-glasspoint-announces-first-1-5-gw-parabolic-trough-field/ (accessed 11 November 2023).

**ESCWA (2017),** *Water-Energy Nexus Operational Toolkit: Renewable Energy Module*, United Nations Economic and Social Commission for Western Asia, http://www.unescwa.org/publications/water-energy-nexus-operational-toolkit-renewable-energy-module

ESMAP (2019), "Global Solar Atlas", World Bank, https://globalsolaratlas.info/map (accessed 12 October 2023).

**Etihad Rail (2022),** "Etihad Rail & Oman Rail Joint Venture", https://uaeoman.etihadrail.ae/ (accessed 23 October 2023).

**Etihad Rail (2023),** "Etihad Rail welcomes the first batches of its new state-of-the-art fleet of trains", https://www.etihadrail.ae/post/etihad-rail-welcomes-the-first-batches-of-its-new-state-of-the-art-fleet-of-trains (accessed 30 October 2023).

**EU (2023),** "Carbon Border Adjustment Mechanism", https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism\_en

**EU (2022),** *REPowerEU: Affordable, Secure and Sustainable Energy for Europe*, 18 May 2022, https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowereu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe\_en

**Evans, S. (2021),** "Abu Dhabi's ADNOC launches \$3.6bn electrification plan", *Offshore Technology*, https://www.offshore-technology.com/news/abu-dhabis-adnoc-launches-3-6bn-electrification-plan/ (accessed 27 October 2023).

**Expo 2020 Dubai (2022),** "Sustainability: Water Conservation, Clean Energy | Expo 2020 Dubai", https://www.expo2020dubai.com/en/understanding-expo/expo-initiatives/sustainability-at-expo (accessed 5 July 2023).

**Expo 2020 Dubai (2020),** "Expo 2020 Dubai SUSTAINABILITY REPORT 2020", https://www.expo2020dubai.com/-/media/expo2020/sustainability/expo-designed-report-digital-version-v12.pdf (accessed 5 July 2023).

**FAB (2018),** "Green Bond Report", https://www.bankfab.com/-/media/fabgroup/home/about-fab/sustainability-new/reports/sustainable-finance/fab-green-bond-2018.pdf?view=1 (accessed 4 October 2023).

FAO (2021), Progress on the Level of Water Stress, FAO and UN Water, https://doi.org/10.4060/cb6241en

Fattouh, B., and El-Katiri, L. (2012), "Energy Subsidies in the Arab World", United Nations Development Programme.

**Feitelson, E., and Tubi A.(2017),** "A Main Driver or an Intermediate Variable? Climate Change, Water and Security in the Middle East", *Global Environmental Change* 44 (May), pp. 39–48. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.03.001

**Gatti, R. et al.** (2023), "Altered Destinies: The Long-Term Effects of Rising Prices and Food Insecurity in the Middle East and North Africa", The World Bank, https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1974-2

**GCCIA (2017),** *Annual Report 2017,* Gulf Cooperation Council Interconnection Authority, www.gccia.com.sa/Data/Downloads/Reports/FILE\_22.pdf

**General Secretariat for Development Planning (2008),** "Qatar National Vision 2030", *Government Communications Office*, https://www.gco.gov.qa/en/about-qatar/national-vision2030/ (accessed 26 June 2023).

**GFDRR (2020),** *GFDRR Annual Report 2019: Bringing Resilience to Scale*, Global Facility for Disaster Reduction and Recovery, https://www.gfdrr.org/en/publication/gfdrr-annual-report-2019

**GIC (2022),** "Annual Report and Accounts 2021", https://www.gic.com.kw/wp-content/uploads/2022/05/finalReport-en.pdf (accessed 23 September 2023).

**Gifford, J. (2015),** "Abdul Latif Jameel completes FRV acquisition", *pv magazine International*, https://www.pv-magazine.com/2015/04/08/abdul-latif-jameel-completes-frv-acquisition\_100018962/ (accessed 26 November 2018).

**GIZ (2017),** *The Potential of Green Bonds*, https://www.giz.de/fachexpertise/downloads/giz2017-en-climate-finance-green-bonds.pdf

**Gnana, J. (2022a),** "ADNOC, Mubadala and Taqa take stakes in Masdar worth \$1.9 billion", https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/energy-transition/062122-adnoc-mubadala-and-taqa-take-stakes-in-masdar-worth-19-billion (accessed 27 October 2023).

**Gnana, J. (2022b),** "Kuwait, Iraq target new hydrogen and solar projects", *S&P Global*, https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/natural-gas/022122-kuwait-iraq-target-new-hydrogen-and-solar-projects (accessed 25 June 2023).

**Government of Dubai (2021),** "DEWA & RTA enhance green mobility in Dubai", https://www.dewa.gov.ae/en/about-us/media-publications/latest-news/2021/08/dewa-rta-enhance-green-mobility-in-dubai (accessed 31 October 2023).

**Government of Dubai (2020),** "DEWA strengthens role of AI to drive sustainability", *Dubai Electricity & Water Authority*, https://www.dewa.gov.ae/en/about-us/media-publications/latest-news/2020/01/dewa-strengthens-role-of-ai-to-drive-sustainability (accessed 26 June 2023).

**Government of Kuwait (2015),** "Decree No 78 of 2015 issuing the Executive Regulations of Law No 116 of 2014 Regarding Public Private Partnerships (Official Translation)", *Official Gazette*, vol. 1229/29 / 03 / 2015, http://www.kapp.gov.kw/uploads/lagislation/Executive%20Regulations.pdf

**Government of Oman (2020),** "Vision Oman 2040 | Arab National Development Planning Portal", https://andp.unescwa.org/plans/1200 (accessed 26 June 2023).

**Government of the Kingdom of Bahrain (2008),** "Our Visions: The Economic Visions 2030 for Bahrain", https://www.bahrain.bh/wps/wcm/connect/b8dd35bc-9c52-4af3-8310-9136fae8d82a/Bahrain+Economic+Vision+2030.pdf?MOD=AJPERES&CVID=o8ge1-5

**Government of the United Arab Emirates (2023a),** "UAE Net Zero 2050 - The Official Portal of the UAE Government", https://u.ae/en/information-and-services/environment-and-energy/climate-change/theuaesresponsetoclimatechange/uae-net-zero-2050 (accessed 25 June 2023).

**Government of the United Arab Emirates (2023b),** "UAE Energy Strategy 2050 – The Official Portal of the UAE Government", https://u.ae/en/about-the-uae/strategies-initiatives-and-awards/strategies-plans-and-visions/environment-and-energy/uae-energy-strategy-2050 (accessed 25 June 2023).

**Government of the United Arab Emirates (2023c),** "National Electric Vehicles Policy", https://u.ae/en/about-the-uae/strategies-initiatives-and-awards/policies/transport-and-infrastructure/national-electric-vehicles-policy (accessed 31 October 2023).

**Government of the United Arab Emirates (2023d),** "National Hydrogen Strategy", https://u.ae/en/about-the-uae/strategies-initiatives-and-awards/strategies-plans-and-visions/environment-and-energy/national-hydrogen-strategy (accessed 28 September 2023).

**Government of the United Arab Emirates (2022a),** "Dubai Industrial Strategy 2030 – The Official Portal of the UAE Government", https://u.ae/en/about-the-uae/strategies-initiatives-and-awards/strategies-plans-and-visions/industry-science-and-technology/dubai-industrial-strategy-2030 (accessed 26 June 2023).

**Government of the United Arab Emirates (2022b),** "Energy and Fuel Prices – The Official Portal of the UAE Government", https://u.ae/en/information-and-services/environment-and-energy/water-and-energy/energy-and-fuel-prices

**Government of the United Arab Emirates (n.d.),** "The UAE's Green Agenda - 2030", https://u.ae/en/about-the-uae/strategies-initiatives-and-awards/strategies-plans-and-visions/environment-and-energy/the-uaesgreen-agenda-2030 (accessed 26 June 2023).

**GPG (2018),** "Global Power Generation – About us", *Global Power Generation*, http://www.globalpower-generation.com/about-us/ (accessed 26 November 2018).

**Graves, L. (2017),** "Abu Dhabi plant to produce region's cheapest electricity from solar", *The National*, https://www.thenational.ae/business/abu-dhabi-plant-to-produce-region-s-cheapest-electricity-from-solar-1.29977 (accessed 26 November 2018).

**Green Hydrogen Organisation (n.d.),** "Oman", *Green Hydrogen Organisation,* http://gh2.org/countries/oman (accessed 25 June 2023).

**Griffiths, S., and Sovacool, B. K. (2020),** "Rethinking the future low-carbon city: Carbon neutrality, green design, and sustainability tensions in the making of Masdar City", *Energy Research & Social Science*, vol. 62, pp. 101368, https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.101368

**Growth Lab (2023),** "The Atlas of Economic Complexity by @HarvardGrwthLab", https://atlas.cid.harvard.edu/explore?country=undefined&queryLevel=undefined&product=931&year=2021&productClass=HS&target=Product&partner=undefined&startYear=1995 (accessed 31 October 2023).

**Gulf News (2023),** "Dubai announces completion of biogas-to-energy project at the Warsan Wastewater Treatment Plant", https://gulfnews.com/uae/environment/dubai-announces-completion-of-biogas-to-energy-project-at-the-warsan-wastewater-treatment-plant-1.95844276 (accessed 26 June 2023).

**Gulf News (2022),** "World's largest waste-to-energy project in Dubai now 85% complete", https://gulfnews.com/uae/worlds-largest-waste-to-energy-project-in-dubai-now-85-complete-1.90527209 (accessed 26 June 2023).

**Gupta, U. (2023),** "Goldi Solar, Desert Technologies to collaborate on PV manufacturing", *pv magazine India*, https://www.pv-magazine-india.com/2023/09/12/goldi-solar-desert-technologies-collaborate-on-pv-manufacturing-for-projects-in-saudi-arabia/ (accessed 30 October 2023).

**Hamaizia, A., and Moerenhout, T. (2022),** "Five takeaways from a decade of energy subsidy reforms in MENA | Chatham House – International Affairs Think Tank", https://www.chathamhouse.org/2022/02/five-takeaways-decade-energy-subsidy-reforms-mena (accessed 20 November 2023).

**Harvey, F. (2023),** "Phase down of fossil fuel inevitable and essential, says Cop28 president", *The Guardian*, https://www.theguardian.com/environment/2023/jul/13/phase-down-of-fossil-fuel-inevitable-and-essential-says-cop28-president (accessed 31 October 2023).

**Hilotin, J. (2023),** "Solar-powered desalination: What you need to know", Gulf News, https://gulfnews.com/special-reports/solar-powered-desalination-what-you-need-to-know-1.1679487975835 (accessed 28 October 2023).

HYDROM (2023), "Hydrom - Home", https://hydrom.om/ (accessed 4 October 2023).

**IEA (2023a),** "World Energy Balances – Data Product", https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/world-energy-balances

IEA (2023b), Renewable Hydrogen from Oman: A Producer Economy in Transition, https://doi.org/10.1787/d6bc1fc9-en

**IEA (2023c),** *Global Hydrogen Review 2023*, International Energy Agency, Paris https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2023

**IEA (2022a),** "Dubai - Renewables Standards - Policies", *IEA/IRENA Reneewables Policies Database*, https://www.iea.org/policies/5664-dubai-renewables-standards (accessed 26 June 2023).

IEA (2022b), "Energy Subsidies Database", https://www.iea.org/topics/energy-subsidies

**IEA (2020),** "Integration of electric vehicles in areas of extreme heat - Event", *IEA*, https://www.iea.org/events/integration-of-electric-vehicles-in-areas-of-extreme-heat (accessed 28 October 2023).

IEA (2018), "Residential PV Initiative in Oman", IEA, https://www.iea.org/countries/bahrain (accessed 25 June 2023).

**IEA, IRENA and UN Climate Change High-level Champions (2023),** *Breakthrough Agenda Report 2023*, https://www.irena.org/Publications/2023/Sep/Breakthrough-Agenda-Report

**IISD (2017),** *Making the Switch: From Fossil Fuel Subsidies to Sustainable Energy,* International Institute for Sustainable Development, https://www.iisd.org/publications/report/making-switch-fossil-fuel-subsidies-sustainable-energy

IJGlobal (2017), "Sweihan Solar PV Plant (1177MW) | Project | IJGlobal", https://ijglobal.com/data/project/35048/sweihan-solar-pv-plant-350mw (accessed 26 November 2018).

**IMF (2023a),** "IMF Executive Board Concluded 2023 Article IV Consultation with The Kingdom of Bahrain", *IMF*, https://www.imf.org/en/News/Articles/2023/07/11/pr23260-bahrain-imf-exec-board-concluded-2023-article-iv-consultation (accessed 26 August 2023).

**IMF (2023b),** "IMF Executive Board Concludes 2023 Article IV Consultation with Kuwait", *IMF*, https://www.imf.org/en/News/Articles/2023/08/22/pr23291-kuwait-imf-executive-board-concludes-2023-article-iv-consultation (accessed 23 August 2023).

**IMF (2023c),** Regional Economic Outlook: Middle East and Central Asia, May 2023, https://www.imf.org/en/Publications/REO/MECA/Issues/2023/04/13/regional-economic-outlook-mcd-april-2023

**IMF (2023d),** Regional Economic Outlook Middle East and Central Asia: Building Resilience and Fostering Sustainable Growth, October 2023, Washington DC, https://www.imf.org/en/Publications/REO/MECA/lssues/2023/10/12/regional-economic-outlook-mcd-october-2023

**IMF (2023e),** "World Economic Outlook (October 2023) - GDP per Capita, Current Prices", https://www.imf.org/external/datamapper/NGDPDPC@WEO

**IMF (2022a),** "Economic Prospects and Policy Challenges for the GCC Countries 2022 – Gulf Cooperation Council", https://www.imf.org/en/Publications/Policy-Papers/Issues/2022/11/29/Gulf-Cooperation-Council-Economic-Prospects-and-Policy-Challenges-for-the-GCC-Countries-525945

**IMF (2022b),** "Qatar: 2022 Article IV Consultation-Press Release; and Staff Report", *IMF*, https://www.imf. org/en/Publications/CR/Issues/2022/06/16/Qatar-2022-Article-IV-Consultation-Press-Release-and-Staff-Report-519679 (accessed 26 August 2023).

**IMF (2022c),** "Saudi Arabia: 2022 Article IV Consultation-Press Release; and Staff Report", *IMF*, https://www.imf.org/en/Publications/CR/Issues/2022/08/11/Saudi-Arabia-2022-Article-IV-Consultation-Press-Release-and-Staff-Report-522189 (accessed 23 August 2023).

**IMF (2022d),** "United Arab Emirates: 2022 Article IV Consultation-Press Release; and Staff Report", *IMF*, https://www.imf.org/en/Publications/CR/Issues/2023/06/22/United-Arab-Emirates-2022-Article-IV-Consultation-Press-Release-and-Staff-Report-535073 (accessed 23 August 2023).

**IMF (2017),** "If Not Now, When? Energy Price Reform in Arab Countries", https://www.imf.org/external/pubs/ft/dp/2013/afr1302.pdf (accessed 14 July 2023).

**IMF (2015),** "Gulf Cooperation Council (GCC)—Energy Price Reforms in the GCC—What Can Be Learned From International Experiences?", *IMF*, https://www.imf.org/en/Publications/Policy-Papers/Issues/2016/12/31/Gulf-Cooperation-Council-GCC-Energy-Price-Reforms-in-the-GCC-What-Can-Be-Learned-From-PP5007 (accessed 5 July 2023).

**International District Energy Association (2023),** "EMICOOL signs agreement to increase solar capacity by 238%", https://www.districtenergy.org/blogs/district-energy/2023/01/17/emicool-signs-agreement-to-increase-solar-capacity (accessed 28 October 2023).

**IPCC (2018),** Global Warming of 1.5°C; An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5°C above Pre Industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty, Intergovernmental Panel on Climate Change, https://www.ipcc.ch/sr15/

IPCC (2023), AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023, https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/

**IPPJournal (2017),** "800-MW phase III Mohammed bin Rashid Al Maktoum Solar Park reaches FC | IPP Journal", http://www.ippjournal.com/news/800-mw-phase-iii-mohammed-bin-rashid-al-maktoum-solar-park-reaches-fc (accessed 26 November 2018).

**iREC Standard (2023),** "United Arab Emirates", *I-REC Standard*, https://www.irecstandard.org/united-arab-emirates/ (accessed 27 October 2023).

**IRENA (2023a),** *Creating a Global Hydrogen Market: Certification to Enable Trade*, Abu Dhabi, International Renewable Energy Agency, www.irena.org/Publications/2023/Jan/Creating-a-global-hydrogen-market-Certification-to-enable-trade

IRENA (2023b), "IRENASTAT Database", https://www.irena.org/Data/Downloads/IRENASTAT

**IRENA (2023c),** *Renewable Power Generation Costs in 2022*, Abu Dhabi, International Renewable Energy Agency, https://www.irena.org/Publications/2023/Aug/Renewable-Power-Generation-Costs-in-2022 (accessed 4 October 2023).

**IRENA (2023d),** *Tripling renewable power and doubling energy efficiency by 2030: Crucial steps towards 1.5°C,* Abu Dhabi, International Renewable Energy Agency, https://www.irena.org/Publications/2023/Oct/Tripling-renewable-power-and-doubling-energy-efficiency-by-2030 (accessed 1 November 2023).

**IRENA (2023e),** *World Energy Transitions Outlook 2023:* 1.5°C *Pathway,* Abu Dhabi, International Renewable Energy Agency, https://www.irena.org/Publications/2023/Jun/World-Energy-Transitions-Outlook-2023 (accessed 26 June 2023).

IRENA (2023f), IRENA Auctions Database.

IRENA (2023g), IRENA Renewable Cost Database.

**IRENA (2022a),** "ETAF", https://www.irena.org/Energy-Transition/Partnerships/ETAF#www (accessed 5 October 2023).

**IRENA (2022b),** *Geopolitics of the Energy Transformation: The Hydrogen Factor,* Abu Dhabi, International Renewable Energy Agency, www.irena.org/publications/2022/Jan/Geopolitics-of-the-Energy-Transformation-Hydrogen.

**IRENA (2022c),** *Global Hydrogen Trade to Meet the 1.5°C Climate Goal: Part I – Trade Outlook for 2050 and Way Forward,* Abu Dhabi, International Renewable Energy Agency, https://www.irena.org/Publications/2022/Jul/Global-Hydrogen-Trade-Outlook.

**IRENA (2022d),** *Global Hydrogen Trade to Meet the 1.5°C Climate Goal: Part III – Green Hydrogen Cost and Potential*, Abu Dhabi, International Renewable Energy Agency, https://www.irena.org/Publications/2022/May/Global-hydrogen-trade-Cost

**IRENA (2022e),** *Green Hydrogen for Industry: A Guide to Policy Making*, Abu Dhabi, International Renewable Energy Agency, https://www.irena.org/Publications/2022/Mar/Green-Hydrogen-for-Industry (accessed 15 October 2023).

**IRENA (2021a),** "Global Atlas for Renewable Energy" (web platform), Abu Dhabi, International Renewable Energy Agency, https://globalatlas.irena.org/workspace (accessed 12 October 2023).

**IRENA (2021b),** *Green Hydrogen Supply: A Guide to Policy Making*, Abu Dhabi, International Renewable Energy Agency, www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/May/IRENA\_Green\_Hydrogen\_Supply\_2021.pdf.

**IRENA (2020a),** *Mobilising institutional capital for renewable energy*, Abu Dhabi, International Renewable Energy Agency, https://www.irena.org/publications/2020/Nov/Mobilising-institutional-capital-for-renewable-energy (accessed 4 October 2023).

**IRENA (2020b),** *Renewable energy finance: Green bonds*, Abu Dhabi, International Renewable Energy Agency, https://www.irena.org/publications/2020/Jan/RE-finance-Green-bonds

**IRENA (2019a),** *Renewable Energy Market Analysis: GCC 2019*, Abu Dhabi, International Renewable Energy Agency, https://www.irena.org/publications/2019/Jan/Renewable-Energy-Market-Analysis-GCC-2019

**IRENA (2019b),** Off-Grid Renewable Energy Solutions to Expand Electricity Access: An Opportunity Not to Be Missed, Abu Dhabi, International Renewable Energy Agency, https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Jan/IRENA\_Off-grid\_RE\_Access\_2019.pdf.

**IRENA (2018),** Renewable Power Generation Costs in 2017, Abu Dhabi, International Renewable Energy Agency, https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Jan/IRENA\_2017\_Power\_Costs\_2018.pdf

**IRENA (2017),** *Renewable Energy Auctions: Analysing 2016*, Abu Dhabi, International Renewable Energy Agency, irena.org/publications/2017/Jun/Renewable-Energy-Auctions-Analysing-2016 (accessed 26 November 2018).

**IRENA (2016a),** Renewable Energy Market Analysis: The GCC Region, Abu Dhabi, International Renewable Energy Agency, https://www.irena.org/publications/2016/Jan/Renewable-Energy-Market-Analysis-The-GCC-Region (accessed 7 September 2023).

**IRENA (2016b),** *Unlocking Renewable Energy Investment: The Role of Risk Mitigation And Structured Finance*, Abu Dhabi, International Renewable Energy Agency, www.irena.org/publications/2016/Jun/Unlocking-Renewable-Energy-Investment-The-role-of-risk-mitigation-and-structured-finance

**IRENA (2015),** Renewable Energy in the Water, Energy and Food Nexus, Abu Dhabi, *International Renewable Energy Agency*, http://www.irena.org/menu/index.aspx?mnu=Subcat&PriMenuID=36&CatID=141&SubcatID=496.

**IRENA and Bluerisk (2023),** *Water for hydrogen: footprint, risks and opportunities*, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, forthcoming.

**IRENA and CPI (2023),** *Global landscape of renewable energy finance 2023*, Abu Dhabi, International Renewable Energy Agency, https://www.irena.org/Publications/2023/Feb/Global-landscape-of-renewable-energy-finance-2023 (accessed 4 October 2023).

**IRENA and CPI (2020),** *Global Landscape of Renewable Energy Finance 2020*, Abu Dhabi, International Renewable Energy Agency, https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Nov/IRENA\_CPI\_Global\_finance\_2020.pdf.

**Itayim, N. (2022),** "Cop 27: Kuwait pledges net zero emissions by 2060 | Argus Media", https://www.argusmedia.com/en//news/2388715-cop-27-kuwait-pledges-net-zero-emissions-by-2060 (accessed 10 August 2023).

**Ivanova, A. (2022),** "Saudi Bin Omairah to raise solar panel production, expand exports – report", Renewablesnow.com, https://renewablesnow.com/news/saudi-bin-omairah-to-raise-solar-panel-production-expand-exports-report-773660/ (accessed 30 October 2023).

**Jacobs Zate (2018),** "Dumat-Al-Jandal-Wind-Energy-Park-ESIA\_Rev2.pdf", https://renewable-project.info/wp-content/uploads/2019/09/Dumat-Al-Jandal-Wind-Energy-Park-ESIA\_Rev2.pdf (accessed 5 October 2023).

**Kamrava, M., and Z. Babar (2012),** "Food Security and Food Sovereignty in the Middle East: Summary Report", Doha, Center for International and Regional Studies (CIRS), https://repository.library.georgetown.edu/bitstream/handle/10822/558539/CIRSSummaryReport6FoodSecurity2012.pdf?sequence=5

**Keenan, R. (2012),** "Project Bonds and Mini-Perms: A New Era in the Middle East | Norton Rose Fulbright", http://www.nortonrosefulbright.com/files/chadbourne/publications/ij%20-%20project%20bonds%20and%20mini-perms%20-%20a%20new%20era%20in%20the%20middle%20east.pdf (accessed 26 November 2018).

**Kenning, T. (2019),** "Abu Dhabi shortlists 24 firms for 2GW solar plant", *PV Tech*, https://www.pv-tech.org/abu-dhabi-shortlists-24-firms-for-2gw-solar-plant/ (accessed 5 October 2023).

**Kenning, T. (2018),** "ACWA Power wins 300MW Saudi solar project", *PV Tech*, https://www.pv-tech.org/news/acwa-power-wins-saudi-300mw-solar-project (accessed 26 November 2018).

**Khaleej Times (2021),** "Dubai: RTA plans 100% electric, hybrid taxi fleet by 2027", *Khaleej Times*, https://www.khaleejtimes.com/transport/dubai-rta-plans-100-electric-hybrid-taxi-fleet-by-2027 (accessed 31 October 2023).

**Kingdom of Bahrain (2023),** "Voluntary National Reviews 2023, Bahrain", *United Nations High-Level Political Forum*, https://hlpf.un.org/countries/bahrain/voluntary-national-reviews-2023 (accessed 26 October 2023).

**Kingdom of Bahrain, Supreme Council for Environment (2021),** "Nationally Determined Contribution of Kingdom of Bahrain under UNFCCC", https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/NDC%20of%20 the%20Kingdom%20of%20Bahrain%20under%20UNFCCC.pdf

**Kingdom of Saudi Arabia (2022a),** "A Sustainable Saudi Vision – Vision 2030", https://www.vision2030.gov. sa/v2030/a-sustainable-saudi-vision/ (accessed 25 June 2023).

**Kingdom of Saudi Arabia (2022b),** "Sakaka Solar Power Plant Project", *Vision 2030*, https://www.vision2030.gov.sa/v2030/v2030-projects/sakaka-solar-power-plant/ (accessed 27 June 2023).

**Kingdom of Saudi Arabia (2022c),** "Solar PV Cell & Module Manufacturing Plant and PV Reliability Laboratory", *Vision 2030*, https://www.vision2030.gov.sa/v2030/v2030-projects/solar-pv-cell-module-manufacturing-plant-and-pv-reliability-laboratory/ (accessed 27 June 2023).

**Kosmopoulos, P. G., et al. (2017),** "Dust impact on surface solar irradiance assessed with model simulations, satellite observations and ground-based measurements", *Atmospheric Measurement Techniques*, vol. 10/7, pp. 2435–53, Copernicus GmbH, https://doi.org/10.5194/amt-10-2435-2017

**Krane, J. and Hung, S. (2016),** "Energy Subsidy Reform in the Persian Gulf: The End of the Big Oil Giveaway", Baker Institute, https://www.bakerinstitute.org/research/persian-gulf-energy-subsidy-reform

**Krane, J., and Wright, S. (2014),** "Qatar 'rises above' its region: Geopolitics and the rejection of the GCC gas market", Monograph, , http://www.lse.ac.uk/IDEAS/Home.aspx (accessed 26 November 2018).

**Kuldeep N., Saji S. and Chawla K.(2018),** *Scaling Rooftop Solar: Powering India's Renewable Energy Transition with Households and DISCOMs*, https://sun-connect-news.org/fileadmin/DATEIEN/Dateien/New/CEEW-Scaling-Rooftop-Solar-Report-27Jun18.pdf

**Kuwait Times (2018),** "Kuwait targets 15% renewable energy-sourced power by 2030: official", *Kuwait Times*, https://www.kuwaittimes.com/kuwait-targets-15-renewable-energy-sourced-power-by-2030-official/ (accessed 25 June 2023).

**Lee, A. (2023),** "UAE's Masdar issues first \$750m green bond as COP28 spotlight looms", *Recharge | Latest renewable energy news*, https://www.rechargenews.com/energy-transition/uaes-masdar-issues-first-750m-green-bond-as-cop28-spotlight-looms/2-1-1488724 (accessed 30 October 2023).

**Lelieveld, J., et al.** (2016), "Strongly Increasing Heat Extremes in the Middle East and North Africa (MENA) in the 21st Century", *Climatic Change* 137(1), pp. 245–60, https://doi.org/10.1007/s10584-016-1665-6

**Lilliestam, J., and Pitz-Paal, R. (2018),** "Concentrating solar power for less than USD 0.07 per kWh: finally the breakthrough?", *Renewable Energy Focus*, vol. 26, pp. 17–21, https://doi.org/10.1016/j.ref.2018.06.002

**Manaar (2014),** "Manaar July Newsletter 2014", http://www.manaarco.com/presentations/Newsletter/Manaar%20Newsletter%20July%202014%20v6.pdf

Masdar (2023a), "Clean Energy Project & Ventures By Masdar", https://masdar.ae/Masdar-Clean-Energy/Projects (accessed 5 October 2023).

**Masdar (2023b),** "Dhofar Wind Project", https://masdar.ae/en/renewables/our-projects/dhofar-wind-project (accessed 12 October 2023).

**MEED (2021),** "Saudi-Egypt interconnection awards confirmed", *Power Technology*, https://www.powertechnology.com/comment/saudi-egypt-interconnection/ (accessed 23 October 2023).

**MESIA (2018),** "Middle East & Africa Power Deal of the Year – Sweihan – MESIA", http://www.mesia. com/2018/01/09/middle-east-africa-power-deal-of-the-year-sweihan/ (accessed 26 November 2018).

**Michaelson, R. (2017),** "Kuwait's inferno: how will the world's hottest city survive climate change?", *The Guardian*, https://www.theguardian.com/cities/2017/aug/18/kuwait-city-hottest-place-earth-climate-change-gulf-oil-temperatures (accessed 21 August 2023).

**Middle East Construction News (2020),** "UAE approves \$44 million projects in water infrastructure", *Middle East Construction News*, https://meconstructionnews.com/39479/uae-approves-44-million-projects-in-water-infrastructure (accessed 28 October 2023).

Mills, R. (2017), "UAE's push on solar should open eyes across wider world", *The National*, https://www.thenational.ae/business/uae-s-push-on-solar-should-open-eyes-across-wider-world-1.661108 (accessed 26 November 2018).

**Mills, R. (2016),** "Robin Mills: Remarkable solar bids in Dubai should spur on other Gulf nations", *The National*, https://www.thenationalnews.com/business/robin-mills-remarkable-solar-bids-in-dubai-should-spur-on-othergulf-nations-1.207311 (accessed 30 October 2023).

Mills, R. (2012), "Middle East Energy Outlook", http://www.manaarco.com/presentations/British.pdf

Ministry of Electricity, Water and Renewable Energy on Renewable Energy (2023), "Statement by His Excellency the Minister of Electricity, Water and Renewable Energy on Renewable Energy Projects in the Ministry", https://www.mew.gov.kw/en/NewsDetails?fromurl=home&&newsname=N JUNE03 (accessed 25 June 2023).

Ministry of Energy (2023), personal communication with authors, November 2023.

**Ministry of Energy and Minerals (2022a),** "Green Hydrogen in Oman", https://hydrom.om/events/hydromlaunch/221023\_MEM\_En.pdf (accessed 12 October 2023).

**Ministry of Energy and Minerals (2022b),** "Oman announces 2050 Net Zero commitment and unveils ambitious green hydrogen strategy", *mem*, https://mem.gov.om/en-us/Media-Center/News/ArtMID/608/ArticleID/1281/Oman-announces-2050-Net-Zero-commitment-and-unveils-ambitious-green-hydrogen-strategy (accessed 25 June 2023).

**Ministry of Energy and Minerals (2022c),** "The Sultanate of Oman's National Strategy for an Orderly Transition to Net Zero", https://www.ea.gov.om/media/aaslyc3l/oman-net-zero-report-2022\_screen.pdf

Ministry of Foreign Affairs (2021), "Kuwait Vision 2035 'New Kuwait'", https://www.mofa.gov.kw/en (accessed 26 June 2023).

**Ministry of Health (2021),** "Tenth Five-Year Plan for Health Development (2021-2025) Launched – Media Center Display Page – Ministry of Health", https://www.moh.gov.om/en/-/-2021-2025-2040 (accessed 26 June 2023).

Moerenhout, T. (2018), "Energy Pricing Reforms in the Gulf: A trend but not (yet) a norm", IISD.

**Morgan Solar (2022),** "BDC Capital Funding", *Morgan Solar*, https://morgansolar.com/bdc-capital-funding-round (accessed 14 September 2023).

**Morgan Solar (2014),** "EnerTech Signs Strategic Investment and Partnership Agreement with Morgan Solar Inc. Transferring Solar Concentrated Photovoltaic Technology to Kuwait and the Middle East Region", https://www.newswire.ca/content/newswire-ca/ca/en/news-releases.detail.html/null.htm (accessed 14 September 2023).

**Motamedi, M. (2023),** "Middle East Countries Face Extreme Heat Risk, Study Finds", *Al Jazeera*, 23 May, https://www.aljazeera.com/news/2023/5/23/middle-east-countries-face-extreme-heat-risk-study-findsmuba

**MOTIE (2019),** 수소경제 활성화 로드맵, *Hydrogen Economy Activation Roadmap*, Ministry of Trade,Industry and Energy, https://www.motie.go.kr/ common/download.do?fid=bbs&bbs\_cd\_n=81&bbs\_seq\_n=161262&file\_seq\_n=2\_

**Mubasher (2018),** "Nebras acquires 75% stake in Dutch firm", *Decypha*, https://www.decypha.com/en/news/details/https---www-decypha-com/20875935?TSID=&EDT=&L=EN (accessed 26 November 2018).

**Nada, A. S. (2017),** "Why Saudi Arabia's \$50bn renewable energy programme is credible", *ArabianBusiness.com*, https://www.arabianbusiness.com/why-saudi-arabia-s-50bn-renewable-energy-programme-is-credible-664655.html (accessed 26 November 2018).

**Nakhoul, S., Maclean W. and Rashad M. (2016),** "Saudi prince unveils sweeping plans to end 'addiction' to oil", *U.S.*, https://www.reuters.com/article/us-saudi-economy-idUSKCNOXM1CD (accessed 27 June 2023).

**National Renewable Energy Program (2019),** "Dumat Al Jandal wind project beats record low price for onshore wind power (Press Release)", https://powersaudiarabia.com.sa/web/attach/news/Dumat-Al-Jandal-Lowest-LCOE.pdf (accessed 30 October 2023).

**Natixis (2017),** *Sweihan Solar PV IPP*, https://infrastructure.cib.natixis.com/api\_website\_feature/files/download/1799/Sweihan-Solar-PV-IPP-Deal-Sheet-Website-.pdf

**Nebras Power (2018),** 2017 Annual Report – Powering Future Energy, https://nebras-power.com/sites/default/files/2018-05/nebras-power-annual-report-2017-en.pdf

**NEOM (2023),** "About us: A vision of what a new future might look like", https://www.neom.com/en-us/about (accessed 8 September 2023).

**NS Energy (2023),** "ACWA Power opens Saudi Arabia's first solar-powered desalination plant", https://www.nsenergybusiness.com/news/acwa-power-solar-powered-desalination-plant/ (accessed 28 October 2023).

**OEC (2023),** "Saudi Arabia Exports, Imports, and Trade Partners", https://oec.world/en/profile/country/sau (accessed 12 October 2023).

**Oman Daily Observer (2023),** "Oman Future Fund: a key to financing big projects" 1 June, https://www.omanobserver.om/article/1138054/oman/community/oman-future-fund-a-key-to-financing-big-projects

**Oman Rail (2023),** "Oman-UAE Rail Project", https://www.omanrail.om/oman-uae-rail-project (accessed 23 October 2023).

**ONA (2023),** 'HM The Sultan Issues Two Royal Decrees', Oman News Agency, https://omannews.gov.om/topics/en/102/show/111878

One Planet Sovereign Wealth Funds (2023), "Who We Are", https://oneplanetswfs.org

**Online Qatar (2019),** "Qatar Population and Expat Nationalities", *Online Qatar*, https://www.onlineqatar.com/Visiting/Tourist-Information/Qatar-Population-and-Expat-Nationalities?utm\_content=cmp-true (accessed 25 June 2023).

**OPEC (2023),** "OPEC: OPEC Basket Price", https://www.opec.org/opec\_web/en/data\_graphs/40.htm (accessed 5 October 2023).

**OPEC (2022),** "Annual Statistical Bulletin 2022", *Organization of Petroleum Exporting Countries (OPEC)*, https://asb.opec.org/ (accessed 26 June 2023).

**Oxford Business Group (2022a),** "Bahrain sees challenges and opportunities on the path to carbon neutrality – Bahrain 2022 – Oxford Business Group", https://oxfordbusinessgroup.com/reports/bahrain/2022-report/economy/reaching-net-zero-challenges-and-opportunities-on-the-path-to-carbon-neutrality (accessed 25 June 2023).

**Oxford Business Group (2022b),** "Bahrain's Industrial Sector Strategy 2022-26 to attract investment – Bahrain 2022 – Oxford Business Group", https://oxfordbusinessgroup.com/reports/bahrain/2022-report/economy/making-strides-a-new-strategy-seeks-to-achieve-economic-growth-and-recovery-by-accelerating-the-expansion-of-key-sectors (accessed 26 June 2023).

Padmanathan, P. (2018), "Interview with Paddy Padmanathan, CEO of ACWA Power".

**Perry, N. (2023),** "SNB Capital invests in South Korea EV battery maker", *AGBI*, https://www.agbi.com/articles/snb-capital-invests-in-south-korea-ev-battery-maker/ (accessed 5 October 2023).

**Peters, A. (2021),** "What U.S. cities can learn from Abu Dhabi about surviving record heat", *Fast Company*, https://www.fastcompany.com/90654190/what-u-s-cities-can-learn-from-abu-dhabi-about-surviving-record-heat (accessed 28 October 2023).

**Planning and Statistics Authority (2021),** "Qatar Voluntary National Review 2021. Report on the implementation of the 2030 Agenda for Sustainable Development", https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/280362021\_VNR\_Report\_Qatar\_English.pdf (accessed 26 June 2023).

**Polly, M. (2023),** "Neom formally reaches FID on giant green hydrogen complex as partners ink financing deals worth \$8.4bn", *Hydrogen Insight*, https://www.hydrogeninsight.com/production/neom-formally-reaches-fid-on-giant-green-hydrogen-complex-as-partners-ink-financing-deals-worth-8-4bn/2-1-1454268 (accessed 12 October 2023).

**Power Technology (2021),** "Sakaka Photovoltaic Solar Project", *Power Technology*, https://www.powertechnology.com/projects/sakaka-photovoltaic-solar-project/ (accessed 27 June 2023).

**Power Technology (2019),** "Dumat Al Jandal Wind Farm", *Power Technology*, https://www.power-technology.com/projects/dumat-al-jandal-wind-farm/ (accessed 27 June 2023).

**Power Technology (2018),** "Miraah Solar Thermal Project", *Power Technology*, https://www.power-technology.com/projects/miraah-solar-thermal-project/ (accessed 26 June 2023).

**Prabhu, C. (2023),** "New solar farm linked to water project prepares for test run", *Oman Observer*, https://www.omanobserver.om/article/1133766/business/energy/new-solar-farm-linked-to-water-project-prepares-for-test-run (accessed 28 October 2023).

**Prabhu, C. (2021),** "Oman's economic diversification: Major strides made in delivery of 130 projects", *Oman Observer*, https://www.omanobserver.om/article/1105479/business/economy/omans-economic-diversification-major-strides-made-in-delivery-of-130-projects (accessed 26 June 2023).

**Prabhu, C. (2019),** "Residential solar PV systems to cut electricity bills by 40%", *Oman Observer*, https://www.omanobserver.om/article/19090/Front Stories/residential-solar-pv-systems-to-cut-electricity-bills-by-40 (accessed 25 June 2023).

**Prabhu, C. (2017),** "National Energy Strategy to be aligned with Oman Vision 2040 blueprint", *Oman Observer*, https://www.omanobserver.om/article/66857/Business/national-energy-strategy-to-be-aligned-with-oman-vision-2040-blueprint (accessed 25 June 2023).

**Provenzani, D. (2023),** "Interview with David Provenzani, Country Director, UAE & Oman, Yellow Door" **pv magazine International (2022),** "Alfanar to build 110 MW of solar for desalination plant in Saudi Arabia", *pv magazine International*, https://www.pv-magazine.com/2022/10/21/alfanar-to-build-110-mw-of-solar-for-desalination-plant-in-saudi-arabia/ (accessed 28 October 2023).

**PwC (2023),** "Sustainable mobility: Inverting the transport pyramid", *PwC*, https://www.strategyand.pwc.com/m1/en/reports/2021/sustainable-mobility.html (accessed 31 October 2023).

**PwC (2021),** "Oman: Budget 2021 & 10th Five year development plan (2021-2025) – continued focus on diversification & maintaining deficit", *PwC*, https://www.pwc.com/m1/en/services/tax/me-tax-legal-news/2021/oman-budget-2021-five-year-development-plan-focus-on-diversification-maintaining-deficit.html (accessed 26 June 2023).

**QatarEnergy (2021),** "Climate Change Mitigation", https://www.qatarenergy.qa/en/Sustainability/Pages/ClimateChangeMitigation.aspx (accessed 26 June 2023).

**QIA (2023),** "QIA joins consortium investing \$1.2bln in EV battery-maker SK On", https://www.qia.qa/en/Newsroom/Pages/QIA-joins-consortium-investing-\$1-2bln-in-EV-battery-maker-SK-On.aspx (accessed 5 October 2023).

**Rahman, F. (2023),** "Bahrain aims to double renewable energy targets as Gulf countries step up production", *The National*, https://www.thenationalnews.com/business/energy/2023/05/08/bahrain-aims-to-double-renewable-energy-targets-as-gulf-countries-step-up-production/ (accessed 25 June 2023).

**Raouf, M. A. (2021),** "How UAE is becoming a global leader in electric vehicles", *Gulf News*, https://gulfnews.com/opinion/op-eds/how-uae-is-becoming-a-global-leader-in-electric-vehicles-1.81268329 (accessed 31 October 2023).

**Ratcliffe, V. (2013),** "Where powering up the UAE desert pays off", *The National*, https://www.thenational.ae/business/where-powering-up-the-uae-desert-pays-off-1.318475 (accessed 26 November 2018).

**RCRCCC (2021),** *Country climate fact sheets – Region: Middle East*, Red Cross Red Crescent Climate Centre, https://www.climatecentre.org/wp-content/uploads/RCCC-ICRC-Country-profiles-Region\_Middle\_East.pdf

**Reig P., Maddocks A. and Gassert F. (2013),** "World's 36 Most Water-Stressed Countries", https://www.wri. org/insights/worlds-36-most-water-stressed-countries (accessed 26 June 2023).

**REPDO (2017a),** "Saudi Arabia Announces Qualified Companies for Round 1 of National Renewable Energy Program", https://www.powersaudiarabia.com.sa/web/attach/news/Round-1-RFQ-Shortlist-Press-Release.pdf

**REPDO (2017b),** "Saudi Arabia National Renewable Energy Program Seeks Bids for First Utility Scale Wind Power Project", https://www.powersaudiarabia.com.sa/web/attach/news/29-aug-2017-2.pdf

**Reuters (2023),** "UAE opens 104 MW wind project ahead of U.N. climate summit", *Reuters*, https://www.reuters.com/business/energy/uae-opens-104-mw-wind-project-ahead-un-climate-summit-2023-10-06/ (accessed 12 October 2023).

**Reuters (2022),** "Saudi PIF establishes Regional Voluntary Carbon Market Company with Saudi Tadawul Group", https://www.reuters.com/markets/asia/saudi-pif-establishes-regional-voluntary-carbon-market-company-with-saudi-2022-10-24/

**Reuters (2021a),** "ADNOC, TAQA form partnership to boost renewables capacity", *Reuters*, https://www.reuters.com/business/sustainable-business/adnoc-taqa-form-partnership-boost-renewables-capacity-2021-11-17/ (accessed 26 June 2023).

**Reuters (2021b),** "Cyclone Shaheen hits Oman with ferocious winds, killing four | Reuters", *Reuters*, https://www.reuters.com/world/middle-east/cyclone-shaheen-approaches-oman-flights-delayed-2021-10-03/(accessed 25 August 2023).

**Reuters (2021c),** "Saudi Arabia signs agreements for seven new solar projects -SPA", *Reuters*, https://www.reuters.com/world/middle-east/saudi-arabia-signs-agreements-7-new-solar-projects-spa-2021-04-08/ (accessed 27 June 2023).

**Reuters (2021d),** "Saudi PIF, Tadawul to set up exchange for carbon offset market-SPA" 3 September, https://www.reuters.com/world/middle-east/saudi-pif-tadawul-set-up-exchange-carbon-offset-market-spa-2021-09-03/

**Reuters (2015),** "Saudi's ACWA Power gets \$344 mln loan for Dubai solar project", *Reuters*, https://www.reuters.com/article/acwa-power-loans-idUSL5N0W304420150301 (accessed 26 November 2018).

**Ritchie, D. (2018),** "Renewables 2.0: Preparing for the new complexity of renewable energy in a post-subsidy world", *pv magazine International*, https://www.pv-magazine.com/2018/09/25/renewables-2-0-preparing-for-the-new-complexity-of-renewable-energy-in-a-post-subsidy-world/ (accessed 26 November 2018).

**RSB Dubai (2019),** "RENEWABLES STANDARDS", https://rsbdubai.gov.ae/wp-content/uploads/2016/04/Renewables-Standards-v1\_3-May-2019.pdf (accessed 26 June 2023).

**Saba, Y., and Uppal, R. (2023),** "Lucid losses put Saudi Arabia's EV strategy in the headlamps", *Reuters*, https://www.reuters.com/business/autos-transportation/lucid-losses-put-saudi-arabias-ev-strategy-headlamps-2023-05-10/ (accessed 11 November 2023).

**Sabga, P. (2020),** "Nuclear Gulf: Experts sound the alarm over UAE nuclear reactors", https://www.aljazeera.com/economy/2020/7/15/nuclear-gulf-experts-sound-the-alarm-over-uae-nuclear-reactors (accessed 5 October 2023).

**Santamarta, J. (2018),** "ICBC leads US\$1.5 billion loan for Dubai concentrated solar power project", *HELIOSCSP*, http://helioscsp.com/icbc-leads-us1-5-billion-loan-for-dubai-concentrated-solar-power-project/ (accessed 26 November 2018).

SAR (2022), "Our Network", https://www.sar.com.sa/about-sar/ournetwork/ (accessed 31 October 2023).

**Saudi Gazette (2020),** "PIF announces increase in stake in ACWA Power - Saudi Gazette", https://saudigazette.com.sa/article/600498 (accessed 5 October 2023).

**SaudiGulf Projects (2023),** "Saudi Arabia Announces Shortlisted Bidders for 1500 MW Solar PV Projects", SaudiGulf Projects, https://www.saudigulfprojects.com/2023/09/saudi-arabia-announces-shortlisted-bidders-for-1500-mw-solar-pv-projects/ (accessed 5 October 2023).

**SCE (n.d.),** "The Supreme Council for Environment, Kingdom of Bahrain", https://www.sce.gov.bh/en/OptimalUtilizationofEnergy?cms=iQRpheuphYtJ6pyXUGiNqv2pCW6SsuFQ (accessed 25 June 2023).

**Scribbler, R. (2015),** "Solar in the Desert – PV to Bury Fossil Energy on Price Before 2025", *robertscribbler*, https://robertscribbler.com/2015/02/25/sunlight-in-the-desert-solar-to-beat-out-fossil-energy-on-price-before-2025/ (accessed 26 November 2018).

SGI Initiatives. (2023), "SGI Initiatives", https://www.greeninitiatives.gov.sa/sgi-initiatives/

**Sgouridis, S.,** *et al.* **(2016),** "RE-mapping the UAE's energy transition: An economy-wide assessment of renewable energy options and their policy implications", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 55, pp. 1166–80, https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.05.039

**Shahid, E. (2022),** "The Middle East needs more collective green actions to combat climate change", www. zawya.com, https://www.zawya.com/en/opinion/economic-insights/the-middle-east-needs-more-collective-green-actions-to-combat-climate-change-xcpah761 (accessed 11 August 2023).

**Song, S., et al.** (2023), "Mangrove Reforestation Provides Greater Blue Carbon Benefit than Afforestation for Mitigating Global Climate Change", *Nature Communications* 14 (1): 756, https://doi.org/10.1038/s41467-023-36477-1

Smith, B. (2023), "Interview with Bruce Smith, Executive Director - Strategy and Planning at EWEC"

**State of Qatar (2021),** "Nationally Determined Countribution (NDC)", UNFCCC, https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Qatar%20NDC.pdf (accessed 26 June 2023).

**Stoker, L. (2021),** "Q&A: QEERI talks to PV Tech about desert soiling, abrasion and surprising temperature coefficient findings", *PV Tech*, https://www.pv-tech.org/qa-qeeri-talks-to-pv-tech-about-desert-soiling-abrasion-and-surprising-temperature-coefficient-findings/ (accessed 28 October 2023).

Strategy& (2019), "Cooling our world: How to increase district cooling adoption through proven regulation"

**Sultanate of Oman (2021),** "Second Nationally Determined Contribution", https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/Second%20NDC%20Report%20Oman.pdf

**Sustainable Energy Unit, Kingdom of Bahrain (2017),** "The Kingdom of Bahrain National Renewable Energy Action Plan (NREAP)", https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2022-09/seu\_nreap\_report\_2017.pdf (accessed 26 October 2023).

**Sustainable Oman (2021),** "Miraah Solar Project- A Glimpse of one of the World's Largest Solar Plants – SustainableOman", https://sustainableoman.com/miraah-solar-project-a-glimpse-of-one-of-the-worlds-largest-solar-plant/ (accessed 12 October 2023).

**Synergy Consulting (2022),** "Shuaa Energy 2 successfully refinanced the senior debt of its 800MW Solar PV Plant in Dubai, UAE with Synergy as Financial Advisor", *Synergy Consulting*, https://www.synergyconsultingifa.com/news/shuaa-energy-2-successfully-refinanced-the-senior-debt-of-its-800mw-solar-pv-plant-in-dubai-uae-with-synergy-as-financial-advisor/ (accessed 28 October 2023).

**The Cradle (2023),** "UAE pledges \$4.5bn in clean energy investments for Africa", *The Cradle*, https://new.thecradle.co/articles/new.thecradle.co (accessed 16 October 2023).

**The National (2023),** "Milestone as UAE plant uses 100,000 tonnes of waste to power 2,000 homes", *The National*, https://www.thenationalnews.com/climate/environment/2023/05/14/milestone-as-uae-plant-uses-100000-tonnes-of-waste-to-power-2000-homes/ (accessed 26 June 2023).

**The National (2022),** "Construction of UAE's first waste-to-energy plant complete", *The National*, https://www.thenationalnews.com/uae/environment/2022/04/26/construction-of-uaes-first-waste-to-energy-plant-complete/ (accessed 26 June 2023).

**The Peninsula (2023),** "Qatar ranks 9th in Global Electric Mobility Readiness Index", https://thepeninsulaqatar. com/article/19/10/2023/qatar-ranks-9th-in-global-electric-mobility-readiness-index (accessed 31 October 2023).

**The Peninsula (2022),** "District cooling cuts Qatar's carbon footprint", https://thepeninsulaqatar.com/article/31/12/2022/district-cooling-cuts-qatars-carbon-footprint (accessed 28 October 2023).

**Tholot, A. (2023),** "Gulf Investment Corporation – News, Views, Reviews, Comments & Analysis On Gulf Investment Corporation – MEP Middle East", https://www.mepmiddleeast.com/tags/gulf-investment-corporation (accessed 16 September 2023).

**Times of Oman, (2021),** "Over 13,000 mangrove saplings to be planted in Al Wusta", *Times of Oman*, https://times ofoman.com/article/109097-over-13000-mangrove-saplings-to-be-planted-in-al-wusta (accessed 24 October 2023).

**TotalEnergies (2023),** "TotalEnergies and Veolia partner to Build the Largest Solar System for a Desalination Plant in Oman", TotalEnergies.com, https://totalenergies.com/media/news/press-releases/totalenergies-and-veolia-partner-build-largest-solar-system-desalination (accessed 28 October 2023).

**TradeArabia (2018),** "Masdar signs region's first green revolving credit facility", http://www.tradearabia.com/news/OGN 346193.html (accessed 26 November 2018).

**Ugal, N. (2022),** "QatarEnergy signs deal with US giant to develop carbon capture roadmap", *Upstream Online Latest oil and gas news*, https://www.upstreamonline.com/energy-transition/qatarenergy-signs-deal-with-usgiant-to-develop-carbon-capture-roadmap/2-1-1304716 (accessed 22 September 2023).

**UNCTAD (2021),** *Trade and Development Report 2021,* United Nations Conference on Trade and Development, https://unctad.org/system/files/official-document/tdr2021\_part2\_en.pdf

**UNEP (2023),** "Decades of Mangrove Forest Change: What Does It Mean for Nature, People and the Climate?" UN Environment Programme, 26 April, http://www.unep.org/resources/report/decades-mangrove-forest-change-what-does-it-mean-nature-people-and-climate

**UNEP (2017),** Financing sustainable development: the role of sovereign wealth funds for green investment, http://www.greenfiscalpolicy.org/wp-content/uploads/2018/05/SWF-Final-Study.pdf

**United Arab Emirates Ministry of Climate Change & Environment (2023),** *Accelerating Action Towards a Green, Inclusive and Resilient Economy: Third Update of Second Nationally Determined Contribution for the UAE,* 11 July, https://unfccc.int/documents/630550

**United Arab Emirates Ministry of Climate Change & Environment (2022),** "Updated Second Nationally Determined Contribution of the United Arab Emirates", https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-09/UpdateNDC-EN-2022.pdf (accessed 26 June 2023).

**United Arab Emirates Ministry of Finance (2022),** "Corporate Tax – Ministry of Finance – United Arab Emirates", https://mof.gov.ae/corporate-tax/ (accessed 25 June 2023).

**United Nations (2023),** "UN-Habitat and FAO support Bahrain's afforestation plans | United Nations in Bahrain", https://bahrain.un.org/en/244752-un-habitat-and-fao-support-bahrain%E2%80%99s-afforestation-plans (accessed 28 October 2023).

**United Nations (2022),** *Human Development Report 2021-22, Human Development Reports*, United Nations, https://hdr.undp.org/content/human-development-report-2021-22 (accessed 25 June 2023).

**von Hammerstein R., Baş H. (2020),** "The business of localization: Insights for success in the Saudi renewables market", *Apricum – The Cleantech Advisory*, https://apricum-group.com/the-business-of-localization-insights-for-success-in-the-saudi-renewables-market-2/ (accessed 5 October 2023).

**Waha, K., et al. (2017),** "Climate Change Impacts in the Middle East and Northern Africa (MENA) Region and Their Implications for Vulnerable Population Groups", *Regional Environmental Change* 17(6), pp. 1623–38, https://doi.org/10.1007/s10113-017-1144-2

**WAM (2023),** "UAE firmly committed to achieving climate neutrality: COP28 President-Designate", wam, https://wam.ae/en/details/1395303174321 (accessed 5 July 2023).

**WAM (2022),** "Executive Council of Dubai approves Integrated Waste Management Strategy 2021-2041, with a budget of AED74.5 billion", *WAM*, https://wam.ae/en/details/1395303015567 (accessed 26 June 2023).

**Webster, N. (2020),** "GCC leading the world in water desalination", *The National*, https://www.thenationalnews.com/uae/environment/gcc-leading-the-world-in-water-desalination-1.983775 (accessed 26 June 2023).

**Weiss, W. and Spörk-Dür, M. (2023),** "Solar Heat Worldwide 2023: Global Market Development and Trends 2022; Detailed Market Figures 2021", AEE – Institute for Sustainable Technologies, https://www.iea-shc.org/Data/Sites/1/publications/Solar-Heat-Worldwide-2023.pdf

**Whitlock, R. (2016),** "Masdar to construct 800 MW third phase of Dubai solar farm", *Renewable Energy Magazine*, at the heart of clean energy journalism, https://www.renewableenergymagazine.com/pv\_solar/masdar-to-construct-800-mw-third-phase-20160627 (accessed 26 November 2018).

**WHO (2022),** Global Health Observatory data repository; Registered vehicles Data by country, World Health Organization, https://apps.who.int/gho/data/node.main.A995

**Wilson, T. (2023),** "UAE state energy company brings forward net zero target to 2045", *Financial Times*, https://www.ft.com/content/a5830466-0167-4edc-aa9d-2442632dce35 (accessed 31 July 2023).

**Wodon, Q., et al., (2014),** Climate Change and Migration: Evidence from the Middle East and North Africa, Washington DC, World Bank, https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/18929

World Bank (2023a), "Saudi Arabia", World Bank Enterprise Surveys, https://www.enterprisesurveys.org/en/data/exploreeconomies (accessed 25 June 2023).



**World Bank (2023b),** "World Development Indicators | DataBank", https://databank.worldbank.org/reports. aspx?source=World-Development-Indicators (accessed 25 June 2023).

**World Bank (2021a),** "Gulf Economic Update: COVID-19 Pandemic and the Road to Diversification", https://documents1.worldbank.org/curated/en/748461627924058675/pdf/Gulf-Economic-Update-COVID-19-Pandemic-and-the-Road-to-Diversification.pdf

**World Bank (2021b),** "Oman: Climatology", Climate Change Knowledge Portal (CCKP), https://climateknowledgeportal. worldbank.org/ (accessed 24 August 2023).

**Wu, D. (2022),** "Foxconn Partners With Saudi Wealth Fund to Build Electric Cars", *Bloomberg.com*, https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-11-03/foxconn-partners-with-saudi-wealth-fund-to-build-electric-cars (accessed 29 October 2023).

**WWMC (2023),** WWMC Newsletter Number 28 September 2023, https://dwmc.ae/wp-content/uploads/2023/10/WWMC-Newsletter-Number-28-September-2023.pdf.

**Zawya Projects (2023),** "Dubai's rooftop PV solar capacity reaches 500MW", https://www.zawya.com/en/projects/utilities/dubais-rooftop-pv-solar-capacity-reaches-500mw-gdfml8ih (accessed 15 October 2023).

**Zawya** (2022), "Saudis constitute 63.6% of 34mln population; 8.6% fall in number of expats by mid 2021", *Zawya*, https://www.zawya.com/en/economy/gcc/saudis-constitute-636-of-34mln-population-86-fall-in-number-of-expats-by-mid-2021-h71bln01 (accessed 25 June 2023).

**Zawya (2021),** "PROJECTS: Saudi's ACWA Power announces financial close for 1.5 gigawatt Sudair solar plant", https://www.zawya.com/en/projects/projects-saudis-acwa-power-announces-financial-close-for-15-gigawatt-sudair-solar-plant-djkbeys6 (accessed 5 October 2023).

**Zittis, G., et al.** (2021), "Business-as-Usual Will Lead to Super and Ultra-Extreme Heatwaves in the Middle East and North Africa", NPJ Climate and Atmospheric Science 4(1), pp. 1–9, https://doi.org/10.1038/s41612-021-00178-7

**Zywietz**, **D. (2023)**, Interview with Daniel Zywietz, CEO Enerwhere.

Zywietz, D. (2018), Interview with Daniel Zywietz, Founder & CEO of Enerwhere.





# أسواق الطاقة المتجددة



دول مجلس التعاون الخليجي 2023

