Ministry of Energy
and Mineral Resources

IRENA
International Renewable Energy Agency

المملكة الأردنية الهاشمية

تقييم جاهزية الطاقة المتجددة

أكتوبر 2020

© الوكالة الدولية للطاقة المتجددة IRENA 2021

يجوز، ما لم يرد بخلاف ذلك، استخدام المادة الواردة في هذا المنشور بحرّية ومشاركتها ونسخها وإعادة إنتاجها وطباعتها و/ أو تخزينها شريطة أن تتم الإشارة بشكل 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 وقيود منفصلة، وقد يستلزم الحصول على إذن تلك الأطراف قبل استخدام هذه المادة بأي شكل كان.

التوثيق:

الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (2021)، تقييم جاهزيّة الطاقة المتجددة: الأردن، الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، أبوظبي. الرقم المعياري الدولي: 978-92-9260-321-2
تمت ترجمة هذا التقرير من: "Renewable Readiness Assessment: Jordan (2021). ISBN: 978-92-9260-277-2".
في حال وجود تعارض بين هذه الترجمة والترجمة الأصلية (الإنجليزي)، النص الإنجليزي يسود.

نبذة عن الوكالة الدولية للطاقة المتجدّدة:

الوكالة الدولية للطاقة المتجددة هي منظمة حكومية دولية تدعم بلدان العالم في التحول نحو استخدام الطاقة المتجددة بطريقة مستدامة في المستقبل؛ وتعد الوكالة منصةً رئيسيةً للتعاون الدولي ومركزاً عالمياً للتميّز، فضلاً عن دورها الفعال كملتقىً لرواد السياسة والتكنولوجيا والموارد الفنية والمالية المتخصصة في مجال الطاقة المتجددة. وتشجّع الوكالة على اعتماد واستخدام جميع أشكال الطاقة المتجددة على نطاق واسع بما فيها الطاقة الحيوية، والطاقة الحرارية الجوفية، والطاقة المائية، 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 الاقتصادي مع مراعاة تخفيض نسب الانبعاثات الكربونية للوصول إلى مستقبل أكثر ازدهاراً.

شكر وتقدير

أعدت الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (آيرينا) هذا التقرير بالتعاون مع حكومة المملكة الأردنية الهاشمية ممثلةً بوزارة الطاقة والثروة المعدنية.
واستفاد التقرير من مدخلات العديد من الخبراء، ونخص بالذكر دينيس كورتشونوف (برنامج الأمم المتحدة الإنمائي)، وريم المصري (جمعية "إدامة")، وأحمد بسام (صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة)، ورسمي حمزة (صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة)، ويعقوب مرار (وزارة الطاقة والثروة المعدنية)، وزياد حمودة (وزارة الطاقة والثروة المعدنية).
ومن الزملاء في الوكالة الدولية للطاقة المتجددة الذين قدّموا الدعم والمراجعة: عبدالملك أوريتشا علي (موظّف سابق لدى الوكالة)، وإيمين غيربودج، ودولف جيلين، ونديم جسوس، وريكاردو جوريني.

المساهمون الرئيسيون:

زهير حامدي، وريم قربان، وجوربوز جونول، وديفيام ناجبال (الوكالة الدولية للطاقة المتجددة)، وسامر زوايدة (المنسّق الوطني).

إخلاء مسؤولية.

يُقدَّم هذا المنشور والمادة التي يحتوي عليها "بحالَتِهما". وقد اتخذت الوكالة الدولية للطاقة المتجدّدة جميع الاحتياطات 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 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. لا تنطوي التسميات المستخدمة في هذا المنشور، ولا طريقة عرض المادة، على أيّ إعرابٍ عن أي رأيٍ من جانب الوكالة الدولية للطاقة المتجدّدة بشأن المركز القانوني لأي منطقة أو بلد أو إقليم أو مدينة أو منطقة خاضعة لسلطاتها، أو تتعلّق بترسيم حدودها أو تخومها.

المملكة الأردنية الهاشمية

تقييم جاهزية الطاقة المتجددة

تمهيد

بقلم معالي وزيرة الطاقة والثروة المعدنية

زادت مساهمة مصادر الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة الأردنية بشكل مذهل خلال السنوات القليلة الماضية، حيث ارتفعت من نسبة لا تتجاوز 1% في عام 2014 إلى نسبة 13% في عام 2019. وبلغت قدرة أنظمة الطاقة المتجددة التي تغذي شبكة الكهرباء الوطنية 1558 ميجاواط بحلول عام 2019؛ وزادت منذ ذلك الحين لتبلغ حوالي 2200 ميجاواط، أو 20% من إجمالي مزيج الطاقة الكهربائية.

ويجسد تكامل مصادر الطاقة المتجددة أساساً متيناً من خلال إطار التشريعات والإجراءات المعمول بها، والتعزيز التدريجي للكفاءات البشرية، وبناء شراكات مع القطاع الخاص. وتهدف الإستراتيجية الوطنية الأردنية للطاقة (2020 – 2030) إلى ضمان تحقيق أمن واستدامة الطاقة، والقدرة على تحمل تكاليفها، إلى جانب زيادة استخدام موارد الطاقة المحلية.

وعقب دراسة متأنية للعديد من السيناريوهات المحتملة لعام 2030، ترجح كفة الاستراتيجية الوطنية لصالح سيناريو الاستقلالية العالية باعتباره الأكثر تماشياً مع تحقيق الأهداف الاستراتيجية العامة. وتشمل هذه الأهداف تنويع مصادر الطاقة الوطنية، وزيادة استخدام موارد الطاقة المحلية، وتعزيز كفاءة الطاقة وخفض تكاليفها في مختلف جوانب الاقتصاد الوطني، والاستمرار في تطوير أنظمة الطاقة الأردنية. كما تدعو الاستراتيجية إلى رفع مساهمة الطاقة المتجددة في مزيج توليد الطاقة إلى 21% خلال العام 2021، وإلى 31% بحلول نهاية العقد.

وأثمرت خطة العمل الوطنية لكفاءة الطاقة، والتي تم اعتمادها في عام 2014، عن تأسيس "صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة" (JREEEF) والذي يساعد المزارعين والأسر والصناعات والفنادق والمساجد والكنائس والمدارس والمجتمعات على تحسين استهلاكهم للطاقة والاعتماد بشكل أكبر على الطاقة المتجددة.

وقد ساعدتنا الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (آيرينا) على تقييم وضعنا الحالي، بما في ذلك نجاحاتنا وإنجازاتنا والتحديات الماثلة أمامنا. ويحدد التقرير الذي أعدته الوكالة بهذا الخصوص "تقييم جاهزية الطاقة المتجددة" أبرز الحلول والتدابير لتمكيننا من المضي قدماً وتحقيق أهدافنا في قطاع الطاقة المتجددة. وتتوافق توصيات التقرير مع إستراتيجيتنا الوطنية للطاقة (2020 – 2030). كما تتجلى أساسيات هذا التقرير بوضوح من خلال خطط التنفيذ التي وضعناها مؤخراً.

وتتطلب أهدافنا الطموحة لقطاع الطاقة إبرام شراكة وطيدة بين القطاعين العام والخاص. كما أننا حريصون على التعاون مع الأصدقاء والشركاء الدوليين لجعل مصادر الطاقة المتجددة ركيزة أساسية لمنظومة الطاقة الأردنية.

معالي هالة زواتي

وزيرة الطاقة والثروة المعدنية، المملكة الأردنية الهاشمية

تمهيد

بقلم المدير العام للوكالة الدولية للطاقة المتجددة

فيما تخطط الحكومات لمرحلة ما بعد "كوفيد – 19"، يتيح الانتقال إلى الطاقة المتجددة إمكانية خلق فرص عمل سريعة، ودعم التنمية الاقتصادية، وتعزيز سبل الرفاهية والمساواة الاجتماعية. وبالنسبة للمملكة الأردنية الهاشمية، فإن تنويع مزيج الطاقة وخفض تكاليفها باستخدام المصادر المتجددة يساهم في تعزيز التنمية الاجتماعية والاقتصادية والصناعية على المدى البعيد، دون التسبب بضغوطات إضافية على الموارد المالية العامة.

وبالنسبة لبلد يتمتع بكمّ وفير من موارد الطاقة المتجددة، فإن التحول المنشود من شأنه تعزيز أمن الطاقة وتقليل تكاليف الاستهلاك، فضلاً عن تحسين آلية الحفاظ على البيئة. وتساهم الاستراتيجية الوطنية للطاقة (2020 – 2030) في دعم سياسة التنويع من خلال السعي لرفع مساهمة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة العام إلى 31% بحلول عام 2030.

ويوضح تقرير "تقييم جاهزية الطاقة المتجددة: الأردن"، الذي أعدته الوكالة الدولية للطاقة المتجددة بالتعاون مع وزارة الطاقة والثروة المعدنية الأردنية، أبرز التحديات التي تواجهها المملكة في خضم سعيها لتأمين مصادر طاقة وتدفئة مستدامة بيئياً واقتصادياً. كما يقدم التقرير توصيات مهمة لتوسيع نطاق استخدام المصادر المتجددة في 7 مجالات رئيسية تتنوع بين توليد الطاقة، والنقل، وتسخين/ تبريد المباني، والصناعة. وهو ما سيثمر في نهاية المطاف عن زيادة ملحوظة في تبني مصادر الطاقة المتجددة، وتعزيز أمن الطاقة، وخفض التكاليف.

ورغم أنها قطعت أشواطاً كبيرة في هذا الاتجاه خلال العقد الماضي، لا يزال بإمكان المملكة تعزيز الروابط وأوجه التآزر بين مصادر الطاقة المتجددة وتدابير تعزيز كفاءة الطاقة، وكذلك عمليات تحسين الشبكة الكهربائية، والتنمية الصناعية المحلية، فضلاً عن تنويع مصادر الطاقة في قطاع النقل والتنقل. وثمة حاجة أيضاً لدعم جهود مؤسسات التمويل المحلية ومطوري المشاريع لتسريع عجلة الاستثمار في قطاع الطاقة المتجددة.

ومنذ عام 2011، أجرى ما يقارب 40 دولة من مناطق الشرق الأوسط، وأفريقيا، وآسيا والمحيط الهادئ، وأمريكا اللاتينية، والبحر الكاريبي، تقييمات مماثلة أثمرت عن تبادل المعارف وتعزيز أطر التعاون الدولي بهدف تسريع وتيرة نشر الطاقة المتجددة. وتمت قيادة كل عملية تقييم على مستوى البلاد؛ حيث ساهمت الوكالة الدولية للطاقة المتجددة بتوفير الخبرات الفنية المطلوبة، وتسليط الضوء على الرؤى الإقليمية والعالمية، وتمكين المشاورات بين مجموعة من أصحاب المصلحة المحليين.

وإذ تثمّن الوكالة عالياً المشاركة الفاعلة لفريق الوزارة، فإنها تقدّر أيضاً المساهمة القيّمة التي قدمها العديد من أصحاب المصلحة المحليين والشركاء الدوليين لإنجاح هذه الدراسة. وكلي أمل أن يساهم هذا التقرير في تسريع وتيرة انتقال المملكة إلى مستقبل مستدام في قطاع الطاقة.

فرانشيسكو لا كاميرا

مدير عام الوكالة الدولية للطاقة المتجددة

المحتويات

	الأشكال البيانية	8
	الجداول	9
	الإطارات التوضيحية	9
	الاختصارات	10
	الملخص التنفيذي	12
1	مقدمة	16
2	مشهد قطاع الطاقة	18
	1.2 مؤسسات الطاقة ومسؤولياتها	18
	2.2 توجهات إمدادات الطاقة الأولية	22
	3.2 توجهات قطاع الطاقة	23
	4.2 توجهات الاستهلاك النهائي للطاقة	27
	الصناعة	27
	النقل	28
	المنازل	28
	5.2 محركات تنويع الطاقة	29
3	موارد الطاقة المتجددة واستخدامها	31
	1.3 موارد الطاقة المتجددة	31
	الطاقة الشمسية	31
	طاقة الرياح	31
	الطاقة الحيوية	33
	الطاقة الحرارية الأرضية	33
	الطاقة الكهرومائية	33
	2.3 الطاقات المتجددة في قطاع الكهرباء	33
	3.3 الطاقات المتجددة في التدفئة/ التبريد والنقل	36
	4.3 الخاتمة	37

المحتويات

4	سياسات واستثمارات الطاقة المتجددة: البيئة الحالية والمشاكل الناشئة	**38**
	1.4 تهيئة السياسة والبيئة التنظيمية لنمو الطاقة المتجددة مستقبلاً	38
	• الخطط والأهداف	39
	• سياسات وقوانين النشر	40
	• قطاع الطاقة: العروض المالية المباشرة	41
	• قطاع الطاقة: المشاريع المملوكة للحكومة	42
	• قطاع الطاقة: مشاريع النقل بالعبور وصافي القياس	42
	• قطاع الكهرباء: المشاريع خارج الشبكة ومشتركة القطاعات	44
	• التدفئة/ التبريد	44
	• النقل	46
	• سياسات وقوانين دمج الطاقة المتجددة بالشبكة	46
	• البنية التحتية للنقل والتوزيع	47
	• التخزين	48
	• مزاوجة القطاعات وتقسيم الأحمال	49
	• وضع السياسات والأنظمة لتعزيز المكتسبات	49
	2.4 حفز الاستثمارات لمواكبة أهداف الطاقة المتجددة	51
	• تمويل البنية التحتية ومشاريع الطاقة المتجددة على نطاق المرافق الخدمية	52
	• تمويل الاستهلاك الذاتي والطاقة المتجددة على نطاق صغير	54
	• تمويل شركات الطاقة المتجددة	55
	3.4 الخاتمة	56
5	**أبرز التحديات والتوصيات**	**58**
	1.5 توفير الظروف الملائمة لتعزيز مساهمة الطاقة المتجددة في قطاع الطاقة	60
	2.5 تعزيز النمو المستمر لتوليد الطاقة المتجددة	61
	3.5 التخطيط لرفع نسبة استخدام الطاقة المتجددة	64
	4.5 حفز استخدام الطاقة المتجددة في التسخين والتبريد	67
	5.5 دعم خيارات الطاقة المتجددة في مجالي النقل والتنقل	68
	6.5 تشجيع استثمارات الطاقة المتجددة	69
	7.5 ترسيخ دعائم القطاعات المحلية وتوفير فرص العمل في مجال الطاقة المتجددة	71
	المراجع	**74**

الأشكال البيانية

الشكل ES1	لمحة عامة عن مجالات العمل الرئيسية الموصى بها	13
الشكل 1	إجمالي إمدادات الطاقة الأولية، حسب نوع الوقود (2009-2018)	22
الشكل 2	القدرة الإنتاجية المركبة في قطاع الطاقة، حسب المصدر (2014-2018)	23
الشكل 3	إجمالي توليد الطاقة الكهربائية، حسب نوع الوقود	24
الشكل 4	استهلاك الكهرباء، حسب القطاع (2010-2018)	25
الشكل 5	إجمالي استهلاك الكهرباء، حسب القطاع (2018)	26
الشكل 6	الاستهلاك النهائي للطاقة، حسب القطاع	27
الشكل 7	الاستهلاك النهائي للطاقة في قطاع الصناعة، حسب نوع الوقود (2018)	28
الشكل 8	إجمالي الاستهلاك النهائي للطاقة في المنازل، حسب نوع الوقود (2018)	29
الشكل 9	مقارنة بين عروض الطاقة الشمسية الكهروضوئية في ثلاث جولات مع متوسط تكلفة شراء الطاقة (دولار أمريكي/ كيلوواط ساعي)، حسب شركة الكهرباء الوطنية	30
الشكل 10	التوزع المكاني للإشعاع الشمسي العالمي في خرائط موارد الأردن بالكيلوواط ساعي/ متر مربع	32
الشكل 11	التوزع المكاني لطاقة الرياح في الأردن	32
الشكل 12	قدرة الطاقة المتجددة حسب مصدرها (2014-2019)	34
الشكل 13	توليد الطاقة المتجددة حسب مصدرها (2014-2018)	34
الشكل 14	مزيج السياسة اللازم لزيادة حصة الطاقة المتجددة	39
الشكل 15	إجراءات زيادة حصة مختلف مصادر الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة	47
الشكل 16	استثمارات الطاقة المتجددة في الأردن (2010 – 2018)	51
الشكل 17	لمحة عامة عن المجالات مختلفة المواضيع للتوصيات الواردة	59
الشكل 18	الحلول المبتكرة في منظومة الطاقة	64

الجداول

الجدول 1	لمحة عامة عن المؤسسات المعنية في قطاع الطاقة الأردني	19
الجدول 2	حصص إجمالي إمدادات الطاقة الأولية بالوقود	22
الجدول 3	حالة مشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح (في يناير 2020)	34
الجدول 4	لمحة موجزة عن أصحاب المصلحة والمجالات الرئيسية لأنشطة التمويل	52
الجدول 5	رؤى بشأن هيكليات التمويل لبعض المشاريع على نطاق المرافق الخدمية	53

الإطارات التوضيحية

الإطار التوضيحي 1	تطوير شبكة النقل لتسهيل دمج الطاقة المتجددة	35
الإطار التوضيحي 2	قوانين وإرشادات تطبيق قانون الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة رقم 13 لسنة 2012	40
الإطار التوضيحي 3	تسهيل تطوير الطاقة الشمسية الموزعة على المباني الحكومية	43
الإطار التوضيحي 4	معالجة فقر الطاقة من خلال المصادر المتجددة: برنامج التدفئة المدرسية ومخيمات اللاجئين	45
الإطار التوضيحي 5	تقييم تقنية التخزين عبر ضخ المياه	48
الإطار التوضيحي 6	الصندوق المتجدد لسخانات المياه الشمسية: حالة مرفق البيئة العالمية (GEF) التابع لبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي، ومشروع التنمية الاقتصادية والطاقة المستدامة (SEED)	50
الإطار التوضيحي 7	إطار عمل ترشيد الطاقة في الأردن: النواحي الرئيسية والقضايا الناشئة	55
الإطار التوضيحي 8	تحديد مسار تحول قطاع الطاقة الأردني خلال التعافي من "كوفيد – 19"	57

الاختصارات

°C	درجة الحرارة بالسيليزيوس
CBJ	البنك المركزي الأردني
CBO	منظّمة مجتمعية
CEGCO	شركة توليد الكهرباء المركزية
CO_2	ثاني أكسيد الكربون
CSH	التسخين بالطاقة الشمسية المركزة
CSP	الطاقة الشمسية المركّزة
DEG	بنك التنمية الألماني
DLS	دائرة الأراضي والمساحة
EBRD	البنك الأوروبي لإعادة البناء والتنمية
EDCO	شركة توزيع الكهرباء
EESCO	شركة خدمات كفاءة الطاقة
EMRC	هيئة تنظيم قطاع الطاقة والمعادن
EPC	خدمات الهندسة والمشتريات والإنشاءات
ESCO	شركة خدمات الطاقة
EU	الاتحاد الأوروبي
FMO	الشركة الهولندية لتمويل التنمية
GAM	أمانة عمّان الكبرى
GDP	الناتج الإجمالي المحلي
GEF	صندوق البيئة العالمي
GIS	دراسة أثر الشبكة
GWh	جيجاواط ساعي
IDECO	شركة كهرباء محافظة إربد
IFC	مؤسسة التمويل الدولية
IPP	منتج طاقة مستقل
IRENA	الوكالة الدولية للطاقة المتجددة
JCI	غرفة صناعة الأردن
JEDCO	المؤسسة الاردنية لتطوير المشاريع الاقتصادية
JEPCO	شركة الكهرباء الأردنية
JGBG	دليل المباني الخضراء الأردني
JICA	وكالة اليابان للتعاون الدولي
JISM	مؤسسة المواصفات والمقاييس الأردنية
JNBC	مجلس البناء الوطني الاردني

JOD	دينار أردني
JREEEF	صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة
K-Exim	البنك الكوري للاستيراد والتصدير
Km	كيلومتر
Ktoe	ألف طن من النفط المكافئ
kW	كيلوواط
kWh	كيلوواط ساعي
kWp	كيلوواط عند الذروة
LED	ديودات باعثة للضوء
LNG	الغاز الطبيعي المسال
m2	متر مربع
MEMR	وزارة الطاقة والثروة المعدنية
MENA	منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا
m/s	متر بالثانية
MSW	النفايات البلدية الصلبة
Mtoe	مليون طن من النفط المكافئ
NDC	المساهمة المحددة وطنياً
NEEAP	خطة العمل الوطنية لكفاءة الطاقة
NEPCO	شركة الكهرباء الوطنية
NREAP	خطة العمل الوطنية للطاقة المتجددة
O&M	التشغيل والصيانة
PPA	اتفاقية شراء الطاقة
Proparco	شركة التشجيع والمساهمة للتعاون الاقتصادي
PV	كهروضوئية
REES	جمعية الشركات العاملة في مجال الطاقة المتجددة
RRA	تقييم جاهزيّة الطاقة المتجددة
RSS	الجمعية العلمية الملكية
SCADA	نظام التحكم الإشرافي وجمع البيانات
SEED	التنمية الاقتصادية والطاقة المستدامة
SEPCO	شركة السمرا لتوليد الكهرباء
SHAMCI	المشروع العربي لشهادات الأنظمة الشمسية الحرارية (شمسي)
SME	الشركات الصغيرة والمتوسطة
TPES	مجموع إمدادات الطاقة الأولية
TWh	تيرا واط ساعي
UNDP	برنامج الأمم المتحدة الإنمائي
USD	دولار أمريكي

الملخص التنفيذي

يرزح الاقتصاد الأردني تحت وطأة النمو السكاني المضطرد للمملكة، الأمر الذي يوجب إيجاد محركات جديدة للتنمية الاقتصادية، واغتنام الفوائد الضمنية طويلة الأمد للكتلة السكانية البالغ حجمها 10.6 مليون نسمة عدا عن الأجيال القادمة. ومع تضاعف التحديات الاقتصادية عقب تفشي جائحة فيروس كورونا المستجد "كوفيد – 19"، عقد الأردن العزم على المضي قدماً في استخدام مصادر الطاقة المحلية.

وبالفعل، تشكل الطاقة عاملاً حاسماً لنمو الاقتصاد الأردني الذي يعتمد على الاستيراد لتلبية احتياجاته من الطاقة، مما يفضي إلى إجهاد الاقتصاد عدا عن مخاطر أمن إمدادات الطاقة. وقد دفعت نقاط الضعف هذه المملكة إلى وضع الاستراتيجية الشمولية المحدثة 2007-2020 في قطاع الطاقة، والتي دعت إلى اغتنام الموارد المحلية بشكل أكبر بما في ذلك الطاقة المتجددة.

ارتفعت حصة الكهرباء التي يتم توليدها من مصادر متجددة في المملكة من 0.7% في عام 2014 إلى أكثر من 13% في عام 2019، مما يجعلها سبّاقة في قطاع الطاقة المتجددة على مستوى المنطقة. وقد أرست الأردن السياسات والقوانين اللازمة لدعم الطاقة المتجددة، بما في ذلك مشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح البرية.

وتدعو الاستراتيجية الشمولية المحدثة 2020-2030 في قطاع الطاقة، والتي طورتها وزارة الطاقة والثروة المعدنية، إلى إيجاد إمدادات طاقة مستدامة، وتنويع مزيج الطاقة الوطني، وزيادة الاعتماد على مصادر الطاقة المحلية، وتحسين أمن الطاقة، والحد من تبعية الطاقة، وخفض تكاليف إمدادات الكهرباء. وتهدف هذه الاستراتيجية لرفع حصة الطاقة المتجددة إلى 31% من إجمالي قدرات توليد الطاقة، و14% من إجمالي مزيج الطاقة بحلول عام 2030.

تقييم جاهزية الطاقة المتجددة هو تقرير أعدته الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (آيرينا) بالتعاون مع وزارة الطاقة والثروة المعدنية الأردنية، ويسلط هذا التقرير الضوء على التحديات الراهنة والفرص الرئيسية مع سعي الأردن إلى تعزيز أمن الطاقة، وتنويع واستدامة إمداداتها. ويمكن أن تتماشى خطط التعافي من جائحة "كوفيد – 19" بشكل وثيق مع اعتبارات الطاقة النظيفة وغيرها من أهداف الاستدامة.

الطاقة المتجددة في الأردن: الدوافع والوضع الراهن

تشكّل طاقتا الشمس والرياح المصدرين الأكثر وفرةً للطاقة المتجددة في الأردن مع إمكانيات أقل لمصادر الطاقة الكهرومائية والحيوية والحرارية الأرضية.

ويشكل قانون الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة رقم 13 لسنة 2012 وتعديلاته أساس السياسة الأردنية بشأن الطاقة المتجددة وكفاءة استخدام الطاقة. وقد وضع نظام التغير المناخي رقم (79) لسنة 2019 متطلبات محددة لأصحاب المصلحة للإبلاغ عن انبعاثات الغازات الدفيئة.

وتلتزم المساهمة المحددة وطنياً في الأردن بتقليل انبعاثات الغازات الدفيئة بواقع 14% بحلول عام 2030. وتضمنت الإجراءات المتخذة في إطار هذه المساهمة تطوير واستخدام الطاقة المتجددة، وتشجيع الاستثمار في مشاريع الطاقة المتجددة.

ومن ناحية التكلفة فقط، كانت الوفورات الكبيرة في تكلفة تقنيات الطاقة المتجددة خلال السنوات العشر الماضية كفيلةً بدفع الحكومة إلى التركيز أكثر على زيادة حصة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة المستقبلي. وقد أفضت الجولة الثالثة والأخيرة من العروض المالية المباشرة في عام 2018 إلى ترسية عطاءات لم تتعدَّ تكلفة الإنتاج فيها 0.03 دولاراً أمريكياً / كيلو واط ساعي. في المقابل، بلغ متوسط تكلفة الطاقة الكهربائية التي اشترتها شركة الكهرباء الوطنية الأردنية في عام 2018 (0.114 دولاراً / كيلوواط ساعي).

وكشف تقرير أردني بأنه من الممكن إزالة الكربون من مزيج الطاقة بالتوازي مع توفير إمدادات موثوقة من الكهرباء. وفي عام 2018، ساهمت إمدادت الكهرباء التي تم توليدها من الطاقة الشمسية الكهروضوئية والرياح في تفادي إطلاق نحو 1.5 مليون طن من الانبعاثات الكربونية. وكان استخدام الطاقة المتجددة في التسخين/ التبريد محدوداً – ارتكز في معظمه على سخانات المياه الشمسية – إلا أن إطلاق صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة (JREEEF) حفّز الإقبال على هذه السخانات في السوق.

كما تدعم الحكومة الأردنية اقتناء السيارات الكهربائية رغم الحاجة إلى توسيع البنى التحتية اللازمة لشحنها.

تطوير قطاع الطاقة المتجددة في الأردن

ستكون حلول الطاقة المتجددة عاملاً محورياً في تحسين مستوى أمن الطاقة، وخفض تكاليف إمدادات الكهرباء، والمحافظة على البيئة، وتعزيز تعافي الأردن من أزمة "كوفيد – 19". ولدعم المرحلة التالية من نمو الطاقة المتجددة، بات لزاماً إيجاد مزيج سياسات أوسع نطاقاً يركز على تهيئة الظروف المواتية لنشر ودمج تقنيات الطاقة المتجددة. ومن الضروري كذلك تعزيز الطلب على هذه المصادر، والاعتماد على النظم الكهربائية في الاستخدامات النهائية.

ويقدم التقرير توصيات رئيسية إلى المملكة الأردنية الهاشمية للإحاطة بالإمكانات الاقتصادية والاجتماعية والبيئية الكاملة للطاقة المتجددة في 7 مجالات رئيسية تتنوع تطبيقاتها بين الطاقة، والنقل، والتسخين / التبريد للمباني، والصناعة. كما يتناول التقرير استثمارات الطاقة المتجددة وتطوير القطاع المحلي وإيجاد فرص العمل – حسبما هو موضح في الشكل ES1. وتتمثل النتيجة المرجوة برفع حصة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة الأردني بالتوازي مع تعزيز أمن الطاقة والحد من تكلفة الإمدادات.

1: توفير الظروف الملائمة لتعزيز مساهمة الطاقة المتجددة في قطاع الطاقة

توضيح مسار الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة الأردني. توفر الاستراتيجية الشمولية المحدثة في قطاع الطاقة رؤيةً طويلة الأمد لتطوير قطاع الطاقة في المملكة. ومع ذلك، فإن تعليق المشاريع الجديدة التي تزيد طاقتها الإنتاجية على 1 ميجاواط لأجل غير مسمى منذ يناير 2019 أدى إلى انتشار حالةٍ من انعدام اليقين في القطاع.

ولزيادة حصة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة وخفض تكاليف إمدادات الكهرباء، لا بد من التنسيق بين الوزرات المعنية لإقرار خطط وسياسات متكاملة تحفز الطلب على الكهرباء من خلال تبني النظم الكهربائية في الاستخدامات النهائية، ولا بد كذلك من تحسين التطبيقات عبر القطاعات، والحد من مستوى فقر الطاقة. ويمكن أن يساعد التعاون بين الوزارات وشركات نقل الطاقة والبلديات في تحقيق ذلك.

2: تعزيز النمو المستمر لتوليد الطاقة المتجددة

تقصير فترات استصدار الموافقات والجداول الزمنية للمشروع التي تزيد من المخاطر وتكاليف المعاملات. بالرغم من اختلاف تأثيره بين المشاريع الصغيرة وتلك الضخمة على مستوى المرافق الخدمية، إلا أن الوقت الفاصل بين إبداء الاهتمام والتكليف بإنجاز المشروع قد يستغرق سنوات عدة. ولا بد من اتخاذ خطوات لوضع إطار زمني ثابت قائم على مراحل الإنجاز. إن توحيد معايير عمليات حيازة الأراضي من خلال التطوير المسبق للمواقع - بما في ذلك تطوير البنية التحتية للربط الشبكي، وتقييم الآثار البيئية والاجتماعية الخاصة بالقطاع (على سبيل المثال، دراسة هجرة الطيور في حالة مشاريع طاقة الرياح)، واستكمال حيازة الأراضي – قد يمهد الطريق لمشاركة القطاع الخاص في العطاءات المستقبلية.

وتمّ كذلك إطلاق برامج حكومية لنشر أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية الصغيرة على أسطح المنازل، ويتمّ تطبيقها حالياً ضمن إطار خطط الخدمة الاجتماعية الوطنية. وينبغي تكثيف هذه البرامج لزيادة الأثر الاجتماعي، وخفض الإنفاق الإستهلاكي على الطاقة، والحد من تكاليف الدعم الحكومي.

الشكل ES1. **لمحة عامة عن مجالات العمل الرئيسية الموصى بها**

وينبغي للتعرفة الكهربائية ورسوم (مثل أسعار نقل الطاقة) مشاريع الطاقة المتجددة أن تعكس بدقة التكلفة الحقيقية لخدمات الشبكة.

تعزيز تدابير كفاءة الطاقة. على الرغم من إصدار العديد من القوانين لتعزيز إجراءات ترشيد الطاقة - بالإضافة إلى إطلاق صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة (JREEEF) وبرامج التمويل المستهدفة التي أطلقتها غرفة صناعة الأردن لتدقيق استهلاك الطاقة – إلا أن تقنيات الطاقة المتجددة بقيت محدودة الانتشار. وبناءً عليه، يمكن تطوير قدرات القطاع الصناعي لتطبيق تدابير ترشيد الطاقة (والطاقة المتجددة)، وتحديد المعايير القياسية وأفضل الممارسات لهذا القطاع.

في مجال توليد الطاقة على سبيل المثال، يمكن للتطبيقات الكهربائية والحرارية المشتركة أن تساهم بشكل كبير في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة، وأن توفر بدائل طاقة أوفر تكلفة، ولا سيّما في الصناعات التي تستهلك الطاقة الكهربائية والحرارية في آن معاً. وهناك العديد من المشاريع التجريبية القائمة بالفعل مثل مشروع وادي الشلالة في إربد؛ وبناءً عليه، يتعين وضع لوائح تنظيمية مخصصة لتشجيع تبني مثل هذه الحلول.

3: التخطيط لرفع نسبة استخدام الطاقة المتجددة

تعزيز البنية التحتية الوطنية لنقل وتوزيع الطاقة. إن ضعف الإمكانيات المتاحة لمواكبة ارتفاع حصة الطاقة المتجددة في البنية التحتية لنقل وتوزيع الطاقة يشكّل عقبةً رئيسية أمام مواصلة النمو. وتتوفر أدوات عدة - مثل أداة التخطيط IRE-NA FlexTool - لتحليل احتياجات مرونة نظام الطاقة، وتحديد الحلول الأقل تكلفة ودمجها ضمن استراتيجية العمل. ويعدّ التواصل مع الوزارات الأخرى المرتبطة بقطاعات الصناعة والزراعة والنقل والمياه أمراً بالغ الأهمية لتحديد المناطق التي تزداد فيها احتمالات الطلب على الطاقة حالياً ومستقبلاً.

ويتعين على الأردن في المدى القريب تحديد أولويات شبكة التوزيع، وتكثيف الاستثمارات لتعزيز البنية التحتية وتحسين قدرة الشبكة على دمج الطاقة المتجددة والأحمال الأخرى مثل محطات شحن السيارات الكهربائية.

ترميز تخزين الطاقة لإدارة الشبكة على مستوى النقل والتوزيع. يوفر تخزين الطاقة قيمةً كبيرةً لإدارة الشبكة، سواءً كأصلٍ قائمٍ بذاته أو عند دمجه بإمدادات الطاقة المتجددة. وبالتالي فإن وضع رمز تخزين مخصص يوفر الإرشادات التنظيمية اللازمة لتطوير البنية التحتية لتخزين الطاقة في البطاريات على مستويات التوليد والنقل والتوزيع والاستخدام النهائي، فضلاً عن وضع الإرشادات اللازمة للربط بالشبكة. ويتعين اتخاذ هذه الإجراءات على مستوى الوزارة بالتشاور مع مشغّل النظام وشركات التوزيع وغيرهم من أصحاب المصلحة.

تحسين إدارة الأحمال من خلال الحلول المرتبطة بالطلب. إن زيادة حصة الطاقة المتجددة المتغيرة في مزيج الطاقة الأردني يتطلب اتخاذ تدابير فعالة للموازنة بين الطلب والعرض بصورةٍ تقلل من تكاليف النظام الإجمالية والاستثمار المتزايد في البنية التحتية للدمج بالشبكة. ولا بدّ من وضع وتنفيذ استراتيجية للطاقة المتجددة في ذروة الحمل لتلبية الطلب الأقصى على الطاقة في المباني وقطاعات الاستهلاك من خلال الطاقة الشمسية الكهروضوئية وتخزين الطاقة، وهذا يضمن بالتالي منافسة محطات الذروة المكلفة. وفي المقابل، ينبغي تقييم جدوى فرض التعريفات على أساس وقت الاستخدام من أجل تسهيل تحويل الطلب إلى فترات الحمل المنخفض.

4: حفز استخدام الطاقة المتجددة في التسخين والتبريد

تشجيع تبني حلول الطاقة المتجددة بشكل أكبر في المباني والقطاع الصناعي. ما تزال تطبيقات تسخين المياه بالطاقة الشمسية هي الأوسع انتشاراً لاستخدام الطاقة المتجددة في التسخين والتبريد، غير أن أوجه القصور الأساسية لهذه التطبيقات تكمن في أهداف نشرها، وإنفاذ القوانين ذات الصلة، وإطلاق برنامج تحفيز مالي طويل الأمد لمواجهة التحديات الراهنة للمستخدمين النهائيين. ويوصى في هذا السياق بوضع استراتيجية واضحة وطويلة الأمد لنشر سخانات المياه الشمسية للقطاعات السكنية والتجارية والصناعية، إضافةً إلى تقديم تقرير سنوي بالبيانات التي يتم جمعها من مبيعات هذه الأنظمة.

5: دعم خيارات الطاقة المتجددة في مجالي النقل والتنقل

البدء بتنويع استخدام الطاقة في قطاع النقل. يعتمد قطاع النقل - وهو أكبر مستهلك للطاقة في الأردن - على الديزل والبنزين بشكل أساسي. وترتكز الجهود الحكومية الرامية إلى خفض استهلاك الطاقة في هذا القطاع على تشجيع استخدام السيارات الكهربائية، غير أنّ تطوير البنية التحتية لشحن هذه السيارات تأخرت بالفعل. وتبدو الحاجة ملحّة إلى تحسين الحالة التجارية لحفز مشاركة القطاع الخاص في تطوير هذه البنية التحتية. وينبغي كذلك فرض التعريفات على أساس وقت الاستخدام لتفادي الحمل الزائد على الشبكة.

6: تشجيع استثمارات الطاقة المتجددة

دعم إمكانات مؤسسات التمويل المحلية ومطوري المشاريع. ما تزال مشاركة مؤسسات التمويل المحلية في تمويل مشاريع الطاقة المتجددة على نطاق المرافق الخدمية خجولة للغاية؛ ويمكن لتسهيلات القروض ووسائل الحد من المخاطر التي تتبناها مؤسسات التمويل الدولية أن تساهم في زيادة خبرة البنوك المحلية، وحشد المزيد من رأس المال المحلي لتطوير مشاريع الطاقة المتجددة. علاوةً على ذلك، فإن تطوير إمكانات وحدات الإقراض الأخضر في البنوك التجارية المحلية من

شأنه تحسين تطبيق برامج "صندوق الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة" والبنك المركزي الأردني، فضلاً عن زيادة إمكانية الحصول على التمويل الدولي. ويمكن اتخاذ هذه الإجراءات بالتعاون مع جمعية البنوك.

7: ترسيخ دعائم القطاعات المحلية وتوفير فرص العمل في مجال الطاقة المتجددة

الاستفادة من إمكانات القطاعات الأخرى ومضاعفة فرص العمل في قطاع الطاقة المتجددة. إن تحقيق فوائد تحول نظام الطاقة بالاستناد إلى الطاقة المتجددة يتطلب مزيجاً واسعاً من السياسات التي تتجاوز التركيز على نشر التقنيات فقط. ويشمل ذلك سياسات القطاع، وتنمية المهارات، وتعزيز إمكانات البحث والتطوير.

وعدا عن تصنيع تقنيات الطاقة المتجددة، ثمة فرص جديدة لخلق القيمة تتراوح بين عمليات التشغيل والصيانة، والتصميم، والخدمات الهندسية والمالية، وصولاً إلى الحلول المبتكرة مثل الأتمتة الصناعية، والقياس الذكي، والبنية التحتية للهيدروجين.

ويتعين على القطاع كذلك بناء المهارات الكافية لتلبية احتياجات قطاع الطاقة المتجددة سريع النمو، ويكون ذلك من خلال التعاون مع معاهد التدريب والجامعات ومؤسسات القطاع بما يضمن تكافؤ فرص العمل بين الجنسين.

وأخيراً، تؤثر التغيرات المفاجئة في سياسات القطاع - مثل تعليق المشاريع الجديدة التي تزيد طاقتها الإنتاجية على 1 ميجاواط - بشكل سلبي على احتمالات نمو الشركات المحلية في السوق. وبالرغم من وجود تنظيم محلي للمحتوى، إلا أنه ينبغي إجراء تقييم دقيق لتعريفه ومدى كفاءته وتأثيره على التكاليف والجودة.

مقدّمة

تقع المملكة الأردنية الهاشمية في قلب العالم العربي، ويتجاوز عدد سكانها 10.6 مليون نسمة (دائرة الإحصاءات العامة في الأردن، 2020 أ). تتكون المملكة من 12 محافظة، وتحدّها المملكة العربية السعودية، ودولة فلسطين، وجمهورية العراق، والجمهورية العربية السورية. وواجه الاقتصاد الأردني خلال السنوات العشرة الماضية تحدياتٍ عدة مثل الأزمة المالية في عام 2009، والاضطرابات الناجمة عن النزاعات الإقليمية، وأزمة الطاقة اللاحقة لانقطاع إمدادات الغاز الطبيعي في عام 2011، وإغلاق المعابر التجارية، إضافةً لتدفّق 1.4 مليون لاجئ إلى أراضي المملكة (مجلس السياسات الاقتصادية، 2017؛ تشان وكانتنر، 2019).

وتباطأ النموّ الاقتصادي للمملكة من 6.5% وسطياً بين عامي 2000 و2009 إلى 2.5% بين عامي 2010 و2016، ولم يتجاوز 2% في الربع الثالث 2019 (دائرة الإحصاءات العامة في الأردن، 2020 ب). كما ارتفع معدّل البطالة ليصل إلى 19.3% في الربع الأول من 2020 قياساً مع 12.5% في عام 2010 (دائرة الإحصاءات العامة في الأردن، 2020 ج). ويرزح الاقتصاد ونظام الخدمات الاجتماعية في الأردن تحت وطأة الانفجار السكّاني المفاجئ، عدا عن التحديات الاقتصادية التي فرضتها جائحة فيروس كورونا المستجد "كوفيد-19". ولمواجهة هذه التحديات، لا بدّ للمملكة من تحديد محركات جديدة للنموّ بما يضمن خلق المزيد من فرص العمل وتحقيق الازدهار للجميع.

ويساهم قطاع الخدمات بالحصة الأكبر من الناتج المحلّي الإجمالي الأردني، حيث تجاوزت مساهمته 60% في أغلب العقود الستة الأخيرة. كما يساهم قطاع التصنيع بنحو 20% من الناتج المحلي الإجمالي (دائرة الإحصاءات العامة في الأردن، 2020 ب). وتشدد خطة تحفيز النمو الاقتصادي الأردني 2018 - 2022 على أهمية تطوير البنية التحتية والقطاعات الاقتصادية الرئيسية مثل المياه، والطاقة، والنقل، والصناعة، والسياحة، والزراعة، والشركات المتوسطة والصغيرة ومتناهية الصغر، بالإضافة إلى جوانب التنمية الاجتماعية المرتبطة بالتعليم، ومعدلات العمل، والرعاية الصحية (مجلس السياسات الاقتصادية، 2017). وتعتبر قطاعات الزراعة والصناعة الدوائية والسياحة ضروريةً لتسريع عملية التعافي من الأزمة الاقتصادية التي خلّفتها جائحة "كوفيد-19" (الديوان الملكي الهاشمي، 2020).

وفيما يسعى الأردن إلى إعادة تنشيط نموه الاقتصادي وحفز مسيرته التنموية على المدى الطويل، ستلعب الطاقة دوراً حاسماً في تمكينه من ذلك؛ حيث أن وجود نظام طاقة آمن ومستقرّ معقول التكلفة ومستدام بيئياً يدعم أهداف التنمية الاقتصادية والاجتماعية. ونظراً لقلّة مصادر الوقود الأحفوري الوطنية، يضطرّ الأردن إلى الاستيراد حصراً لتلبية احتياجاته من الطاقة، الأمر الذي يضع أعباءً هائلة على الاقتصاد الوطني ويزيد المخاطر المتعلقة بأمن الإمدادات لناحية التكلفة والموثوقية وسهولة المنال. وفي عام 2018، استورد الأردن ما نسبته 92% من احتياجاته الأساسية للطاقة، وكلّفه ذلك حوالي 10% من ناتجه المحلي الإجمالي (2019 أ).

وأدى انقطاع إمدادات الغاز الطبيعي في عام 2011 – والتي تشكّل الدعامة الأساسية لمزيج الطاقة الأردني - إلى استخدام بدائل مكلفة جداً مثل زيت الوقود الثقيل والديزل؛ وقد استمرّ هذا الوضع سنواتٍ عدة مكبداً شركة الكهرباء الوطنية الأردنية خسائر مالية كبيرة أثقلت كاهل الاقتصاد. ويعكس هذا الوضع ضعف الاقتصاد الأردني أمام انقطاع إمدادات الوقود الأحفوري، ولكنه يشكّل في الوقت نفسه دافعاً مهماً لتسريع وتيرة تطوير مصادر الطاقة الوطنية.

وتنظر استراتيجية قطاع الطاقة للأعوام 2020 - 2030 إلى الطاقة المتجددة باعتبارها ركيزةً أساسيةً لأجندة تنويع مصادر الطاقة. وبالفعل، وخلال فترة زمنية قصيرة، تجاوزت نسبة الكهرباء التي تم توليدها من مصادر متجددة 13% في عام 2019 مدفوعةً بسياسات وإجراءات تنظيمية قوية. وفي ضوء الانخفاض السريع لتكاليف التكنولوجيا، أصبحت الطاقة المتجددة - وخاصةً الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح – أكثر تنافسية بالمقارنة مع خيارات الطاقة التقليدية. ومع مواصلة المسار الحالي لنمو الطاقة المتجددة، سينجح الأردن بحلول عام 2021 في توليد 20% من احتياجاته للكهرباء من مصادر متجددة (مرار، 2019). وتساهم مسيرة النمو المذهلة هذه في جعل المملكة من أبرز المرشحين لاجتذاب استثمارات الطاقة المتجددة في المنطقة. وتمتلك الأردن حالياً فرصةً ثمينة لتسريع وتيرة استخدام الطاقة المتجددة بما يتيح له خفض تعرفة الكهرباء على المستهلكين، وتعزيز أمن الطاقة، وزيادة تنافسية القطاعات المحلية، والمضي بتحقيق أهدافه في مجال حماية البيئة.

ولدعم نمو مشاريع الطاقة المتجددة مستقبلاً، يتعيّن على أصحاب المصلحة اتخاذ الإجراءات المناسبة لدعم تكامل الشبكة، وزيادة استخدام الطاقة المتجددة لأغراض التسخين / التبريد والنقل، وتبني النظم الكهربائية العميقة في الاستخدامات النهائية، والاستفادة من تقنيات إدارة الطاقة على صعيدي العرض والطلب كالتخزين والشبكات الذكية. ويوفر تقرير تقييم جاهزية الطاقة المتجددة تقييماً شاملاً لوضع الطاقة المتجددة في الأردن مع تحديد الإجراءات اللازمة لزيادة حصتها في مزيج الطاقة الوطني. وقد اعتمد هذا التقييم، الذي أجرته الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (آيرينا) بطلب من وزارة الطاقة والثروة المعدنية وبالتعاون معها، على عملية تشاورية وطنية. ويوفر منصةً للحوار بين أصحاب المصلحة من أجل رصد التحديات التي تواجه نشر الطاقة المتجددة والخروج بحلول فعالة لمواجهة العراقيل الحالية، كما يتماشى مع الاستراتيجية الوطنية للطاقة 2020 - 2030 التي أطلقتها الحكومة الأردنية في يونيو 2020.

ويستعرض التقرير مخرجات عملية تقييم جاهزية الطاقة المتجددة في الأردن. فيبيّن التوجّهات والتحديات الرئيسية في قطاع الطاقة، والدوافع وراء تنويع مصادر الطاقة (الفصل الثاني). بينما يناقش الفصل الثالث التوجّهات الأبرز في تبنّي الطاقة المتجددة مع التركيز على استخداماتها في قطاعات الطاقة، والتسخين / التبريد، والنقل. ويستكشف الفصل الرابع المشكلات والتحديات الناشئة في سياسة الطاقة المتجددة وقوانينها التنظيمية واستثماراتها. ثمّ يختتم الفصل الخامس التقرير بمجموعة من التوصيات قريبة ومتوسطة المدى، مع تحديد أولويات العمل الحكومي في دعم التطور المتسارع لمشاريع الطاقة المتجددة ومضاعفة فوائدها الاقتصادية الاجتماعية. وقد تمّت المصادقة على هذه التوصيات بعد جولات تشاورية عدة بين أصحاب المصلحة.

واستفاد تقرير تقييم جاهزية الطاقة المتجددة من التوجيهات القيّمة لوزارة الطاقة والثروة المعدنية وغيرها العديد من الجهات المعنية الأخرى في القطاعين العام والخاص. وقد تمّ إجراء مشاورات موسعة مع أصحاب المصلحة تضمّنت إجراء دراسات استقصائية معمقة، ومقابلات شخصية مباشرة مع حوالي 40 خبيراً، تلاها إقامة ورشة عمل تشاورية للخبراء في أكتوبر 2019 نظمتها "آيرينا" بالتعاون مع وزارة الطاقة والثروة المعدنية. وتمّت المصادقة على نتائج التقييم في ورشة عمل أقيمت في يناير 2020.

مصادر الطاقة المتجددة وإدارة أزمة "كوفيد-19"

في خضمّ الأزمة الصحية والاقتصادية الناجمة عن تفشي جائحة فيروس كورونا المستجد "كوفيد-19"، قد تكون خطط التعافي أكثر فعالية إذا ما ارتبطت على نحو وثيق بالتقدم في مجال الطاقة النظيفة وغيرها من أهداف الاستدامة. ويمكن للاستثمارات في تقنيات الطاقة المتجددة، وتخزين الطاقة، وتحديث الشبكات - بالتوازي مع تحسين كفاءة استهلاك المباني للطاقة - أن تعزز المرونة الاجتماعية الاقتصادية، وتوفر مساعدة اقتصادية فورية، وتحد من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، وترسي الأسس اللازمة لبناء مجتمعٍ خالٍ من الكربون وآمنٍ مناخياً.

مشهد قطاع الطاقة

تعدّ الطاقة أحد الركائز الرئيسية للاقتصاد الأردني، سواءً لكونها من المدخلات الأساسية للتنمية والتطوير أو لحجم التكلفة المترتبة عليها. وقد ارتفع الاستهلاك النهائي للطاقة بين عامي 2014 و2018 بنسبة 22%، وازداد استخدام الكهرباء بنسبة 14% (وزارة الطاقة والثروة المعدنية، 2019 ب). ونظراً لعدم وجود احتياطات محلية من الوقود الأحفوري، اضطرت المملكة للاعتماد على الاستيراد بشكلٍ كبير لتلبية الطلب على الطاقة، حيث استوردت ما يقارب 92% من احتياجاتها للطاقة عام 2018 (وزارة الطاقة والثروة المعدنية، 2019 ب). وكانت تكلفة ذلك على الاقتصاد كبيرة، حيث بلغت 10% من الناتج المحلي الإجمالي لعام 2018، فضلاً عن المخاوف المتعلقة بأمن الطاقة على المدى الطويل لدعم مسار التنمية الاقتصادية المستدامة. ويحلل هذا الفصل قطاع الطاقة الأردني مع توفير رؤى معمقة حول مؤسساته والتوجّهات السائدة في إمدادات الطاقة الأولية، وقطاع الطاقة، والاستهلاك النهائي للطاقة. ويوفر كذلك معلومات موسعة حول إمدادات الوقود واستهلاكها عبر القطاعات الاقتصادية المختلفة، إضافةً إلى المخاطر والفرص الرئيسية المتعلّقة بأمن إمدادات الطاقة على المدى الطويل. ويختتم الفصل بتحليل الدوافع الرئيسية لسعي الحكومة إلى تنويع مصادر الطاقة، ودور الطاقة المتجددة في حفز هذا التوجه.

مؤسسات الطاقة ومسؤولياتها

تشمل مؤسسات الطاقة في الأردن عدداً من أصحاب المصلحة عبر قطاعات الكهرباء، والبترول، والغاز، والثروة المعدنية. ويوفر الجدول 1 لمحة عامة عن المؤسسات الرئيسية في قطاع الطاقة ومسؤولياتها. ويأتي في مقدمة هذه المؤسسات وزارة الطاقة والثروة المعدنية المسؤولة عن وضع الرؤية الاستراتيجية لتطوير قطاع الطاقة فيما يخصّ التخطيط وصياغة السياسات وتنفيذها. كما تضطلع بمسؤولية تطوير الاستراتيجية الوطنية الأردنية للطاقة وما يختص بها من قوانين، ولوائح تنظيمية، وتعليمات تنفيذية. وتعنى الوزارة كذلك بضمان تطوير مصادر الطاقة المتنوعة وتهيئة الظروف المناسبة لجذب استثمارات توليد الكهرباء، وإنتاج النفط وتكريره، والاستفادة من الموارد الوطنية بما فيها الطاقة المتجددة والصخر الزيتي. وتعتبر وزارة الطاقة والثروة المعدنية مسؤولةً كذلك عن ترشيد استهلاك الطاقة في الأردن، وإدارة صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة (JREEEF).

وتلعب العديد من الوزارات الأخرى أدواراً حاسمة في تطبيق السياسات والاستراتيجيات التي تطلقها وزارة الطاقة والثروة المعدنية؛ وتعتبر وزارات البيئة، والأشغال العامة والإسكان، والنقل، والصناعة والتجارة والتموين، مع البلديات المحلية، شركاءً أساسيين ضمن إطار العمل المؤسساتي المحرّك لقطاع الطاقة الأردني.

وتضطلع بالجانب التنظيمي هيئة تنظيم قطاع الطاقة والمعادن (EMRC)، وهي هيئة حكومية تتمتع بشخصية اعتبارية ذات استقلال مالي وإداري تأسست بموجب القانون رقم (8) لسنة 2017 - قانون هيئة تنظيم قطاع الطاقة والمعادن. وتعتبر الهيئة الخلف القانوني لهيئة تنظيم قطاع الكهرباء، وهيئة تنظيم العمل الاشعاعي والنووي، وسلطة المصادر الطبيعية بموجب قانون إعادة هيكلة المؤسسات والدوائر الحكومية رقم (17) لسنة 2014. وهي الجهة التنظيمية المشرفة على قطاعات الكهرباء، والأمان والأمن النووي، والمعادن؛ وتحرص على تطبيق وإنفاذ القوانين واللوائح والإرشادات والتعليمات الناظمة لهذه القطاعات.

وفي قطاع الطاقة، تشترك في توليد الكهرباء العديد من شركات القطاعين العام والخاص مثل **شركة توليد الكهرباء المركزية (CEGCO)**، **وشركة السمرا لتوليد الكهرباء** المملوكة من قبل الحكومة، بالإضافة إلى محطات توليد الطاقات المتجددة وغيرها من منتجي الطاقة المستقلين. ومن المصادر الأخرى لتوليد الكهرباء المشاريع الصناعية الكبيرة، والواردات، ونظم الطاقة الشمسية الكهروضوئية صغيرة النطاق والمتّصلة بشبكة التوزيع.

تعتبر **شركة الكهرباء الوطنية (NEPCO)** المملوكة للحكومة الجهة الوحيدة المخولة بشراء وبيع الكهرباء في الأردن؛ حيث تقوم، بموجب اتفاقيات شراء طاقة قائمة على مبدأ "خذ أو ادفع" (Take or pay)، بشراء الطاقة من شركات التوليد ومن ثم بيعها للمستهلكين وتوريدها أيضاً إلى ثلاث شركات توزيع تغطي مناطق مختلفة من البلاد. وتعتبر شركة الكهرباء الوطنية كذلك المستورد الوحيد للغاز الطبيعي المسال، ومنتجات النفط والغاز اللازمة لتوليد الكهرباء، إضافةً إلى دورها في إدارة شبكة الكهرباء المشتركة مع البلدان المجاورة، وهي مسؤولةٌ كذلك عن إنشاء وتشغيل وصيانة شبكة نقل الكهرباء في الأردن.

وتعتبر شركات التوزيع الثلاث – **شركة الكهرباء الأردنية (JEPCO)، وشركة كهرباء محافظة إربد (IDECO)، وشركة توزيع الكهرباء (EDCO)** – شركات مساهمة عامة مرخّصة لخدمة المناطق الوسطى والشمالية والجنوبية من المملكة على التوالي. وقد وزّعت هذه الشركات مجتمعةً حوالي 90% من الكهرباء التي استحصلت عليها من شركة الكهرباء الوطنية عام 2018، وكان لشركة الكهرباء الأردنية الحصّة الأكبر بينها.

وخارج قطاع الطاقة، تتولى العديد من الشركات العامة مسؤولية التنقيب عن النفط والغاز الطبيعي وتشغيل مصافي التكرير في الأردن؛ حيث تقوم شركة فجر الأردنية المصرية لنقل وتوريد الغاز الطبيعي بإنشاء وتشغيل خط نقل الغاز الطبيعي المصري من العقبة إلى شمال الأردن. وتضم قائمة أصحاب المصالح في قطاع الطاقة أيضاً العديد من الهيئات غير الحكومية مثل جمعيات القطاع، والمنظمات غير الربحية، ومؤسسات التمويل العالمية.

الجدول 1. **لمحة عامة عن المؤسسات المعنية في قطاع الطاقة الأردني**

الفئة	المؤسسة	الاختصاص
التخطيط، وصياغة السياسات، والتنظيم		
التخطيط وصياغة السياسات	وزارة الطاقة والثروة المعدنية	مسؤولة عن وضع الرؤية الاستراتيجية للمملكة فيما يخصّ التخطيط وصياغة السياسات لتطوير موارد الطاقة والثروة المعدنية.
	وزارة البيئة	مسؤولة عن تقييم الأثر البيئي للطاقة المتجددة ومشاريع الطاقة الأخرى، والحدّ من التغيّر المناخي، ومتابعة تنفيذ المساهمات المحددة وطنياً.
	وزارة الأشغال العامة والإسكان	مسؤولة عن مجلس البناء الوطني الأردني المعني بإصدار قوانين البناء؛ والذي طرح 23 قانوناً يخصّ الطاقة، فضلاً عن دليل المباني الخضراء الأردني.
	وزارة التخطيط والتعاون الدولي	مسؤولة عن وضع السياسات اللازمة لتعزيز العلاقات مع المتبرّعين ومؤسسات التمويل الدولية، وتتولى كذلك التنسيق بين الوزارات والمؤسسات الحكومية المعنية. وتعنى الوزارة كذلك بتسهيل تطبيق خطة الاستجابة الأردنية للأزمة السورية 2020 - 2022، والتي تتضمن تعزيز استخدام الطاقة المتجددة وخطط كفاءة استهلاك الطاقة في مخيّميّ الزعتري والأزرق والمناطق المحتاجة الأخرى.
	البلديّات	تتحكّم بتنظيم توزع المباني ومشاريع الطاقة الشمسية المركّبة على الأبنية، ومتابعة تركيب سخّانات المياه العاملة على الطاقة الشمسية في الأبنية الجديدة تبعاً للإرشادات الصادرة في 1 أبريل 2013.

الفئة	المؤسسة	الاختصاص
التخطيط، وصياغة السياسات، والتنظيم		
التنظيم	هيئة تنظيم قطاع الطاقة والمعادن	هيئة وطنية تختصّ بوضع القوانين والتشريعات والقرارات التنفيذية المتعلقة بالطاقة، وتحديد تعرفة الطاقة للمستهلكين، وأسعار بيع الطاقة بين شركة الكهرباء الوطنية وشركات التوزيع والمعادن بما فيها تلك المرتبطة بالطاقة المتجددة.
قطاع الكهرباء		
إمدادات استكشاف وإنتاج الوقود	شركة الكهرباء الوطنية	المستورد الوحيد للغاز الطبيعي المسال، ومنتجات النفط والغاز اللازمة لتوليد الكهرباء من محطات التوليد التابعة لها ومنتجي الطاقة المستقلين.
توليد الطاقة	شركة توليد الكهرباء المركزية	شركة توليد مملوكة بمعظمها للقطاع الخاص، وقد ساهمت بنسبة 9% من إجمالي الكهرباء المنتجة في عام 2018.
	شركة السمرا لتوليد الكهرباء	شركة توليد مملوكة للحكومة، وقد ساهمت بنسبة 37% من إجمالي الكهرباء المنتجة في عام 2018.
	منتجو الطاقة المستقلون (محطة توليد شرق عمان، محطة القطرانة للطاقة الكهربائية، شركة عمان آسيا للطاقة الكهربائية، "إيه إي إس ليفانت"، وشركة العطارات للطاقة- قيد الإنشاء)	شركات توليد خاصة ساهمت بنسبة 39% من إجمالي الكهرباء المنتجة في عام 2018.
	منتجو الكهرباء باستخدام المصادر المتجددة	ساهمت محطات توليد الطاقة الشمسية الكهروضوئية، وطاقة الرياح، والطاقة المائية، وطاقة الغاز الحيوي بتوليد حوالي 13% من إجمالي الطاقة المنتجة في عام 2019.
	قطاع الصناعة	ساهمت الشركات الصناعية الكبيرة بتوليد ما يقارب 4% من إجمالي الطاقة المنتجة في عام 2018.
	استيراد الكهرباء	شكّلت واردات الكهرباء عبر شبكة الربط مع مصر حوالي 1% من إجمالي الطاقة المنتجة في عام 2018.
	نظم إنتاج الطاقة المتجددة من قبل المستهلكين	شكّلت 590 جيجاواط ساعي في عام 2018، أي حوالي 3% من استهلاك الكهرباء.
تشغيل نظام شبكة النقل	شركة الكهرباء الوطنية	الشركة المعنية بتشغيل نظام شبكة نقل الكهرباء في المملكة، وهي أيضاً الجهة الحكومية الوحيدة المخولة بشراء الطاقة من محطات التوليد، فضلاً عن إنجاز عمليات الربط الكهربائي.
التوزيع والبيع بالتجزئة	شركة الكهرباء الأردنية	شركة مساهمة عامة منحتها الحكومة رخصة لتوزيع الكهرباء في منطقة وسط المملكة مدتها 20 عاماً. وقد وزّعت 55% من إجمالي الكهرباء المستهلكة في عام 2018.
	شركة كهرباء محافظة إربد	شركة مساهمة عامة منحتها الحكومة رخصة لتوزيع الكهرباء في منطقة شمال المملكة مدتها 25 عاماً، وقد وزّعت 17% من إجمالي الكهرباء المستهلكة في عام 2018.
	شركة توزيع الكهرباء	شركة مساهمة عامة منحتها الحكومة رخصة لتوزيع الكهرباء في منطقة جنوب المملكة مدتها 25 عاماً، وقد وزّعت 18% من إجمالي الكهرباء المستهلكة في عام 2018.

الفئة	المؤسسة	الاختصاص
قطاع الكهرباء		
التمويل[1]	صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة	يقدم مجموعة متنوعة من منتجات التمويل - مثل الائتمان المتجدد، والمنح، وضمانات القروض، وتمويل الأسهم - لتطوير حلول الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة. يقدم قروض ميسرة بأسعار فائدة مدعومة من البنك المركزي. يدعم بناء قدرات المختصين بتمويل حلول الطاقة المتجددة.
	البنك المركزي الأردني	يقدّم قروض ميسّرة لمشاريع الطاقة المتجددة تصل حتى 4 ملايين دينار أردني.
منشآت النفط، والبترول، والغاز، والمعادن الخام		
استخراج النفط والغاز	شركة البترول الوطنية	شركة عامة مملوكة للحكومة تُعنى بالتنقيب عن النفط والغاز في منطقة الامتياز التي تغطي شمال شرق الأردن والحدود العراقية بما في ذلك حقل غاز الريشة.
التكرير	شركة مصفاة البترول الأردنية	تُعنى بتشغيل مصفاة البترول الوحيدة في الأردن لإنتاج مواد متنوعة مثل الأسفلت، وأنواع الوقود، وزيوت التشحيم، وغيرها من المنتجات الخاصة.
إمدادات ونقل الغاز الطبيعي	شركة فجر الأردنية المصرية لنقل وتوريد الغاز الطبيعي	شركة ذات مسؤولية محدودة تتولى بناء وتشغيل خط نقل الغاز الممتدّ من العقبة إلى شمال الأردن، وتعنى بجمع الغاز الطبيعي المصري في العقبة ونقله عبر خط الأنابيب وبيعه إلى محطات توليد الطاقة والقطاعات المختلفة.
	نوبل إنرجي	تزوّد شركة الكهرباء الوطنية بإمدادات الغاز الطبيعي من حقل ليفياثان بموجب اتفاقية مدتها 15 عاماً.
المنظمات غير الحكومية		
جمعيات القطاع	جمعية "إدامة"	منظمة غير حكومية تجمع تحت مظلتها العديد من المؤسسات الخاصة العاملة في قطاعات الطاقة والمياه والبيئة.
	جمعية الشركات العاملة في مجال الطاقة المتجددة	تأسست عام 2014 تحت إشراف وزارة البيئة، وتوفّر منصة لدعم شركات وقطاع وسوق الطاقة المتجددة.
	غرفة صناعة الأردن	تأسست في عام 2005 لدعم نموّ وتطوير الصناعات والشركات الصغيرة والمتوسطة في المملكة. وتقود مشروعاً للطاقة الشمسية الكهروضوئية مخصّصاً للصناعة.
المنظمات غير الربحية	الجمعية العلمية الملكية	تقدّم خدمات فحص احترافية لضمان جودة التكنولوجيا، بالإضافة إلى توفير المعايير، والاستشارات، والتدريب، وخدمات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات.
	الجمعية الأردنية للطاقة المتجددة	منصّة عالمية للباحثين وصناع القرار وروّاد الأعمال تعنى بنشر الوعي، وتسهيل نقل التكنولوجيا وتبادل الخبرات في مجال الطاقة المتجددة، وتشجيع التعليم والتدريب على تقنياتها في جميع أنحاء المملكة.
المنظمات العالمية أو المنظمات غير الحكومية	المفوضية السامية للأمم المتحدة لشؤون اللاجئين	تُعنى بإدارة مخيمات اللاجئين وتطوير البنية التحتية لإمدادات الطاقة فيها. وعلى سبيل المثال، ركّبت المفوضية في مخيم الزعتري محطة توليد باستطاعة 12,9 ميجاواط لتزويد 80 000 لاجئ بالكهرباء.

1 يشارك في القطاع أيضاً عدد من مؤسسات التمويل العالمية، والمصارف التجارية، ومؤسسات التمويل الصغير بغية تمويل مشاريع الطاقة من مختلف الأحجام.

ملاحظة: هذه اللائحة لا تشمل جميع المؤسسات المعنية بقطاع الطاقة، حيث تشارك فيه هيئات أخرى بنسب متفاوتة مثل نقابة المهندسين الأردنيين، ونقابة مقاولي الإنشاءات الأردنيين، ودائرة الآثار العامة، وهيئة الطيران المدني، ومجلس الوزراء، والمجلس الأعلى للعلوم والتكنولوجيا، وإدارة الجمارك، ومؤسسة المواصفات والمقاييس، والمركز الجغرافي الملكي الأردني، ومؤسسة المناطق الصناعية، ووزارة الشؤون البلدية، ووزارة النقل، ومنطقة العقبة الاقتصادية الخاصة، ودائرة الأراضي والمساحة، وغرفة التجارة، والجمعية الملكية لحماية الطبيعة.

توجّهات إمدادات الطاقة الأولية

ارتفع إجمالي إمدادات الطاقة الأولية بمعدل وسطي سنوي بلغ 3% بين عامي 2010 و2017، ووصل إلى 10 ملايين طنّ من النفط المكافئ في عام 2017 (الشكل 1). ولكنه تراجع بنسبة 3% في عام 2018 ليصل إلى 9,7 مليون طن من النفط المكافئ نتيجة ركود الاستهلاك في بعض قطاعات الاستخدام النهائي، وسيتمّ مناقشة هذه المعطيات بشكل أوسع في الفصل الثاني، القسم 4. وشكّل النفط أكثر من نصف إمدادات الطاقة لعام 2018، تلاه الغاز الطبيعي والكهرباء. ويُستخدم النفط الخام ومشتقاته غالباً في قطاع النقل، حيث ارتفع الطلب على الوقود سريعاً نتيجة النموّ السكاني، وازدهار الحركة العمرانية، وتعاظم النشاط الاقتصادي.

وتباينت حصّة الغاز الطبيعي من إجمالي إمدادات الطاقة الأولية بشكلٍ كبير على مدى السنوات العشرة الماضية، حيث تراجعت من 40% في عام 2009 إلى 4% عام 2014، وارتفعت بعدها إلى 35% في عام 2018 (وزارة الطاقة والثروة المعدنية، 2019). ويُعزى هذه التقلّب إلى انقطاع إمدادات الغاز الطبيعي المستورد من مصر عام 2011. حيث تمّ الاستعاضة عن حصة الغاز الطبيعي المفقودة من إجمالي إمدادات الطاقة الأولية بالمنتجات النفطية - مثل زيت الوقود الثقيل والديزل - لاستخدامها بشكل رئيسي في قطاع الطاقة. وكان لاستيراد المنتجات النفطية المكلفة هذه عواقب بعيدة المدى طالت السلامة المالية لشركة الكهرباء الوطنية، الأمر الذي يبين ضرورة السعي للتنويع عبر استثمار مصادر الطاقة الوطنية (سيتمّ مناقشة هذه الفكرة بشكل أوسع في الفصل الثاني، القسم 5).

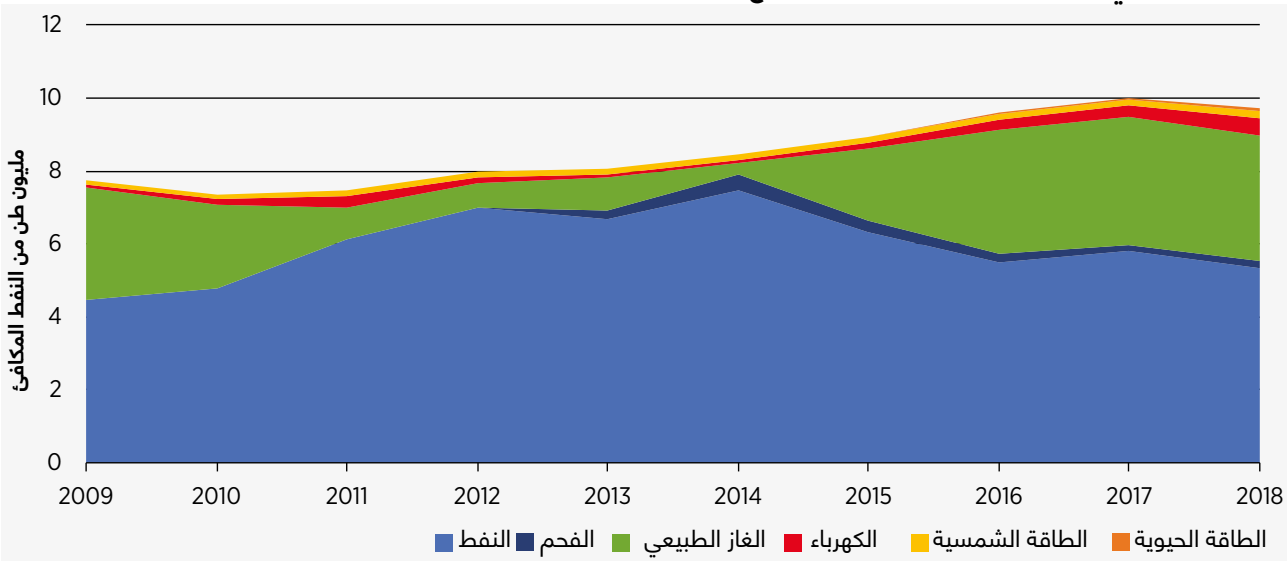
وارتفعت حصة الطاقة المتجددة من إجمالي إمدادات الطاقة الأولية تدريجياً من حوالي 1.8% في عام 2009 إلى حوالي 8% عام 2018، وذلك نتيجة تبني سياسات داعمة لتنويع إمدادات الطاقة. وارتفعت إمدادات الفحم أيضاً منذ عام 2013 مع تنامي استخدامه في الصناعة، حيث تراوحت حصّته بين 2 - 5% من إجمالي إمدادات الطاقة الأولية.

وبالرغم من انخفاض إجمالي إمدادات الطاقة الأولية في عام 2017، تتوقع وزارة الطاقة والثروة المعدنية نموّه من 9.7 مليون طن من النفط المكافئ في عام 2018 إلى 10.3 مليون طن في عام 2020، وإلى 12,4 مليون طن في عام 2030 (وزارة الطاقة والثروة المعدنية، 2019 ب). وبقي إجمالي إمدادات الطاقة الأولية معتمداً بشكل كبير على الاستيراد خلال العقد الماضي، وبلغ ذروته في عام 2014 بنسبة 99.9% ووصل في عام 2018 إلى 92%. وتسعى الاستراتيجية الشمولية لقطاع الطاقة 2020 - 2030 إلى رفع حصة مصادر الطاقة الوطنية من إجمالي إمدادات الطاقة الأولية لتبلغ 48.5%، وتحقيق ذلك بشكل رئيسي عبر استخدام الصخر الزيتي والطاقة المتجددة.

الجدول 2. حصص إجمالي إمدادات الطاقة الأولية بالوقود

مصدر الطاقة	حصته بالنسبة المئوية % في عام 2009	حصته بالنسبة المئوية % في عام 2018	
الغاز الطبيعي	%40	%35	النموّ الوسطي السنوي لإجمالي إمدادات الطاقة الأولية عند 3%
النفط	%58	%55	
الفحم	-	%2	
الطاقة المتجددة	%1.6	%2.9	

الشكل 1. **إجمالي إمدادات الطاقة الأولية، حسب نوع الوقود (2009 - 2018)**



المصدر: وزارة الطاقة والثروة المعدنية (2019 ب)

3.2 توجهات قطاع الطاقة

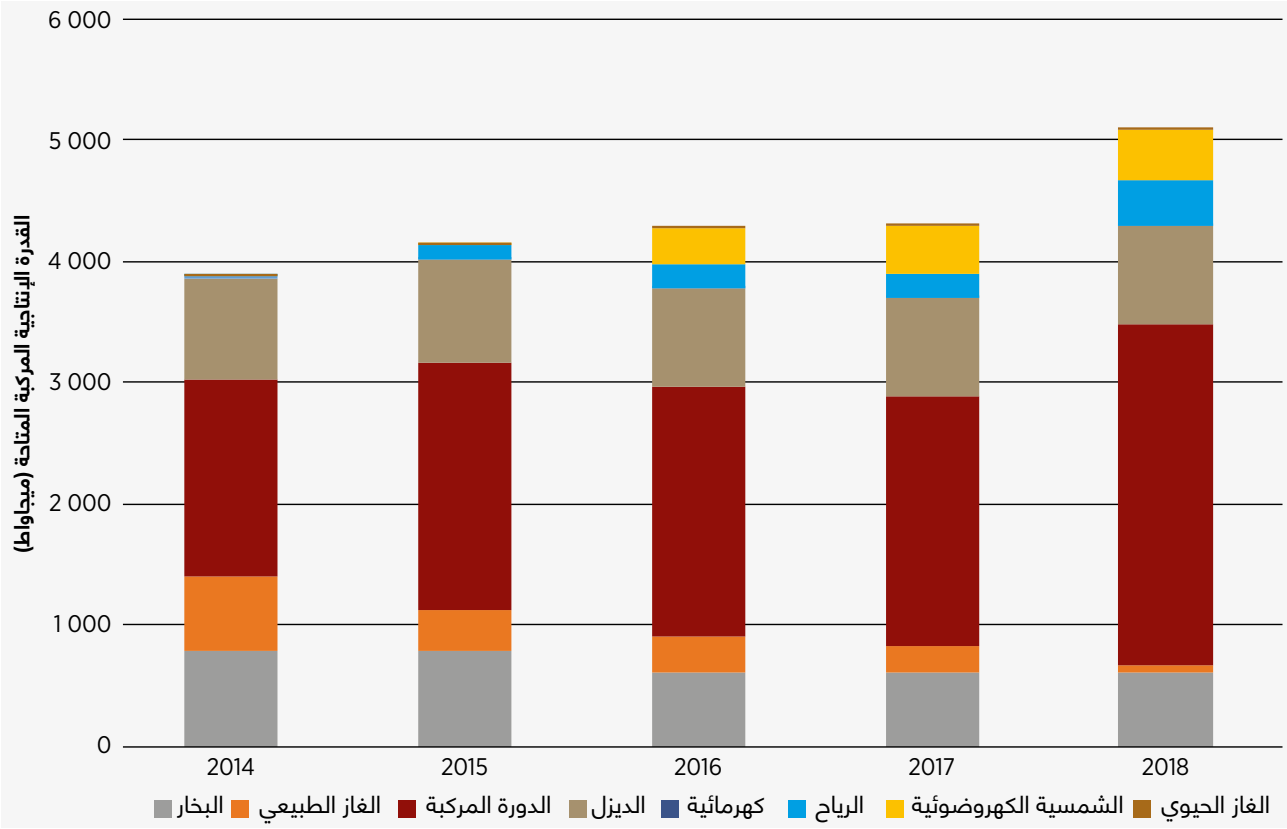
ارتفع إجمالي القدرة الإنتاجية المركبة في الأردن من 3.9 جيجاواط في عام 2014 إلى 5.2 جيجاواط بحلول نهاية عام 2018 (الشكل 2). وشكلت محطات التوليد العاملة بنظام الدورة المركبة الحصة الأكبر من هذه القدرة بنسبة تزيد على 50%. وكان للديزل حصة كبيرة من إجمالي القدرة الإنتاجية المركبة بنسبة 16% في عام 2018، كما ارتفعت حصة الطاقة المتجددة من 1% في عام 2014 إلى أكثر من 20% في عام 2018، ومن المتوقع أن تصل إلى 31% بحلول عام 2030 (وزارة الطاقة والثروة المعدنية، 2019 أ). ويعود ارتفاع حصة الطاقة المتجددة في إجمالي القدرة الإنتاجية المركبة إلى ارتفاع إنتاج طاقة الريح والطاقة الشمسية الكهروضوئية (على مستوى المرافق الخدمية والتوليد المتوزع). ووصل حمل الذروة الصيفي في الأردن عام 2018 إلى 3 جيجاواط مقارنة بحمل الذروة الشتوي في العام نفسه والذي بلغ 3.2 جيجاواط. وفي يناير 2020، أدت ظروف الطقس شديد البرودة إلى مستوى قياسي لحمل الذروة بلغ 3.6 جيجاواط (شركة الكهرباء الوطنية، 2020 أ).

وسجل إجمالي إنتاج قطاع الطاقة في الأردن نمواً مطرداً خلال العقد الماضي من قرابة 15 تيراواط ساعي في عام 2010 إلى ما يقارب 21 تيراواط ساعي في عام 2018 (الشكل 3). وتغيرت نسب مزيج الوقود بشكل كبير خلال هذه الفترة نتيجة التحولات الجيوسياسية الإقليمية وتأثيرها على إمدادات الوقود اللازم لتوليد الكهرباء محلياً. وحتى عام 2009، شكّل الغاز الطبيعي قرابة 80% من إجمالي الطاقة الكهربائية المولدة في الأردن. وبعد انقطاع إمدادته في عام 2011، تحول الأردن إلى الاعتماد أكثر على الديزل وزيت الوقود الثقيل لتوليد الكهرباء.

ونتيجة لذلك، وبحلول نهاية عام 2014، شكّل الديزل وزيت الوقود الثقيل ما يزيد على 90% من مزيج الوقود المخصص لتوليد الطاقة الكهربائية، في حين انخفضت مساهمة الغاز الطبيعي إلى ما يزيد قليلاً عن 7%. وساهم استيراد الغاز الطبيعي المسال عبر ميناء الشيخ في العقبة اعتباراً من منتصف عام 2014 في إنعاش مساهمة الغاز الطبيعي في توليد الطاقة الكهربائية، فوصلت إلى أكثر من 80% بحلول عام 2018. وفي يناير 2020، بدأت تجارب استجرار الغاز الطبيعي عبر خطوط الأنابيب من حقل ليفياثان كجزء من اتفاق مدته 15 عاماً مع شركة نوبل إنرجي (جوردان تايمز، 2020 أ).

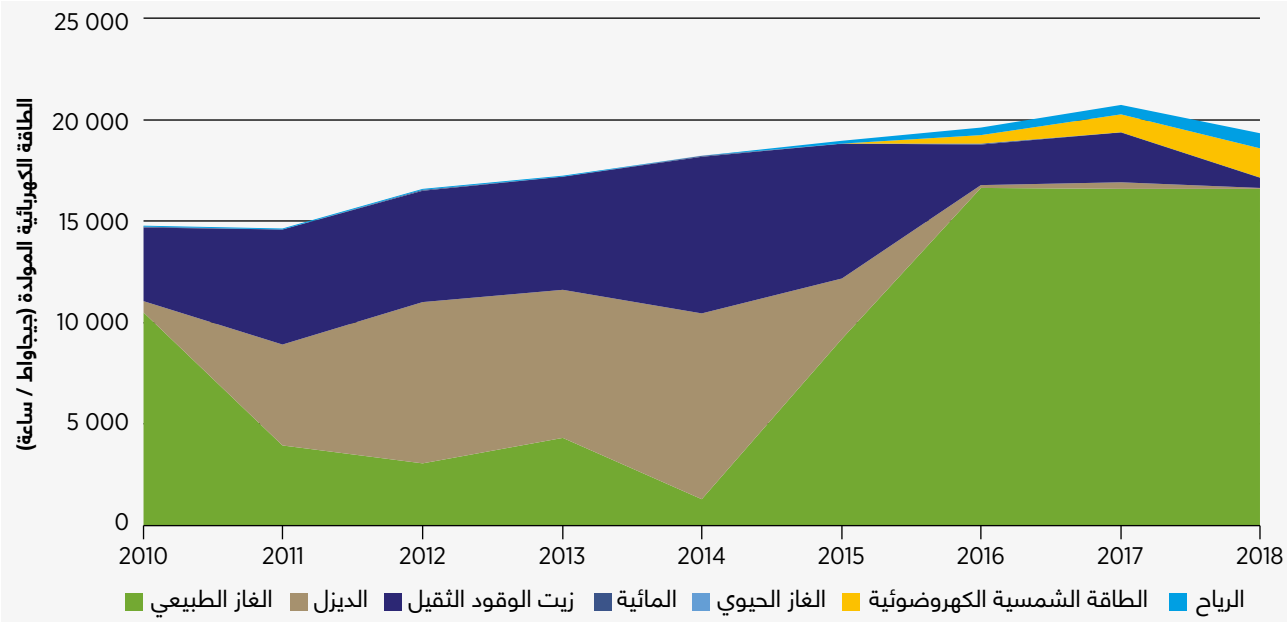
وشكّل الاستثمار في البنية التحتية الجديدة لتوليد الطاقة أولوية رئيسية للحكومة الأردنية. ويجري حالياً تطوير مشاريع جديدة لتوليد الطاقة باستخدام الغاز الطبيعي من خلال شراكات مع القطاع الخاص بوصفهم منتجين مستقلين. ومن المشاريع التي دخلت حيز التشغيل التجاري مؤخراً محطة توليد "أكوا باور" العاملة بنظام الدورة المركبة في الزرقاء والتي تصل قدرتها الإنتاجية إلى 485 ميجاواط، وتستخدم الغاز الطبيعي كمصدر رئيسي للوقود وزيت الديزل كمصدر ثانوي.

الشكل 2. القدرة الإنتاجية المركبة في قطاع الطاقة، حسب المصدر (2014 - 2018)



المصدر: شركة الكهرباء الوطنية (2019 أ)

الشكل 3. إجمالي توليد الطاقة الكهربائية، حسب نوع الوقود



المصدر: شركة الكهرباء الوطنية (2019 أ، 2018)

وأدى الاعتماد المتزايد لقطاع الطاقة على نوع واحد مستورد من الوقود إلى تصاعد المخاوف بشأن أمن الطاقة على المدى البعيد، والقدرة على تحمل تكاليف الإمدادات. وإدراكاً منها لهذه المخاوف، اتخذت الحكومة الأردنية خطوات مهمة لتنويع مزيج الطاقة، ويتضح ذلك في الاستراتيجية الوطنية المحدثة للطاقة 2020 - 2030. والتي ترمي إلى زيادة مساهمة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة إلى 31% بحلول عام 2030 (200 3 ميجاواط)، وذلك بالمقارنة مع 20% في عام 2020 (400 2 ميجاواط) (وزارة الطاقة والثروة المعدنية، 2020 أ).

ومع تبني سياسة دعم قوية بهذا الخصوص، سجلت الطاقة المتجددة – وتحديداً الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح- نمواً هائلاً في قطاع الطاقة الأردني خلال السنوات القليلة الماضية. حيث ازداد إجمالي الطاقة الكهربائية المتولدة عن مصادر متجددة أضعافاً عدة من 125 جيجاواط ساعي في عام 2015 إلى 188 2 جيجاواط ساعي في عام 2018، ويعزى ذلك بشكل أساسي إلى تطوير مشاريع الطاقة الشمسية وطاقة الرياح (تمت تم مناقشة هذا الموضوع بشكل أوسع في الفصل الثالث).

وتسعى الحكومة الأردنية كذلك إلى تنويع مزيج الطاقة عبر تبني مصادر وقود أخرى. وتتضمن الاستراتيجية الوطنية للطاقة 2020 - 2030 مساهمة الفحم بنسبة 2% في إجمالي توليد الطاقة الكهربائية بحلول عام 2030، ما يتناسب مع مساهمته الحالية البالغة 2%. وبناءً عليه، يجري العمل الآن على تطوير محطة توليد تعمل على الفحم باستطاعة 30 ميجاواط - وهي المحطة الأولى من نوعها في الأردن (غزال، 2016). علاوة على ذلك، تسعى المملكة أيضاً إلى استثمار احتياطياتها من الصخر الزيتي لتوليد الطاقة. ويتكون مشروع شركة العطارات للطاقة من وحدتي توليد تبلغ القدرة الإنتاجية لكل منهما 235 ميجاواط - ويتم تشييدهما لتوليد الطاقة الكهربائية باستخدام الحرق المباشر للصخر الزيتي. وتشير التقديرات إلى أن الصخر الزيتي سيلبي ما يصل إلى 15% من احتياجات الأردن من الطاقة الكهربائية بحلول عام 2021 (جوردان تايمز، 2019).

ويشكّل الربط الكهربائي الشبكي مع البلدان المجاورة والمنطقة عموماً ركيزة أساسية لتنويع مزيج الطاقة الأردني؛ ويتم عبر مشروع الربط الكهربائي مع مصر نقل 500 ميجاواط، وهي كمية الكهرباء الأكبر التي يتم شراؤها خلال السنوات الأخيرة. وفي عام 2018، ارتفعت واردات الكهرباء إلى أكثر من 188 جيجاواط ساعي بالمقارنة مع 51 جيجاواط ساعي في العام السابق، وبقيت مع ذلك أدنى بشكل كبير من واردات عام 2015 التي بلغت 604 جيجاواط ساعي (شركة الكهرباء الوطنية، 2019 ب؛ شركة الكهرباء الوطنية، 2018). وفي إطار تعزيز الربط الكهربائي العربي والإقليمي، وقعت شركة الكهرباء الوطنية مؤخراً مذكرتي تفاهم مع هيئة الربط الكهربائي الخليجي والشركة الوطنية السعودية لنقل الكهرباء.

وفي ضوء النمو البطيء لاستهلاك الكهرباء محلياً ووجود العديد من مشاريع الطاقة التي ستدخل حيز الخدمة خلال السنتين إلى الثلاث سنوات المقبلة، تشكل صادرات الكهرباء عبر الحدود جزءاً رئيسياً من استراتيجية حفز الطلب. ففي أكتوبر 2019، وقع الأردن اتفاقية مع دولة فلسطين لزيادة طاقته التصديرية من الكهرباء من 30 إلى 100 ميجاواط (شينخوا، 2019 أ). ويعمل الأردن والعراق أيضاً على دمج شبكتيهما وتمكين الأردن من تصدير الكهرباء بحلول نهاية عام 2021 (السفارة الأردنية، 2019). وفي عام 2019، زاد حجم الطاقة الكهربائية المصدرة بنسبة 4.7% ليصل إلى قرابة 98 جيجاواط ساعي (شركة الكهرباء الوطنية، 2020 ب).

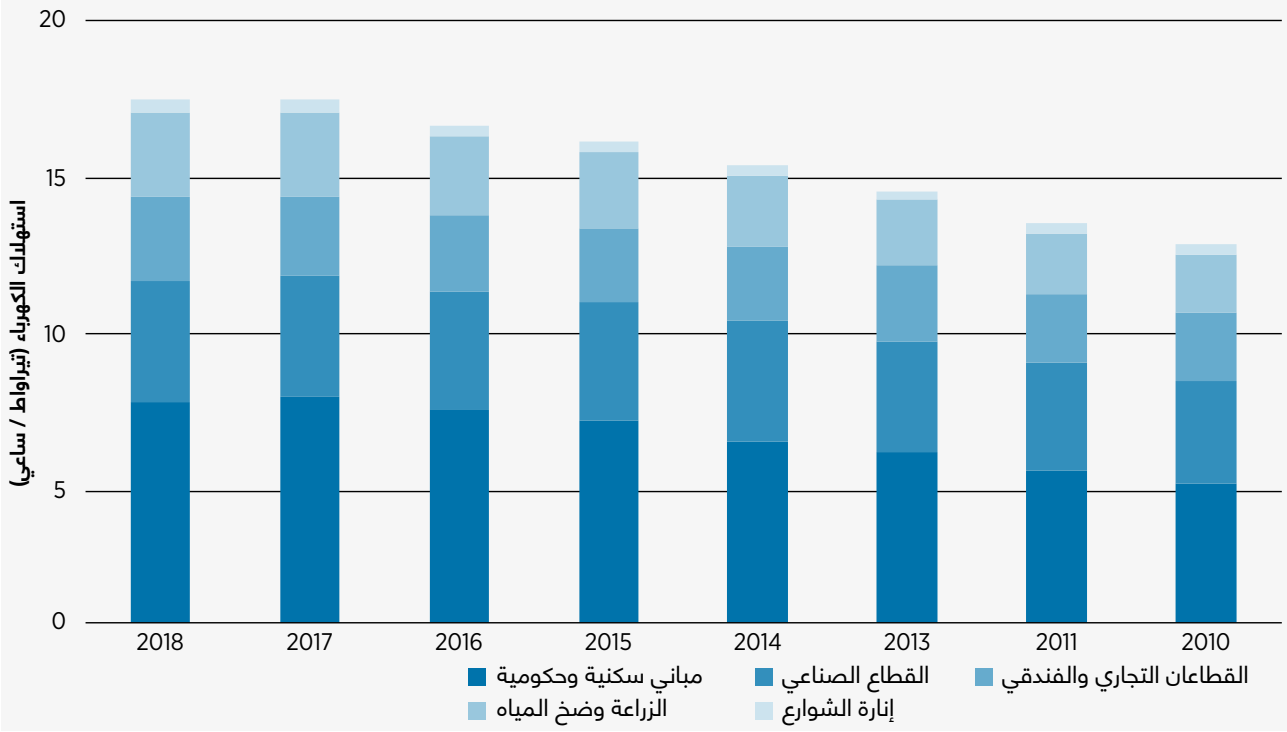
ومن منظور استهلاك الكهرباء، انخفض متوسط الاستهلاك السنوي للفرد من 2.3 ميجاواط ساعي في عام 2014 إلى 1.7 ميجاواط ساعي في عام 2018، ويعزى ذلك بشكل أساسي إلى النمو السكاني السريع. وهذا يقارب متوسط الاستهلاك العالمي للفرد البالغ 3.2 ميجاواط ساعي (الوكالة الدولية للطاقة، 2017). وبلغ متوسط استهلاك الأسرة من الطاقة الكهربائية نحو 0.77 ميجاواط ساعي في عام 2018، وهذا يعني أن نسبة كبيرة من السكان تعاني من فقر الطاقة. ويتجلى فقر الطاقة أيضاً في مخيمات اللاجئين التي تفتقر غالباً إلى المستويات الكافية من موارد الكهرباء والتدفئة المستقرة وميسورة التكلفة (مفوضية الأمم المتحدة لشؤون اللاجئين، 2019 أ). ويتواصل العمل على نشر حلول الطاقة المتجددة الموزعة لإتاحة الوصول الفوري إلى الطاقة (تمت مناقشة ذلك بشكل أوسع في الفصل التالي). ويترك انخفاض متوسط استهلاك الفرد مجالاً واسعاً لنمو استهلاك الكهرباء.

وازداد استهلاك الكهرباء بمعدل نمو وسطي بلغ 4% منذ عام 2010، ولكنه استقر عند 17.5 تيراواط ساعي في عام 2018 (الشكل 4). وثمة العديد من الأسباب المحتملة لهذا التباطؤ، ومنها ترشيد استهلاك الطاقة، وتبني وحدات التوليد الموزع للاستخدامات المحصورة. وتقضي الخطة الوطنية الثانية لترشيد الطاقة بخفض استهلاك الكهرباء إلى 2 000 جيجاواط ساعي سنوياً على مدى أربع سنوات (2017 - 2020).

ووفقاً لبيانات وزارة الطاقة والثروة المعدنية، شكلت المنازل ما يقارب نصف (46%) إجمالي استهلاك الكهرباء في عام 2018 (وزارة الطاقة والثروة المعدنية، 2019 أ) (الشكل 5)، بينما حل القطاع الصناعي في المرتبة الثانية بين أكبر المستهلكين بنحو ربع إجمالي الاستهلاك. ومن بين الصناعات الرئيسية الأكثر استهلاكاً للكهرباء الإسمنت والفوسفات والأسمدة. ويستأثر القطاع التجاري بنحو 14% من إجمالي الكهرباء المستهلكة.

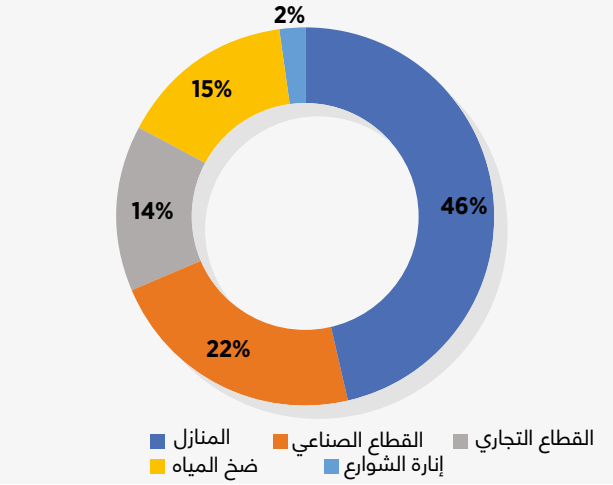
ولعمليات ضخ المياه نصيبٌ كبيرٌ من استهلاك الكهرباء بواقع 15% من إجمالي الاستهلاك؛ يعود ذلك لكون الأردن واحداً من أفقر بلدان العالم مائياً، وبالتالي يتم استهلاك الكثير من الطاقة لتلبية متطلبات استخراج المياه ونقلها ومعالجتها. وللحد من تكاليف الطاقة اللازمة لضخ المياه، تسعى وزارة المياه والري إلى تحسين كفاءة الطاقة عبر خفض استهلاكها بنسبة 15% بحلول عام 2025، وزيادة حصة الطاقة المتجددة في الطاقة المستهلكة إلى 10% بحلول العام نفسه. وجرى أيضاً تنفيذ العديد من البرامج الأخرى لاستخدام حلول الطاقة الشمسية لضخ المياه في قطاع الزراعة (تم مناقشة هذا الموضوع بشكل أوسع في الفصل الثالث). ومع تنامي الطلب على المياه والحاجة إلى حلول كثيفة الاستهلاك للطاقة (ومنها على سبيل المثال مشروع نقل مياه البحر الأحمر إلى البحر الميت، ومشاريع تحلية المياه)، سيغدو استخدام الطاقة المتجددة ميسورة التكلفة في البنية التحتية المائية أمراً لا مفر منه، وهو توجه متزايد في جميع أنحاء الشرق الأوسط.

الشكل 4. استهلاك الكهرباء، حسب القطاع (2010 - 2018)



المصدر: وزارة الطاقة والثروة المعدنية (2019 أ)

الشكل 5. إجمالي استهلاك الكهرباء، حسب القطاع (2018)



المصدر: وزارة الطاقة والثروة المعدنية (2019 أ)

تتحدد التعرفة الكهربائية حالياً وفق 18 فئة للمستهلكين؛ بما في ذلك المنزلي، والتجاري، والزراعي، والصناعي الصغير والمتوسط، والاتصالات، والفنادق. ويتم تبني نظام تعرفة متزايد بمستويات مختلفة تبعاً للاستهلاك الشهري؛ حيث يتم مثلاً احتساب تعرفة المشتركين الصناعيين الصغار والمتوسطين والمشتركين الزراعيين وفقاً لثلاثة مستويات تزويد: النهاري، والليلي، بالإضافة إلى الحمل الأقصى (دينار لكل كيلوواط من الحمل الأقصى شهرياً). وتعتمد المملكة عموماً نظام دعم متبادل عبر فرض تعرفة أعلى على القطاع الصناعي وكبار المستهلكين لدعم خفض التعرفة على الأسر ذات الدخل المحدود. ومع أن متوسط التعرفة حالياً مساوٍ تقريباً لمستوى استرداد التكاليف، لكنه لا يزال غير كافٍ لخدمة ديون شركة الكهرباء الوطنية الحكومية. ففي تقريرها السنوي لعام 2018، أفصحت الشركة عن خسائر سنوية قدرها 106 ملايين دينار أردني (150 مليون دولار أميركي تقريباً) (شركة الكهرباء الوطنية، 2019 أ).

وتراكمت هذه الديون الطائلة على شركة الكهرباء الوطنية (نحو 18% من الدين الوطني) نتيجة ارتفاع أسعار النفط الخام بين عامي 2011 و2014، واستيراد بدائل وقود مكلفة نتيجة انقطاع إمدادات الغاز الطبيعي من مصر. وقد أدى الدعم الكبير لتعرفة الكهرباء وإبرام اتفاقيات شراء الطاقة من المنتجين وفق مبدأ "خذ أو ادفع" (Take or pay) إلى تكبد شركة الكهرباء الوطنية الحصة الأكبر من زيادة تكاليف إمدادات الطاقة. وحتى مع هبوط أسعار النفط الخام في السنوات الأخيرة، واستئناف إمدادات الغاز الطبيعي من مصر، وتوفر خيارات استجرار الغاز الطبيعي المسال، إلا أن التركيز لا يزال منصباً على ضمان استرداد التكاليف لشركة الكهرباء الوطنية من خلال تعديلات التعرفة وغيرها من الإجراءات (فيربانكس، 2019). ففي ديسمبر 2017، أضافت هيئة تنظيم قطاع الطاقة والمعادن بنداً جديداً إلى فواتير الكهرباء تحت مسمى "فرق أسعار الوقود". ويتحمل هذه التكلفة الإضافية جميع المستهلكين الذين يتجاوز استهلاكهم 300 كيلوواط ساعي شهرياً. وتتوقف قيمة هذا البند على تغير أسعار الوقود العالمية، ويتم الإعلان عنها من قبل هيئة تنظيم قطاع الطاقة والمعادن في نهاية كل شهر.

وخلال الأشهر القليلة الأولى من عام 2018، بلغ متوسط زيادة التعرفة الكهربائية 0.034 دولار أمريكي/ كيلوواط ساعي، وانخفض في عام 2019 إلى 0.014 دولار أمريكي/ كيلوواط ساعي (صندوق النقد الدولي، 2019). وأدت ردود فعل الشارع الأردني إزاء زيادة أسعار الطاقة وتعريفات الكهرباء إلى تعليق العمل ببعض الزيادات بل وحتى خفض التعريفات خلال النصف الثاني من عام 2018 ومطلع عام 2019. علاوةً على ذلك، كان لارتفاع التعريفات المفروضة على كبار المستهلكين تأثير سلبي على القدرة التنافسية للصناعيين المحليين، ودفعت العديد منهم إلى الاستثمار في أنظمة الطاقة المتجددة المخصصة للاستهلاك الذاتي، ما أدى إلى خسارة المستهلكين ذوي الدخل المرتفع.

إن معالجة الديون المتراكمة على شركة الكهرباء الوطنية وتحقيق الاستدامة المالية طويلة الأمد سيكون أمراً بالغ الأهمية لنمو قطاع الطاقة الأردني واستقرار الاقتصاد الكلي. وتدعم مجموعة البنك الدولي وصندوق النقد الدولي وضع خارطة طريق للاستدامة المالية لقطاع الكهرباء تتضمن اتخاذ مجموعة من التدابير، بما في ذلك ترشيد هيكلية الدعم المتبادل، وتبني نظام التعرفة المنعكسة عن التكلفة، وإعادة هيكلة الديون، ومعالجة تراكم الأموال المستحقة على شركة الكهرباء الوطنية.

وللمرحلة القادمة، تتوقع وزارة الطاقة والثروة المعدنية نمو الطلب على الكهرباء بمعدل 4% سنوياً حتى عام 2030 (وزارة الطاقة والثروة المعدنية، 2019 ب). ويشير الركود الأخير في الطلب على الكهرباء، والذي من المرجح أن يتفاقم أكثر بفعل تداعيات كوفيد-19، إلى أهمية العديد من العوامل التي تعزز الطلب بما في ذلك تكلفة الإمدادات التي تحفز التصنيع والنمو الاقتصادي. وبالتالي، فإن بلوغ التوقعات المنشودة لمستوى الطلب وضمان حسن استخدام الطاقة الكهربائية يستوجب اتخاذ العديد من الإجراءات بما في ذلك خفض تكاليف الطاقة لحفز الطلب، وتشجيع تبني النظم الكهربائية في الاستخدامات النهائية مثل قطاعي الصناعة والنقل. ولحفز الطلب على الكهرباء، أعلنت الحكومة في أكتوبر 2019 عن تعريفات تفضيلية للصناعات التي تزايد استهلاكها العام المنصرم كجزء من حزمة الحوافز المالية.

4.2 توجهات الاستهلاك النهائي للطاقة

ارتفع الاستهلاك النهائي للطاقة في الأردن من 5 ملايين طن من النفط المكافئ في عام 2009 إلى ما يقارب 7 ملايين طن من النفط المكافئ في عام 2018 (الشكل 5). ويعتبر قطاع النقل المستهلك الأكبر للطاقة، ويعتمد في المقام الأول على مشتقات النفط الخام مثل البنزين والديزل. وقد ظلت حصة المنازل وقطاع الخدمات في الاستهلاك النهائي للطاقة ثابتةً إلى حد كبير، بينما كان استهلاك القطاع الصناعي متقلباً مع تسجيل نمو محدود خلال العقد الماضي.

وبإلقاء نظرة عن كثب على الاستهلاك النهائي للطاقة بحسب القطاع، تتوفر لدينا رؤى معمقة حول التباطؤ الملحوظ في استخدام الطاقة في عام 2018. وسجل قطاع الصناعة نمواً بنسبة 2% في استهلاك الطاقة عام 2018 بالمقارنة مع عام 2017. في حين تراجع استهلاك قطاعات المنازل والخدمات والنقل. وقد انخفض استهلاك الطاقة الكهربائية في قطاع المنازل بنسبة 5% على أساس سنوي (وزارة الطاقة والثروة المعدنية، 2019 ب).

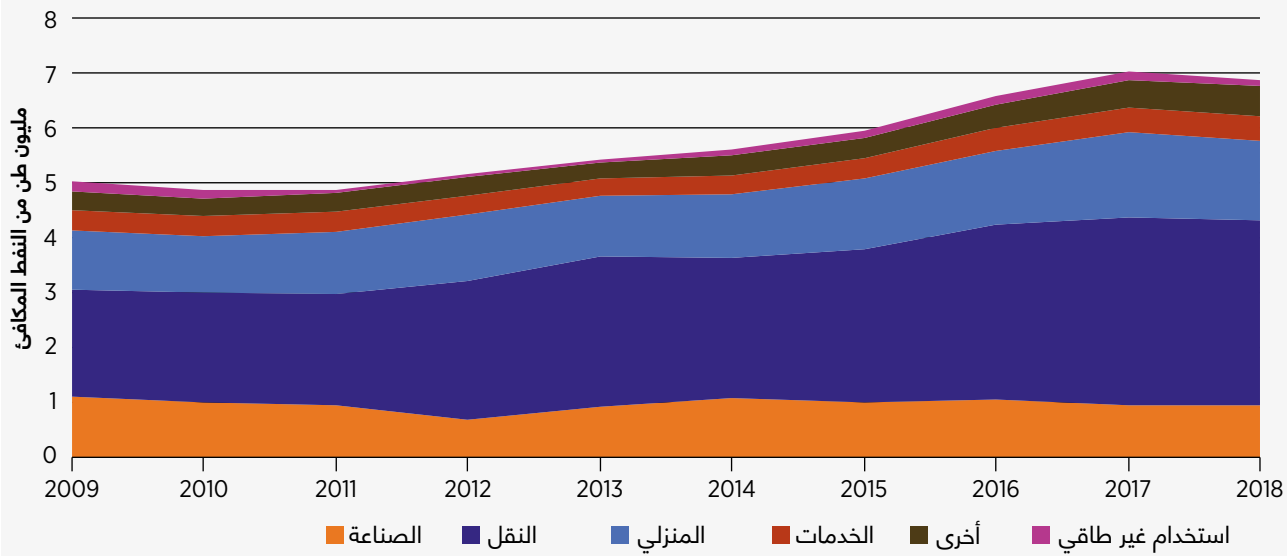
الصناعة

تعد الصناعة ثالث أكبر مستهلك للطاقة في الأردن وثاني أكبر مستهلك للكهرباء. وتعتبر الطاقة المستقرة منخفضة التكلفة من المتطلبات الحيوية لقطاع الصناعة كونها تؤثر بدرجة كبيرة على القدرة التنافسية للمنتجات والخدمات الأردنية على المستويات المحلية والإقليمية والعالمية. وتتسم معظم الصناعات في الأردن بارتفاع مستويات طلبها على الطاقة الحرارية التي يتم تلبيتها غالباً بالاعتماد على زيت الوقود والديزل والفحم (الشكل 6). وقد دفعت تكاليف الطاقة المرتفعة بعض منتجي الإسمنت إلى التحول من زيت الوقود إلى الفحم لخفض تكاليف التشغيل (هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية، 2019).

وللحد من أعباء فواتير الطاقة على الصناعيين وتحسين قدرتهم التنافسية، شجعتهم الحكومة الأردنية على التحول إلى الغاز الطبيعي. ووقعت شركة الكهرباء الوطنية مؤخراً اتفاقيتين مع شركة الفجر الأردنية المصرية لتوفير الغاز الطبيعي إلى المجمع الصناعي الجنوبي التابع لشركة مناجم الفوسفات الأردنية في العقبة، وشركة الصنوبر لصناعة الورق الصحي التابعة لمجموعة "نُقُل". وتشير التقديرات إلى أن استخدام الغاز الطبيعي يقلل تكاليف الطاقة في المصانع بنسبة تتراوح بين 25 - 55% تبعاً لنوع الوقود البديل. وقد تم تخفيض الضريبة الخاصة على الغاز الطبيعي للصناعيين من 16% إلى 7% على أن يتم إعفاء الشركات التي تتحول إلى الغاز الطبيعي من هذه الضريبة لمدة ثلاث سنوات تبعاً لمعايير وضعتها وزارة الصناعة (شركة الكهرباء الوطنية، 2019 ت). ويتم أيضاً نشر تقنيات الطاقة الحرارية الشمسية لتلبية احتياجات التدفئة/التبريد في قطاع الصناعة. ومع أن استخدامها لا يزال في مراحل مبكرة، إلا أن هذه التقنيات توفر بديلاً محتملاً للوقود المستهلك في الاستخدامات غير المنزلية (تم مناقشة هذا الموضوع بشكل أوسع في الفصل 3، القسم 3).

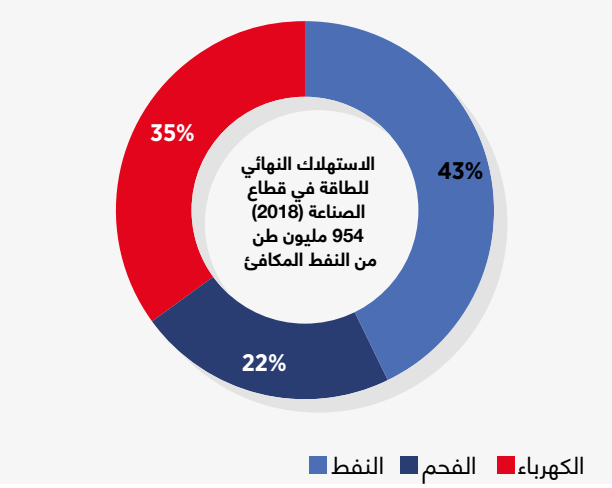
وتبقى الكهرباء هي الوقود الرئيسي لقطاع الصناعة ـ وقد تصل تكاليف الكهرباء إلى ما يقارب نصف إجمالي التكاليف التشغيلية في صناعات البلاستيك والمطاط؛ وأكثر من ربع التكاليف في قطاعات البناء، والصناعات الغذائية، والتغليف، والأثاث، والتعدين، والجلود، والملابس (علي عياصرة، 2018). ومن أكبر القطاعات استهلاكاً للكهرباء الإسمنت، والفوسفات، واستخراج وتصنيع البوتاس؛ حيث استهلكت هذه الصناعات ما يزيد على 970 جيجاواط ساعي من الكهرباء في عام 2017، أي ما يقارب 6% من إجمالي استهلاك البلاد (شركة الكهرباء الوطنية، 2019 أ). وفي محاولة للحد من تكاليف الكهرباء والأثر البيئي، تحوّلت العديد من المنشآت الصناعية الكبيرة إلى الطاقة الشمسية الكهروضوئية لتلبية جزء من احتياجاتها من الكهرباء. فشيدت مجموعة لافارج للإسمنت، على سبيل المثال، مشروعاً للطاقة الشمسية الكهروضوئية بقدرة إنتاجية 15.6 ميغاواط بهدف تغطية جزء من احتياجات الكهرباء في مصنع إسمنت لافارج الرشادية (لافارج هولسيم، 2017).

الشكل 6. الاستهلاك النهائي للطاقة، حسب القطاع



المصدر: وزارة الطاقة والثروة المعدنية (2019 ب)

الشكل 7. الاستهلاك النهائي للطاقة في قطاع الصناعة، حسب نوع الوقود (2018)



المصدر: وزارة الطاقة والثروة المعدنية (2019 ب)

النقل

يعتبر قطاع النقل أكبر مستهلك للطاقة في الأردن، حيث يشكل استخدام البنزين والديزل لأغراض النقل ما يقارب 90% من إجمالي استهلاك الطاقة النهائي. ويؤدي ارتفاع عدد السكان وزيادة حركة الركاب والبضائع والخدمات إلى استهلاك كبير للوقود في هذا القطاع. وقد تضاعف عدد المركبات في الأردن بين عامي 2007 و2018 من 842 000 إلى 1.6 مليون مركبة (دائرة الإحصاءات العامة في الأردن، 2019). وتشكل سيارات الصالون ما يزيد على 70% من هذه المركبات، تليها الفانات والشاحنات بنسبة 18%. وتشكل الملكية الخاصة النسبة الأكبر من إجمالي ملكية المركبات بواقع 93%. ومن المتوقع استمرار استملاك السيارات التي تعتمد بشكل رئيسي على الوقود الأحفوري. ويتطلب الحد من اعتماد الأردن على الوقود المستورد تحولاً كبيراً لنماذج استخدام الطاقة في قطاع النقل. ويتم بذل بعض الجهود حالياً للاستفادة من مصادر الطاقة البديلة في هذا القطاع، بما في ذلك الترويج لاستخدام المركبات الهجينة والكهربائية.

وتم إطلاق مشروع استخدام السيارات الكهربائية في الأردن عام 2014 بتأسيس أول محطة مخصصة لشحنها. ومنذ ذلك الحين، ازداد عدد السيارات الكهربائية من 9 سيارات في عام 2014 إلى 000 18 عام 2018، وزاد عددها عن 30 000 بحلول نهاية عام 2019 (الخلايلة، 2017). وأطلقت الحكومة محفزات عدة لتشجيع استخدام السيارات الكهربائية، ومنها الإعفاء من رسوم استيراد هذه السيارات ومكونات البنية التحتية اللازمة لشحنها، فضلاً عن الإيعاز بتركيب عدادات قياس مخصصة توفر كهرباء الشحن بسعر 0.19 دولار أمريكي / كيلوواط ساعي.

ويجري أيضاً اختبار استخدام وسائل النقل العامة الكهربائية في المواقع السياحية (مثل حديقة البتراء الأثرية). ومن التحديات التي تحول دون تسريع وتيرة اعتماد السيارات الكهربائية، على سبيل المثال لا الحصر، التوعية بشأن كفاءة تكلفة هذه المركبات وميزاتها، وتطوير البنية التحتية للشحن على نطاق واسع (العيسى، 2017). ولم يتم حتى الآن استكشاف فرص تطوير الوقود الحيوي السائل والغازي، وكذلك الهيدروجين.

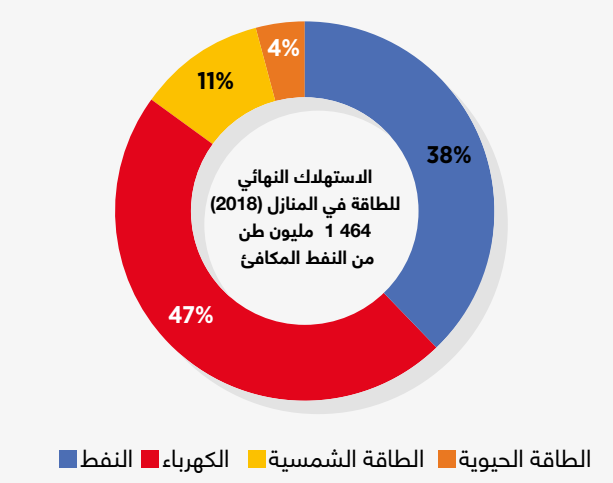
المنازل

يمثل القطاع السكني في الأردن 21% من إجمالي الاستهلاك النهائي للطاقة، و46% من استهلاك الكهرباء (وزارة الطاقة والثروة المعدنية، 2019 أ). ويساهم التوسع الحضري، وازدياد عدد السكان، وتحسن معايير المعيشة في زيادة طلب المنازل على الطاقة. وتمثل الكهرباء الحصة الأكبر من الطاقة المستهلكة في قطاع تجهيزات الإضاءة والأدوات المنزلية المختلفة مثل البرادات، ومكيفات الهواء، وسخانات المياه (الشكل 8). وتمتلك الأسر الأردنية ما يقدر بنحو 1.4 مليون براد، و 1.6 مليون جهاز تلفاز، و1.4 مليون غسالة و100 205 ثلاجة. وكشف استطلاع أجري عام 2015 حول حمل الطلب أن 61% ممن شملهم الاستطلاع يمتلكون سخانات مياه كهربائية (الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية، 2015).

ويتزايد كذلك تبني حلول تسخين المياه باستخدام الطاقة الشمسية، وتشكل ما يقارب 4% من الاستهلاك النهائي للطاقة في المنازل. ويعزى هذا النمو إلى البرامج واسعة النطاق التي ينفذها صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة (JREEEF) بالتعاون مع بعض المتبرعين، حيث أدت هذه البرامج إلى تركيب ما يزيد على 26 000 سخان يعمل بالطاقة الشمسية حتى الآن (تم مناقشة هذا الموضوع بشكل أوسع في الفصل 3، القسم 3). ويتم استخدام ما يزيد على 60% من الطاقة المستهلكة في المنازل لأغراض التدفئة والتبريد. وفي المناطق ذات الدخل المرتفع، يشيع استخدام أنظمة التدفئة المركزية التي تعمل بزيت الديزل، ومكيفات الهواء العاملة بالكهرباء، بينما يشيع المناطق ذات الدخل المنخفض استخدام المواقد الصغيرة التي تعمل بالكيروسين أو الغاز النفطي المسال (السلامي والحنطي، 2017).

ويشكل فقر الطاقة المنزلية مصدر قلق رئيسي في الأردن. ويجري العمل على العديد من البرامج لمعالجة مشكلة فقر الطاقة التي تعاني منها الأسر ذات الدخل المنخفض. وقد تم، على سبيل المثال، إطلاق برامج عدة لتبني أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية، ويشمل ذلك 85 000 منزل في إطار برامج الرفاه الوطني. وتعاني البنية التحتية العامة كذلك - بما في ذلك المدارس والعيادات - من ضعف القدرة على الوصول إلى الطاقة، الأمر الذي يؤثر على تقديم الخدمات مثل التعليم والرعاية الصحية. وتسعى المبادرة الملكية لتدفئة المدارس إلى مواجهة هذا التحدي (انظر الإطار التوضيحي 4). وعلاوةً على ذلك، يعيش عدد كبير من اللاجئين في مخيمات غير دائمة مع موارد محدودة للتدفئة والتبريد. وقد تم إطلاق برامج عدة لدعم حلول الإضاءة وتسخين المياه باستخدام الطاقة الشمسية في هذه المخيمات.

الشكل 8. إجمالي الاستهلاك النهائي للطاقة في المنازل، حسب نوع الوقود (2018)



المصدر: وزارة الطاقة والثروة المعدنية (2019 ب)

5.2 محركات تنويع الطاقة

حددت الاستراتيجية الشمولية 2020 - 2030 في قطاع الطاقة أهدافاً واضحة ينبغي السعي إلى تحقيقها:

i. ضمان إمدادات طاقة مستدامة في المستقبل
ii. تنويع مزيج الطاقة الوطني وزيادة الاعتماد على مصادر الطاقة المحلية
iii. تحقيق الاستدامة
iv. خفض تكاليف إمدادات الكهرباء

وتحظى هذه الأهداف المترابطة بأهمية بالغة "لاستعادة زخم النمو وتحقيق إمكانات التنمية في الأردن" وفقاً لخطة تحفيز النمو الاقتصادي الأردني لعامي 2018 - 2022 (مجلس السياسات الاقتصادية، 2017)، وضمان التعافي السريع من تداعيات أزمة كوفيد-19. وتتطلب محركات النمو الاقتصادي الجديدة في الأردن - بما في ذلك التصنيع، والنقل، والبناء، والزراعة - الحصول على طاقة مستقرة وآمنة منخفضة التكلفة ومستدامة بيئياً لضمان القدرة التنافسية.

ويعتبر تطوير تقنيات الطاقة المتجددة من الركائز الرئيسية لاستراتيجية تنويع الطاقة، حيث تساهم هذه التقنيات في تحقيق الأهداف الأربعة للاستراتيجية الشمولية الموضحة أعلاه. وتستهدف الاستراتيجية رفع حصة الطاقة المتجددة إلى 31% من إجمالي القدرة الإنتاجية المركبة بحلول عام 2030 (وزارة الطاقة والثروة المعدنية، 2019 أ).

وهناك دواعٍ قوية للاستفادة من هذا الزخم وتسريع وتيرة تبني الطاقة المتجددة في قطاع الطاقة، بالإضافة إلى العديد من قطاعات الاستخدام النهائي مثل التدفئة/التبريد والنقل:

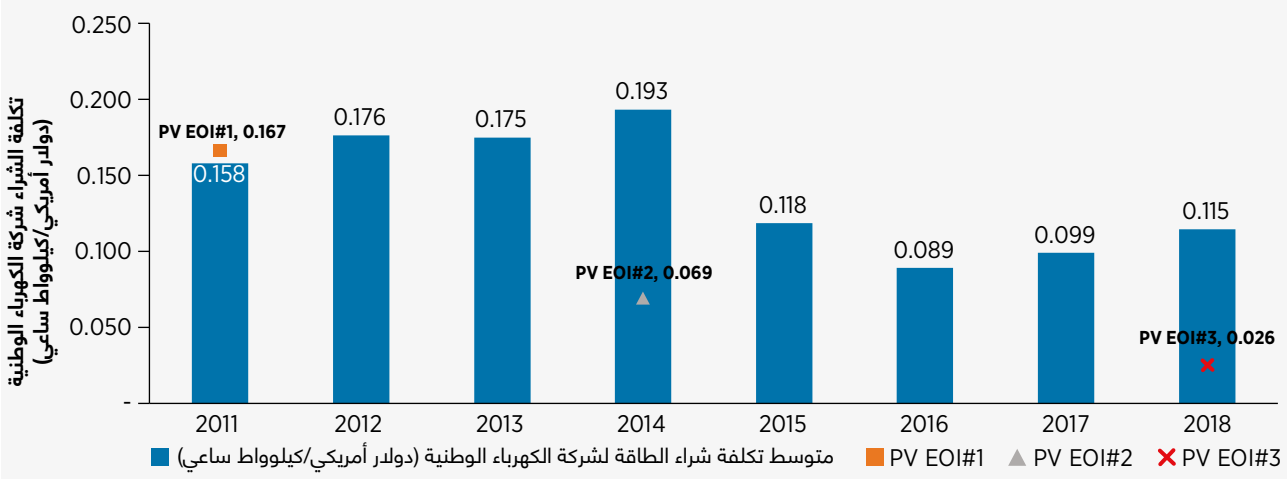
1. أمن الطاقة: تعتمد الأردن على الاستيراد لتلبية معظم احتياجاته من الطاقة، ويترتب على ذلك تكاليف اقتصادية كبيرة، عدا عن مخاطر انقطاع الإمدادات وتقلبات الأسعار. وتعكس مخاطر انقطاع الإمدادات وتداعياتها على السلامة المالية لكل من شركة الكهرباء الوطنية والحكومة الأردنية مدى أهمية تنويع مصادر الطاقة (مثلاً: استيراد الغاز الطبيعي من مصادر أخرى) ووقود الطاقة (مثلاً: تنمية الموارد المحلية مثل الطاقة المتجددة والصخر الزيتي). وتستوفي حلول الطاقة المتجددة عناصر مختلفة لأمن الطاقة مثل: الوفرة، والإتاحة، وانخفاض التكاليف، والاستدامة على المدى الطويل. وقد انخفض الاعتماد على الواردات لتلبية احتياجات الطاقة خلال السنوات القليلة الماضية من 99% إلى 94%، ويعود ذلك جزئياً إلى تنفيذ تدابير عدة لترشيد الطاقة وتبني الطاقة المتجددة [2].

2. الفوائد الاقتصادية: كانت الوفورات الكبيرة في تكلفة تقنيات الطاقة المتجددة خلال السنوات العشر الماضية كفيلةً بدفع الحكومات إلى التركيز أكثر على زيادة حصة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة المستقبلي. وفي أغلب أنحاء العالم اليوم، تشكّل الطاقة المتجددة المصدر الأدنى تكلفةً لتوليد الطاقة الجديدة [3].

في الأردن، أسفرت الجولة الثالثة والأخيرة من العروض المالية المباشرة في عام 2018 إلى ترسية عطاءات بلغت عروضها 0.026 دولار أمريكي/ كيلوواط ساعي. وفي المقابل، وصل متوسط تكلفة الطاقة الكهربائية التي اشترتها شركة الكهرباء الوطنية الأردنية في عام 2018 إلى 0.081 دينار أردني/ كيلوواط ساعي (أو ما يعادل 0.114 دولار أمريكي/ كيلوواط ساعي). وبلغ متوسط تكلفة شراء الكهرباء المولدة من المصادر المتجددة 0.076 دينار أردني/ كيلوواط ساعي (ما يعادل 0.11 دولار أمريكي/ كيلوواط ساعي) بالمقارنة مع 0.082 دينار أردني/ كيلوواط ساعي (أو ما يعادل 0.12 دولار أمريكي/ كيلوواط ساعي) من المصادر التقليدية (شركة الكهرباء الوطنية، 2019 أ). وتجدر الإشارة إلى أن مشاريع الطاقة المتجددة المشمولة بالجولة الثالثة لم يتم التكليف بتنفيذها بعد، وبالتالي فإنها لا تنعكس في تكاليف الشراء لشركة الكهرباء الوطنية. ومن ناحية التكلفة، تعتبر وفورات الطاقة المتجددة - ولا سيما الطاقة الشمسية الكهروضوئية - جيدةً في قطاع الطاقة (الشكل 8)؛ وتوفر، إلى جانب انخفاض تكاليف التخزين [4]، بديلاً مجدياً لحلول الطاقة المستوردة وتلك القائمة على مصادر الوقود المحلية. كما يعتبر الداعي الاقتصادي لمصادر الطاقة المتجددة في قطاعي التدفئة / التبريد والنقل قوياً أيضاً، وخاصة بالنسبة لسخانات المياه الشمسية وحلول التسخين باستخدام الطاقة الشمسية في قطاع الصناعة.

2. طبق الأردن خطته الوطنية الأولى لكفاءة الطاقة في عام 2013، ونجح بتقليل حجم الاستهلاك إلى 400 جيجاواط ساعي. ومن المتوقع للخطة الوطنية الثانية (2017-2020) أن تخفض استهلاك الطاقة إلى 2 000 جيجاواط ساعي مع إضافة مشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية اللامركزية و20 ألف سخان ماء شمسي بين عامي 2019-2018. وقد أدى ذلك إلى خفض الطلب على الكهرباء بنسبة 0,6% في عام 2018 وفقاً لشركة الكهرباء الوطنية.
3. في عام 2019، انخفضت التكاليف العالمية للكهرباء المولدة من اللوحات الشمسية الكهروضوئية على نطاق المرافق الخدمية بنسبة 13% على أساس سنوي، فبلغت 0.068 دولار أمريكي/ كيلوواط ساعي. كما انخفضت تكاليف طاقة الرياح البرية بنحو 9% سنوياً، فبلغت 0.053 دولار أميركي/ كيلوواط ساعي لمشاريع الطاقة المتجددة، وخاصة الطاقة الشمسية الكهروضوئية (آيرينا، 2019 أ).
4. انخفضت تكاليف إنتاج بطاريات الليثيوم أيون بنسبة 85% خلال الفترة بين عامي 2018-2010 وفقاً لمنتدى بلومبيرغ للاقتصاد الجديد (2019 أ).

الشكل 9. مقارنة بين عروض الطاقة الشمسية الكهروضوئية في ثلاث جولات مع متوسط تكلفة شراء الطاقة (دولار أمريكي/ كيلوواط ساعي)، حسب شركة الكهرباء الوطنية



ملاحظة: EOI = طلب إبداء اهتمام

بالاستناد إلى: شركة الكهرباء الوطنية (2019 أ)؛ شركة الكهرباء الوطنية (2018) لتكلفة الشراء

3. **المزايا الاجتماعية-الاقتصادية:** يساهم تنويع مزيج الطاقة في توفير فرص العمل وتطوير صناعات جديدة. ويعتبر البعد الاجتماعي-الاقتصادي للطاقة المتجددة عاملاً بالغ الأهمية للاقتصادات الناشئة التي تسعى إلى مضاعفة فوائد تحول نظام الطاقة لناحية إيجاد فرص العمل وخلق القيمة المحلية[5]. ومنذ عام 2013، تم تأسيس ما يقارب 300 شركة مرخصة في مجالات تصميم وتوريد وتركيب وتشغيل وصيانة اللوحات الشمسية الكهروضوئية مع توفير فرص العمل بدوام كامل لآلاف الأشخاص. وعلى سبيل المثال، يتطلب إنشاء وتشغيل محطة لإنتاج الطاقة الشمسية الكهروضوئية بقدرة إنتاجية 50 ميجاواط ما مجموعه 055 229 يوم عمل/ للفرد. وانطلاقاً من أهمية عمال التشغيل والصيانة على امتداد دورة حياة المشروع، لذا فهم يمثلون الجزء الأكبر من متطلبات العمالة (56% من إجمالي العمالة المطلوبة)، كما يتطلب تصنيع المعدات (22%) والتركيب والربط الشبكي (17%) أحجام عمالة كبيرة أيضاً (آيرينا، 2017). وهذه الوظائف موجودة بطبيعة الحال عبر سلسلة القيمة في الأردن، بما في ذلك وظائف التصنيع. إذ توظف شركة فيلادلفيا للطاقة الشمسية، وهي شركة تعمل في تجميع وحدات الطاقة الشمسية الكهروضوئية وتصنيع هياكل التركيب، 250 شخصاً بدوام كامل. وعلى امتداد قطاعات سلسلة القيمة، تتطلب تقنيات الطاقة المتجددة المختلفة - مثل الطاقة الشمسية الكهروضوئية، وطاقة الرياح، وسخانات المياه الشمسية – طيفاً متنوعاً من المهارات والمواد.

ويمكن الاستفادة من الصناعات القائمة ودمجها في سلاسل إمداد الطاقة المتجددة لخلق القيمة المحلية. فعند تطوير محطة للطاقة الشمسية المركزة على سبيل المثال، يمكن تصنيع 30% على الأقل (حسب القيمة) من مواد المشروع محلياً، بما في ذلك هياكل الدعم الفولاذية، وأنظمة الأنابيب، ومستوعبات التخزين، والطلاء، وصناديق وكابلات التوصيل (آيرينا والإسكوا، 2018). ولمضاعفة المزايا الاجتماعية-الاقتصادية للطاقة المتجددة، يتعين اتخاذ تدابير مختلفة بما في ذلك توفير رؤى واضحة لنشر هذه التقنيات على المدى الطويل، وتقديم حوافز موجهة للمصنعين المحليين، وتطوير القدرات البشرية والمؤسسية، وعقد شراكات في مجالات نقل التكنولوجيا والبحث والتطوير. وفي منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، يمكن لوظائف قطاع الطاقة المتجددة أن تنمو من 000 542 في عام 2017 إلى 1,2 مليون في عام 2030، و2 مليون في عام 2050، أي قرابة 30% من إجمالي عدد الوظائف في قطاع الطاقة (آيرينا، 2020 ث).

4. **المناخ والمساهمات المحددة وطنياً:** يستوجب الالتزام بالمساهمة المحددة وطنياً في الأردن تقليل انبعاثات غازات الدفيئة بواقع 14% بحلول عام 2030 (1.5% من خلال موارده الخاصة، و12.5% مشروطة بتلقي مساعدات مالية دولية) (اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، 2015). وقد حدد نظام التغير المناخي رقم (79) لسنة 2019 متطلبات محددة لأصحاب المصلحة للإبلاغ عن انبعاثات غازات الدفيئة. وتشكّل تنمية الطاقة المتجددة ركيزة أساسية لإزالة الكربون من مزيج الطاقة بالتوازي مع توفير إمدادات موثوقة من الكهرباء. ففي عام 2018 وحده، ساهمت إمدادات الكهرباء التي تم توليدها من الطاقة الشمسية الكهروضوئية والرياح في تفادي إطلاق نحو 1.5 مليون طن من الانبعاثات الكربونية[6]. ويترتب على تنويع مصادر الطاقة أيضاً فوائد إضافية أخرى، ومنها الحد من تلوث الهواء في المناطق الحضرية نتيجة الاستخدام المتزايد للسيارات الهجينة والكهربائية، واستخدام النظم الكهربية والوقود النظيف لأغراض التدفئة والتبريد.

5. تحدد سلسلة تقارير "توظيف القدرات المحلية" من الوكالة الدولية للطاقة المتجددة "آيرينا" احتياجات العمالة والمهارات بالإضافة إلى مستلزمات المواد اللازمة لتطوير مشاريع الطاقة المتجددة التوضيحية بما في ذلك الطاقة الشمسية الكهروضوئية، وطاقة الرياح البرية والبحرية، والطاقة الشمسية المركزة.
6. استناداً إلى عامل انبعاثات للشبكات يبلغ 690 جراماً من غاز ثاني أكسيد الكربون لكل كيلوواط ساعي، ويغطي ذلك فقط الانبعاثات الكربونية خلال مرحلة إنتاج الكهرباء.

موارد الطاقة المتجددة واستخدامها

تحتل الأردن المركز الأول في المنطقة من حيث سرعة ونطاق نشر الطاقة المتجددة، وخاصة في قطاع الكهرباء، حيث ساهمت الطاقة المتجددة بتوليد أكثر من 13% من إجمالي الطاقة الكهربائية المولدة في عام 2019، بعد أن كانت حصتها قريبة من الصفر في عام 2012. وتم تحقيق هذا النمو الكبير بفضل الالتزام الحكومي الراسخ والعمل على تنويع مزيج الطاقة الرئيسي.

وتبدو قدرة الطاقة المتجددة في المساهمة بمزيج الطاقة في الأردن أكبر بكثير مما هي عليه، وقد تركز المرحلة التالية من نمو الطاقة المتجددة في الأردن على تهيئة الظروف المواتية لإدخال حصص أعلى من كهرباء الطاقة المتجددة إلى قطاع الكهرباء، إذ تمثل الكهرباء 22% فقط من استهلاك الطاقة النهائي كما هو موضح في الفصل السابق. ولتنويع مزيج الطاقة في الأردن، وتقليل الاعتماد على الواردات وخفض تكاليف الطاقة، ستحتاج الطاقة المتجددة في قطاعات الاستخدام النهائي غير العاملة بالكهرباء - التدفئة/التبريد والنقل- إلى تعزيز إمكانياتها بشكل كبير عن مستوياتها الحالية.

يناقش هذا الفصل قطاع الطاقة المتجددة في الأردن، ويحلل اتجاهات استخدامها في قطاعات الكهرباء والتدفئة/التبريد والنقل؛ وهو يمهد الطريق لمناقشة مستفيضة في الفصل التالي حول السياسات والقوانين- التي تشكّل عنصراً أساسياً لتمكين تبني ودمج هذه المصادر- والمشهد الاستثماري لتحديد الثغرات والتحديات التي تحتاج إلى معالجة لتعزيز تبني الطاقة المتجددة.

1.3 موارد الطاقة المتجددة

تشكل وفرة الموارد نقطة انطلاق هامة لتنمية قطاع الطاقة المتجددة، كما أنها تؤثر بشكل كبير على الأداء التشغيلي للمشاريع وجدواها المالية. ونظراً لموقعها الجغرافي، فإن أكثر موارد الطاقة المتجددة المتاحة في الأردن هي الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، فضلاً عن إمكانيات لمصادر الطاقة الحيوية والكهرومائية والحرارية الأرضية.

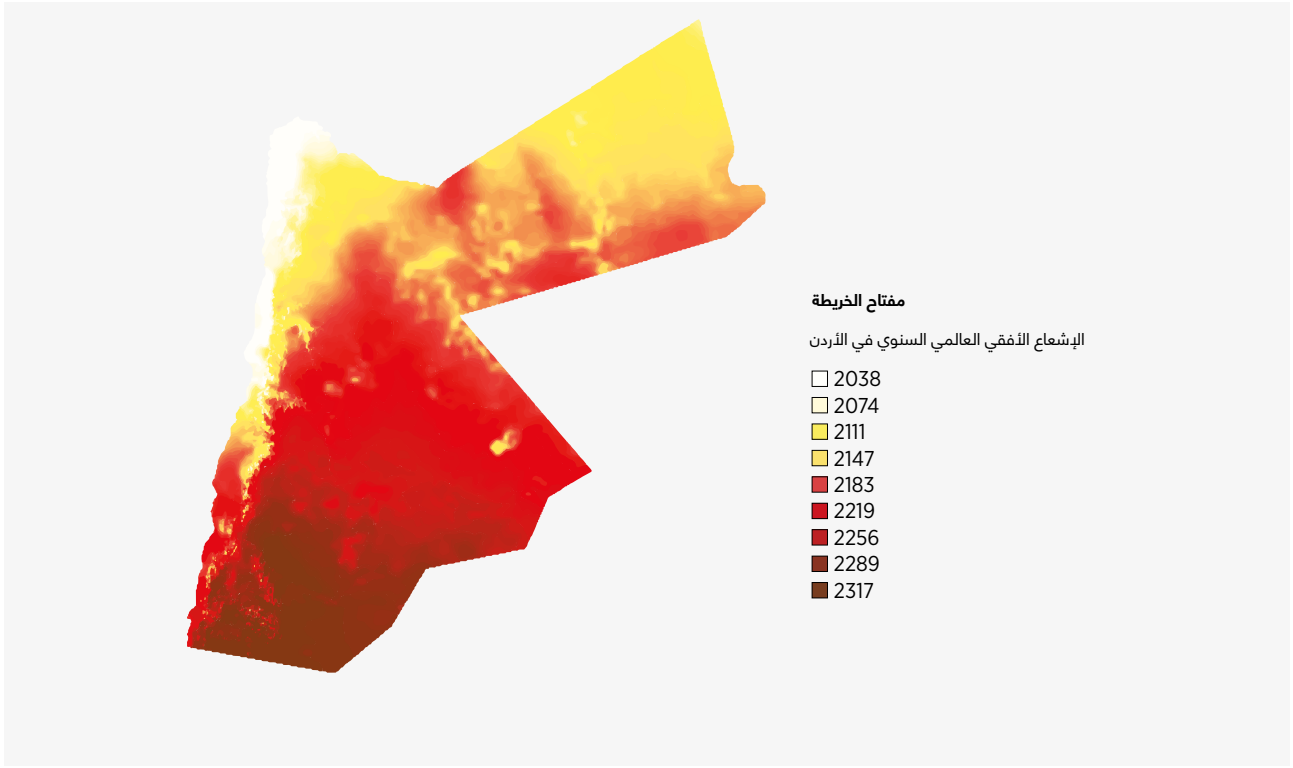
الطاقة الشمسية

يتراوح متوسط الإشعاع الشمسي اليومي بين 4 و7 كيلوواط في الساعة/متر مربع، مع حوالي 300 يوم مشمس في السنة، وهو ما يعادل متوسط إشعاع شمسي سنوي يتراوح بين 400 1 و300 2 كيلوواط ساعي/متر مربع (الشكل 10). وقد أتاحت الظروف المناخية المواتية للأردن الاستفادة من بعض أفضل المواقع الشمسية إقليمياً ودولياً. وينعكس هذا أيضاً في انخفاض تكلفة الكهرباء المولدة من المشاريع الجديدة.

طاقة الرياح

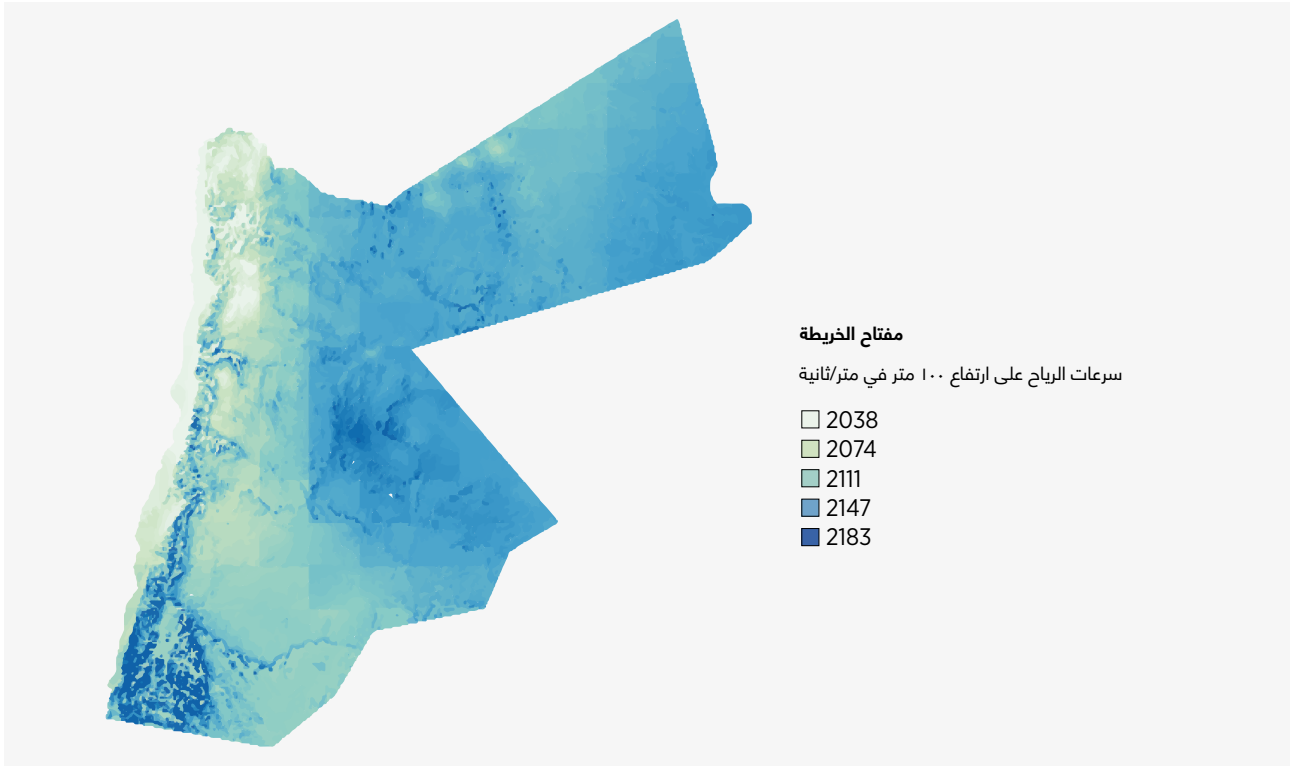
تمتلك الأردن مواردا كبيرة من طاقة الرياح يمكن الاستفادة منها في توليد الكهرباء. وتختلف سرعة الرياح حسب الموقع، لكنها تتراوح بشكل عام بين 6 و8 متر في الثانية في المواقع الجيدة ضمن المملكة (مرار، 2019) (الشكل 11). ووفقاً لدراسة أجرتها وزارة الطاقة والثروة المعدنية والجمعية العلمية الملكية، فإن نحو 16% من إجمالي أراضي البلاد مناسبة لإنتاج طاقة الرياح، مع بلوغ إجمالي الإمكانات التقنية 3.6 جيجاواط (الرحاحلة، 2018).

الشكل 10. التوزع المكاني للإشعاع الشمسي العالمي في خرائط موارد الأردن بالكيلوواط ساعي/ متر مربع



بالاستناد إلى: أطلس "آيرينا" العالمي، وخريطة بيانات الطاقة الشمسية الكهروضوئية: مجموعة البنك الدولي 2018، والإشعاع الأفقي العالمي كيلوواط/متر مربع لكل كيلومتر في العالم

الشكل 11. التوزع المكاني لطاقة الرياح في الأردن



بالاستناد إلى: أطلس "آيرينا" العالمي، وبيانات خريطة الرياح: أطلس الرياح العالمي في جامعة الدنمارك التقنية، ومتوسط سرعة الرياح 1 كيلومتر على ارتفاع 100 متر

الطاقة الحيوية

توجد موارد الطاقة الحيوية في الأردن بشكل أساسي على شكل نفايات بلدية صلبة. ويتزايد حجم هذه النفايات -التي تمثل مورداً هاماً للغاية- بسرعة نتيجة ارتفاع عدد السكان. ومنذ عام 2000، تم تشغيل محطة تجريبية تستخدم النفايات البلدية الصلبة بطاقة 3.5 ميجاواط. وتخطط أمانة عمان الكبرى لتنفيذ مشروع للغاز الحيوي باستخدام غاز الميثان الذي يتم جمعه في مكب الغباوي للنفايات، وهو المكب الرئيسي للنفايات البلدية الصلبة في عمان. ومع توسيع مكب النفايات، من المتوقع أن تصل القدرة إلى 6 ميجاواط في عام 2020 و7 ميجاواط في عام 2022. كما توجد فرصة لاستخدام الغاز الحيوي من النفايات في قطاع النقل.

ومن الممكن أيضاً استخدام النفايات الحيوانية- ولو أن مواردها أقل مقارنةً بالنفايات البلدية- على نطاق أصغر لأغراض التدفئة/الطهي. ويتركز أكثر من 80% من إجمالي إنتاج السماد، من الماشية والدواجن والخراف، في أربع محافظات شمالية هي: الزرقاء، وعمّان، والمفرق، وإربد (باريلارو، 2019). كما أن الجفت (بقايا الزيتون بعد استخراج الزيت منه) متوفر أيضاً في إربد والمفرق، ويمكن استخدامه إما كوقود أو علف. وتشير التقديرات إلى أن إجمالي إمدادات الجفت في هذه المناطق يبلغ نحو 000 19 طن متري سنوياً (ميرسي كوربس، 2017).

الطاقة الحرارية الأرضية [7]

تمتلك الأردن عدة مصادر للمياه الحرارية (ينابيع وآبار) منتشرة على طول أخدود وادي الأردن، بالإضافة إلى الآبار الحرارية في الهضبة الوسطى والشرقية. وتُظهِر خريطة التدرج الحرارية الأرضية في الأردن منطقتين متميزتين تصل درجات الحرارة فيهما إلى 50 درجة مئوية/كم؛ إحداها في المنطقة القريبة من جرف شرق البحر الميت، وأخرى بالقرب من الحدود مع سوريا والعراق. وتمثل الأولى مورداً محلياً للطاقة من أجل التدفئة على طول الحافة الشرقية لصدع البحر الميت، حيث تتراوح درجات الحرارة بين 53 - 63 درجة مئوية، وتوجد العديد من الفنادق والمنتجعات في المنطقة.

الطاقة الكهرومائية

تقتصر حالياً موارد الطاقة الكهرومائية في الأردن على سد الملك طلال، وهي المحطة الوحيدة لتوليد الطاقة الكهرومائية في البلاد، وتبلغ قدرتها المركّبة 7 ميجاواط. وقد تم تجهيز محطة كهرباء العقبة بتوربينات لتوليد الطاقة الكهرمائية بقدرة إجمالية تبلغ 6 ميجاواط باستخدام الرأس المتوفر لإعادة مياه البحر المبردة. كما يوفر فرق الارتفاع بين البحر الأحمر والبحر الميت مورداً مائياً قوياً يقدر بنحو 400 - 800 ميجاواط، ويمكن الاستفادة منه عن طريق المشروع المقترح لشق قناة بين البحر الأحمر والبحر الميت. من ناحية أخرى، ولتعزيز مرونة منظومة الكهرباء، أجرت وزارة الطاقة والثروة المعدنية مؤخراً اختبارات لإمكانيات السدود والخزانات في الأردن بهدف إنشاء مشاريع للطاقة الكهرومائية تعمل بنظام التخزين بالضخ (انظر الإطار التوضيحي 5).

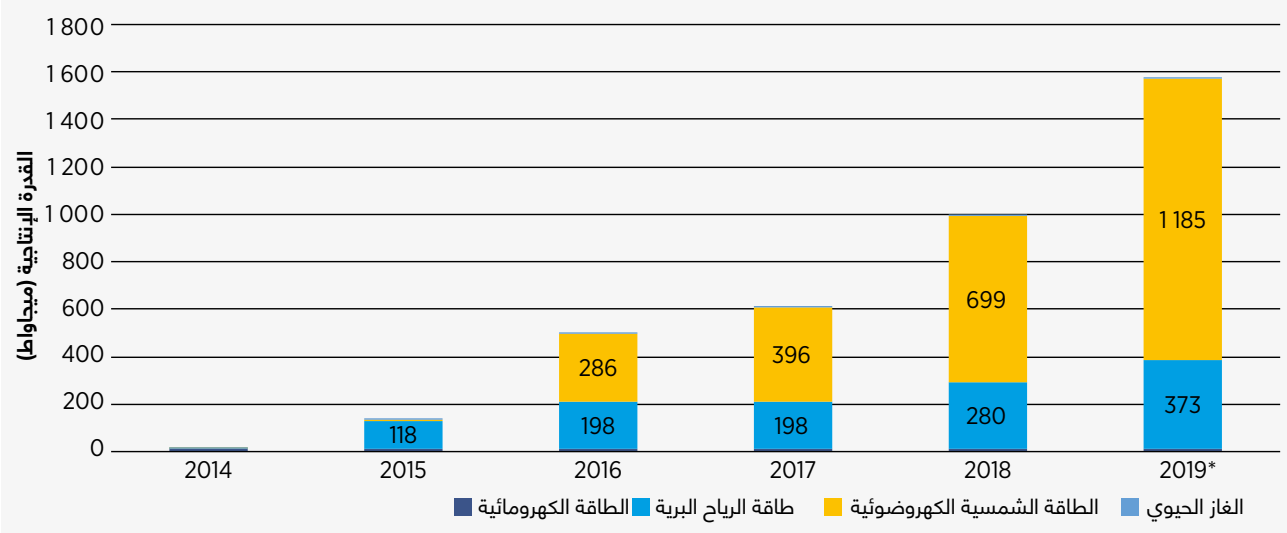
2.3 الطاقات المتجددة في قطاع الكهرباء

توجد الطاقة المتجددة في قطاع الكهرباء منذ عام 1998، مع أول مزرعة لطاقة الرياح بقدرة تشغيلية تبلغ 1.125 ميجاواط في حوفا شمال الأردن. وشهد عام 2012 زخماً قوياً لاعتماد الطاقة المتجددة في توليد الكهرباء مع تطبيق قانون الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة رقم (13). ولغاية عام 2014، كان إجمالي القدرة المركبة لمصادر الطاقة المتجددة في قطاع الكهرباء في البلاد نحو 14 ميجاواط، أغلبها من الطاقة الكهرومائية. وارتفع إجمالي قدرة الطاقة المتجددة إلى نحو 500 ميجاواط في عام 2016 وإلى أكثر من 1,5 جيجاواط بحلول مطلع عام 2020 (الشكل 10). وتمثل الطاقة المتجددة الآن أكثر من ربع إجمالي الطاقة الكهربائية المركبة في الأردن. ويُعزى هذا النمو السريع بشكل رئيسي إلى الإضافات على قدرة تقنيات الرياح البرية والطاقة الشمسية الكهروضوئية.

وفي عام 2015، تم إنشاء مشروع الطفيلة لطاقة الرياح بقدرة 117 ميجاواط، أعقب ذلك مشروع معان لطاقة الرياح بقدرة 80 ميجاواط في عام 2016. وفي نفس العام، تم تشغيل مشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية من جولة العروض المباشرة الأولى وقدرتها 200 ميجاواط. وفي عام 2018، تم تشغيل مشاريع الجولة الثانية، إلى جانب محطة قويرة بقدرة 103 ميجاواط، الأمر الذي رفع إجمالي قدرة الطاقة الشمسية الكهروضوئية إلى ما يقارب 700 ميجاواط. وبحلول نهاية عام 2019، ارتفعت قدرة الطاقة الشمسية الكهروضوئية المركبة إلى نحو 1.2 جيجاواط، كما بلغت قدرة طاقة الرياح 373 ميجاواط. ومن مجموع الطاقة الشمسية وطاقة الرياح التي تم تركيبها، يتصل حوالي 985 ميجاواط بنظام النقل، في حين يتصل نحو 573 ميجاواط في إطار مخططات صافي القياس والنقل بالعبور (وزارة الطاقة والثروة المعدنية، 2020)[8] .

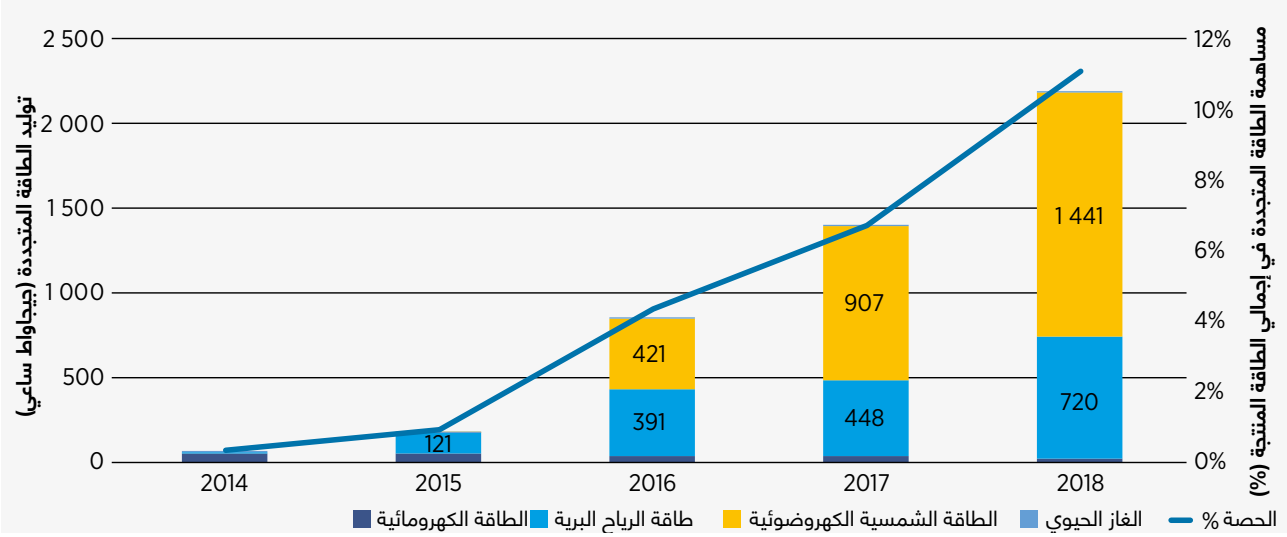
وزادت قدرة توليد الكهرباء مع نمو قدرة الطاقة المتجددة في هذا القطاع، حيث بلغ إجمالي الطاقة الكهربائية المولدة من الطاقة المتجددة 187 2 جيجاواط ساعي في عام 2018، أي ما يعادل نحو 11% من إجمالي الكهرباء المولدة. وكانت الطاقة الشمسية الكهروضوئية تمثل أكثر من نصف (65%) الطاقة الكهربائية المولدة من الطاقة المتجددة، تلتها طاقة الرياح البرية (32%)، والطاقة الكهرومائية (3%)، والغاز الحيوي (0.3%). (الشكل 11).

الشكل 12. قدرة الطاقة المتجددة حسب مصدرها (2014 - 2019)



* تقرير صادر في يناير 2020.
ملاحظة: حافظت قدرة توليد الطاقة الكهرومائية والغاز الحيوي على معدلها بواقع 12 ميجاواط و3.5 ميجاواط تباعاً خلال فترة إعداد التقرير.
المصدر: شركة الكهرباء الوطنية المساهمة (2019 أ)، ووزارة الطاقة والثروة المعدنية (2019 ب)

الشكل 13. توليد الطاقة المتجددة حسب مصدرها (2014 - 2018)



استناداً إلى: بيانات صادرة عن شركة الكهرباء الوطنية المساهمة ووزارة الطاقة والثروة المعدنية
ملاحظة: في عام 2018، بلغت قدرة توليد الطاقة الكهرومائية 23 جيجاواط، وقدرة الغاز الحيوي 3 جيجاواط.

الجدول 3. حالة مشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح (في يناير 2020)

مصدر الطاقة	قيد البناء	قيد التشغيل
طاقة الرياح على نطاق المرافق	247 ميجاواط	373 ميجاواط
الطاقة الشمسية على نطاق المرافق(عرض مباشر)	250 ميجاواط	612 ميجاواط
مشاريع النقل بالعبور للطاقة الشمسية	-	222 ميجاواط
مشاريع صافي القياس للطاقة الشمسية الكهروضوئية الموزّعة	-	351 ميجاواط

تتألف المشاريع قيد التنفيذ للطاقة المتجددة على نطاق المرافق الخدمية بشكل رئيسي من الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح. ويجري حالياً تركيب نحو 250 ميجاواط من الطاقة الشمسية الكهروضوئية و247 ميجاواط من مشاريع طاقة الرياح (لا يشمل ذلك مشاريع صافي القياس والنقل بالعبور)[9]. وبالإضافة إلى المشاريع المستقلة للطاقة المتجددة على نطاق المرافق الخدمية، يعمل منتجو الطاقة المستقلون من أنواع وقود متعددة على دمج مشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية في مزيج الوقود لخفض استهلاك الوقود التقليدي خلال ساعات ذروة الحمل. وفي عام 2014، تم تشغيل مشروع إنتاج الطاقة المستقل "إيه إي إس الأردن" الذي تبلغ قدرته 250 ميجاواط، وكان مصمماً في الأساس لاستخدام ثلاثة أنواع من الوقود وهي زيت الوقود الثقيل، وزيت الوقود الخفيف، والغاز الطبيعي. ومع ذلك، من المتوقع أن يتم توصيل 46 ميجاواط من الطاقة الشمسية الكهروضوئية بالمحطة الحالية لتقليل استخدام المحرك وأنواع الوقود التي يعمل بها خلال ذروة توليد الطاقة الشمسية ولخفض الانبعاثات (فرتسيلا، بدون تاريخ).

وقد وفر دعم السياسات الموجه من خلال مشاريع صافي القياس والنقل بالعبور (تمت مناقشتها بشكل مستفيض في الفصل الرابع) زخماً إضافياً للاستثمارات في حلول الطاقة المتجددة لمشاريع الاستهلاك الذاتي. وقد وافقت شركات التوزيع حتى الآن على أكثر من 300 15 طلب (صحيفة جوردان تايمز، 2020ب). وبموجب مبادرة "فلس الريف"، يجري أيضاً تركيب أكثر من 000 2 نظام شمسي كهروضوئي بقدرة 2 كيلوواط في المنازل الحاصلة على الدعم الوطني، والتي يبلغ استهلاكها للكهرباء أقل من 200 وحدة.

ويبين الشكل 13 أن نسبة توليد الكهرباء منر الطاقة المتجددة سجلت نمواً سريعاً على مدى السنوات الأربع الماضية، فبلغت نحو 11% من إجمالي مزيج الإمداد بعد أن كانت شبه معدومة في البداية. ومع ما يقارب 500 ميجاواط من المشاريع قيد الإنشاء للطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح على نطاق المرافق، والتي من المقرر تشغيلها بحلول عام 2021، فضلاً عن مشاريع صافي القياس والنقل بالعبور، فمن المقدر أن تواصل حصة الطاقة الكهربائية المولدة من المصادر المتجددة ارتفاعها.

وقد تمكنت الأردن حتى الآن من دمج حصة الكهرباء المتنامية المولّدة من الطاقة المتجددة عبر عدة إجراءات، بما فيها تطوير بنية تحتية مخصصة لشبكة النقل لترحيل الطاقة من المناطق الغنية بالموارد إلى مراكز التحميل، إلى جانب تعزيز شبكات الكهرباء الحالية (بيليني، 2018). ويُعتبر "مشروع الممر الأخضر"، الذي يجري تطويره حالياً، مثالاً على ذلك (الإطار التوضيحي 1). كما كانت المملكة رائدة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا في مجال تطوير مشاريع تخزين الطاقة على نطاق الشبكة. وفي فبراير 2019، بدأت العمليات التجارية لمشروع الطاقة الشمسية الكهروضوئية الموسع بقدرة 23 ميجاواط/12.6 ميجاواط ساعي، بالإضافة إلى مشروع التخزين في منطقة المفرق. ويُعتبر هذا أول مشروع مشترك للطاقة الشمسية والتخزين على نطاق المرافق الخدمية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، وهو يوضح أهمية التخزين في دعم دمج الطاقة من خلال تخفيف التباين وإتاحة تبديل الأحمال. كما أعلنت وزارة الطاقة والثروة المعدنية عن مشروع تبلغ قدرته 30 ميجاواط/60 ميجاواط ساعي في معان، وقد تم تلقي عروض من أجل تنفيذه (جمعية الشرق الأوسط لصناعات الطاقة الشمسية، 2019). تم الإعلان عن مقدمي العروض المؤهلين في يناير 2020؛ ولكن تم تأكيد إلغائها في أبريل 2020 (كولثورب، 2020).

وكان رفع حصة الطاقة المتجددة بما يزيد عن المخطط الحالي من المشاريع سبباً في إثارة المخاوف بشأن دمج الشبكة. وتم إصدار قرار من مجلس الوزراء بتاريخ 9 يناير 2019 يقضي بتعليق منح الموافقات على مشاريع الطاقة المتجددة التي تتجاوز 1 ميجاواط إلى أن تدرس وزارة الطاقة والثروة المعدنية قدرة الشبكة على استيعاب كمية كهرباء إضافية، كما نص القرار على تضمين إجراءات دمج مناسبة في استراتيجية الوزارة طويلة المدى (إدامة، 2019أ). وسيتطلب رفع حصة الطاقة المتجددة في مزيج توليد الكهرباء العمل لحفز الطلب، فضلاً عن إجراءات دمج الشبكة مثل التخزين، وإمداد الاستخدامات النهائية بالكهرباء، والإدارة الفاعلة للطلب. وستتم مناقشة هذه المسائل بمزيد من التفصيل في الفصل الرابع.

الإطار التوضيحي 1. تطوير شبكة النقل لتسهيل دمج الطاقة المتجددة

لتسهيل دمج الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح على نطاق المرافق الخدمية، يجري اتخاذ إجراءات لدعم تطوير البنى التحتية الملائمة للنقل. وهناك "مشروع الممر الأخضر" الذي يجري تنفيذه حالياً، ويتضمن بناء محطة فرعية جديدة في معان (132/400) كيلوفولت، وتوسيع محطتي القطرانة والمحطات الفرعية للمطار (33/132) كيلوفولت، بالإضافة إلى بناء خطوط النقل اللازمة لتوصيل هاتين المحطتين الفرعيتين.

المصدر: شركة الكهرباء الوطنية المساهمة (2018)

ويجري أيضاً نشر حلول للطاقة المتجددة المنفصلة عن الشبكة لتوفير خدمات الكهرباء في القرى، والمناطق الحدودية، ومحطات الاتصالات السلكية واللاسلكية، والمخيمات الصحراوية والمجتمعات الريفية في الأردن. ورغم قرب اكتمال المعدل الوطني لإمداد الكهرباء، فثمة عدد من المنازل الموجودة في المناطق النائية غير متصلة بالشبكة أو هناك سوء في إيصال الشبكة لها. وبالنسبة لهذه المناطق، تعدّ الحلول المنفصلة عن الشبكة مناسبة واقتصادية لإيصال خدمات الكهرباء الرئيسية.

ويتزايد اعتماد حلول الطاقة المتجددة الموزعة في قطاعات عديدة مثل الزراعة والمياه. وفي إطار برنامج الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة الثاني الممول من الاتحاد الأوروبي، تم تركيب 214 مضخة شمسية في وادي الأردن و106 مضخات في المرتفعات. وطور المشروع المركز الوطني لبحوث الطاقة ووزارة البيئة. وقد تكون تكاليف المشاريع الضخمة لنقل المياه مرتفعة للغاية، مثل مشروع البحر الأحمر والبحر الميت. واتخذت وزارة المياه والري خطوات للاستفادة من الطاقة المتجددة المنخفضة التكلفة، الأمر الذي أدى إلى خفض تكاليف الكهرباء.

3.3 الطاقات المتجددة في التدفئة/التبريد والنقل

لقد كان استخدام الطاقة المتجددة في التدفئة/التبريد محدوداً بالمقارنة مع استخدامها في قطاع الكهرباء. وتعتمد سوق الطاقة المتجددة المستخدمة للتدفئة في الأردن-بشكل شبه كامل-على سخانات المياه الشمسية التي يعود عمرها لسبعينيات القرن الماضي. ويُعتبر قطاع السخانات الشمسية متطوراً بما فيه الكفاية ليخدم الاستخدامات المنزلية والصناعية والتجارية؛ ويتركز معظمها في الاستخدام المنزلي، حيث تلبي الطاقة الشمسية متطلبات المنازل من المياه الساخنة. وتشمل التطبيقات الأخرى المسابح، والمستشفيات، والفنادق، والجامعات، والمدارس، والمرافق الرياضية، فضلاً عن وحدات التدفئة. وفي قطاع الصناعة، تقدم حلول التدفئة الشمسية أنظمة حرارية للعمليات الصناعية وأنظمة التدفئة المسبقة. (مثل الموجودة في إنتاج الألبان) مركز الطاقة المتجددة وإدخارها (CRES، 2008).

وفي عام 2016، بلغ إجمالي عدد أنظمة سخانات المياه الشمسية 3 500 نظاماً، حيث بلغت القدرة المركبة لخزانات المياه حوالي 880 ميجاواط حراري (برنامج التبريد والتدفئة بالطاقة الشمسية التابع للوكالة الدولية للطاقة، 2019). وتضاعف هذا الرقم إلى ثلاثة مرات تقريباً، حيث وصل إلى 16 000 سخان ماء شمسي مركّب بحلول نهاية عام 2018، و ما لا يقل عن 000 24 نظاماً قيد العمل حالياً (صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة في الأردن، 2020). وقد شهدت سوق سخانات المياه الشمسية نمواً طبيعياً لعدة عقود، كما تم تحفيزها بإطلاق برامج تمويل مخصصة. وفي عام 2019، تم استكمال برنامج تمويل صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة من أجل تركيب أكثر من 000 22 سخان مياه شمسي، مع بدء المرحلة التالية بالشراكة مع البنوك التجارية (تمت مناقشة ذلك بالتفصيل في الفصل الرابع) (صحيفة جوردان تايمز، 2019 ب).

ورغم التقدم في نشر سخانات المياه الشمسية، ما تزال نسبتها أقل في الأردن مقارنةً بدول مثل لبنان وفلسطين على أساس كل ألف شخص يتمتعون بإمكانيات مماثلة من الموارد (فايس وسبورك-دور، 2020). وقد حدد برنامج الطاقة الشمسية الحرارية في استراتيجية الطاقة للفترة بين 2007 - 2020 هدفاً بزيادة استخدامها في المنازل من 15% إلى 25% بحلول عام 2015، ولكن لم يتم تحقيق الهدف (أبو دية، 2015). ويعزى هذا بشكل رئيسي إلى عدم إنفاذ القوانين التي دخلت حيز التنفيذ في عام 2013، والتي جعلت تركيب سخانات المياه الشمسية أمراً إلزامياً للمنازل والشقق والمكاتب الموجودة في مناطق محددة.

وإلى جانب سخانات المياه الشمسية، تم تجريب تطبيقات التدفئة بالطاقة الشمسية المركزة لتوفير أنظمة حرارية للعمليات في القطاعات الصناعية. وفي عام 2015، تم تركيب مُجمّع فرينل تجريبي للتدفئة بالطاقة الشمسية المركزة في سحاب، وقدرته الحرارية 223 كيلوواط ساعي، وعمل على توفير بخار للعمليات بدرجة 160 مناسب لعمليات التجفيف والتعقيم في قطاع صناعة المستحضرات الدوائية (منصة "سولار كونسينترا"، 2017). وقامت شركة "التبغ اليابانية الدولية" (الأردن)، وهي أكبر شركة لتصنيع السجائر في الأردن، بتركيب وحدة لتوليد البخار بالطاقة الشمسية تغطي 85% من استهلاكها السنوي من البخار، و30% من احتياجات التبريد والتدفئة. وهي تتيح وفورات تزيد عن 2.8 جيجاواط ساعي من استهلاك طاقة الغاز النفطي المسال و1.6 جيجاواط من الكهرباء سنوياً (التبغ اليابانية الدولية، 2018).

وفي فبراير 2020، تم التصديق على المشروع العربي لشهادات الأنظمة الشمسية الحرارية (شمسي). ويعدّ مشروع "شمسي" أول مخطط عربي يقدم إطاراً للالتزام بمعايير الجودة واللوائح التنظيمية لصانعي السياسات والمصنعين والمستهلكين النهائيين الإقليميين (المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، 2020).

وتم تجريب حلول التدفئة والتبريد القائمة على الحرارة الأرضية؛ كما نشرت الجامعة الأمريكية في مادبا، التي تبعد حوالي 50 كيلومتراً جنوب عمّان، نظامين للطاقة الحرارية الأرضية لتلبية حمل التبريد البالغ 1 680 كيلوواط، وحمل التدفئة البالغ 1 350 كيلوواط لاثنين من مبانيها. وتشير التقديرات إلى انخفاض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنحو 223 طناً سنوياً، وهو ما يمثل انخفاضاً بنسبة 47% مقارنة بوحدات التبريد التقليدية/ سخانات الغاز النفطي المسال (لايلن، 2012).

ويستحوذ قطاع النقل على حوالي نصف الطاقة المستهلكة في الأردن، كما أن الاستخدام المباشر لمصادر الطاقة المتجددة في قطاع النقل محدود للغاية. وقد افتتحت الأردن أول محطة شحن تعمل بالطاقة الشمسية للسيارات الكهربائية منذ عام 2012 في مدينة الحسن للعلوم. كما تم توفير حوافز لاعتماد مركبات هجينة وكهربائية على الرغم من أن هذه المركبات لا تقترن بطاقة متجددة للشحن. وكانت قد شهدت الأردن ارتفاعاً مفاجئاً في اعتماد السيارات الكهربائية، من حوالي 000 9 سيارة في عام 2016 إلى 000 18 سيارة في عام 2018، مع معدل نمو سنوي مضاعف يصل إلى 34% بحلول عام 2025 (فريدريك-إيبرت-ستيفتونغ، 2019).

وقد أقامت أمانة عمّان الكبرى 120 محطة شحن (5 محطات تستخدم الطاقة الشمسية لتغطية جزء من الاستهلاك)، وهي تعمل حالياً على تركيب محطات شحن سريعة. كما تعاونت الأمانة مع مشغلي سيارات الأجرة وقدمت عدة حوافز (مثل الإعفاء من الرسوم، واستخدام البنية التحتية لشحن وسائل النقل العامة) لإيصال نسبة المركبات الكهربائية إلى 30% من حجم الأسطول.
وإلى جانب اعتماد النظم الكهربائية، ثمة أيضاً إمكانية لاستخدام الطاقة المتجددة في إمداد قطاع النقل بالغاز الحيوي المولد من النفايات البلدية والوقود الحيوي السائل. ونظراً لسيناريو فائض توليد الطاقة في الأردن؛ فإن حاملات الطاقة، مثل الهيدروجين، قد تكون معنية بالموضوع أيضاً بسبب قدرتها على توليد طلب جديد على الكهرباء، إلى جانب قدرتها على تسهيل تخزين ودمج الطاقة المتجددة في قطاعي الصناعة والنقل.

4.3 الخاتمة

تمتلك الأردن وفرة من موارد الطاقة المحلية المتجددة، لا سيما الطاقة الشمسية وطاقة الرياح. ولا شك أن تطوير هذه الموارد يدعم الركائز الأربع للاستراتيجية الشمولية لقطاع الطاقة 2020 - 2030، والمتمثلة بتأمين إمدادات الطاقة المستدامة مستقبلاً، وتنويع مزيج الطاقة الوطني، وزيادة حصة الموارد المحلية، وتقليل الاعتماد على موارد الطاقة الخارجية، وتعزيز حماية البيئة.

وبدعم من الإجراءات الحكومية الفعالة، شهد قطاع الطاقة المتجددة نمواً سريعاً منذ عام 2012، وخاصة في قطاع الكهرباء. فقد سجلت حصة الطاقة المتجددة في إجمالي القاعدة المركبة للطاقة نمواً كبيراً من أقل من 1% في عام 2012 إلى 20% بحلول نهاية عام 2019. كما ارتفعت حصة الطاقة المتجددة من إجمالي الطاقة الكهربائية المولدة في الأردن بسرعة كبيرة لتفوق نسبتها 13% خلال نفس الفترة (وزارة الطاقة والثروة المعدنية، 2020). وسيحتاج الحفاظ على نمو الطاقة المتجددة في قطاع الكهرباء تركيزاً أكبر على مجموعة من حلول دمج الطاقة قصيرة ومتوسطة وطويلة الأمد، مع نمو حصة الطاقة المتجددة في مزيج الكهرباء. وفي ظل الظروف الراهنة التي يشهدها قطاع الكهرباء، يرتبط نمو الطاقة المتجددة مستقبلاً بنمو الطلب على الكهرباء، والذي كان بطيئاً في السنوات الأخيرة لكن أزمة "كوفيد - 19" لعبت دوراً في مضاعفته. ويحتاج حفز الطلب إلى إرساء السياسات والاستراتيجيات مشتركة القطاعات تصب في هذه الغاية إلى جانب توظيف النظم الكهربائية في قطاعات الاستخدام النهائي.

وتستأثر قطاعات الاستخدام النهائي غير العاملة بالكهرباء بأكثر من 60% من الاستهلاك النهائي للطاقة، وبالتالي فإن تقليل الاعتماد على الوقود المستورد سيتطلب حتماً اعتماداً أكبر على قطاعي التدفئة والنقل العاملين بالطاقة المتجددة. وتوجد في الأسواق تطبيقات متطورة للطاقة المتجددة، مثل أنظمة تسخين المياه بالطاقة الشمسية؛ إلى جانب الكثير من الحلول الحديثة، مثل استخدام الطاقة الشمسية المركزة للتطبيقات الصناعية والمركبات الكهربائية.

ويتناول الفصل التالي القضايا الناشئة التي تعيق توسيع قطاع الطاقة المتجددة في الأردن، والإجراءات المتاحة لمعالجة العقبات الحالية، وتسريع وتيرة التقدم نحو رفع حصة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة الرئيسي.

محطة الرجيف للطاقة الريحية 86 ميجا واط
صورة فوتوغرافية: XXXX

سياسات واستثمارات الطاقة المتجددة: البيئة الحالية والمشاكل الناشئة

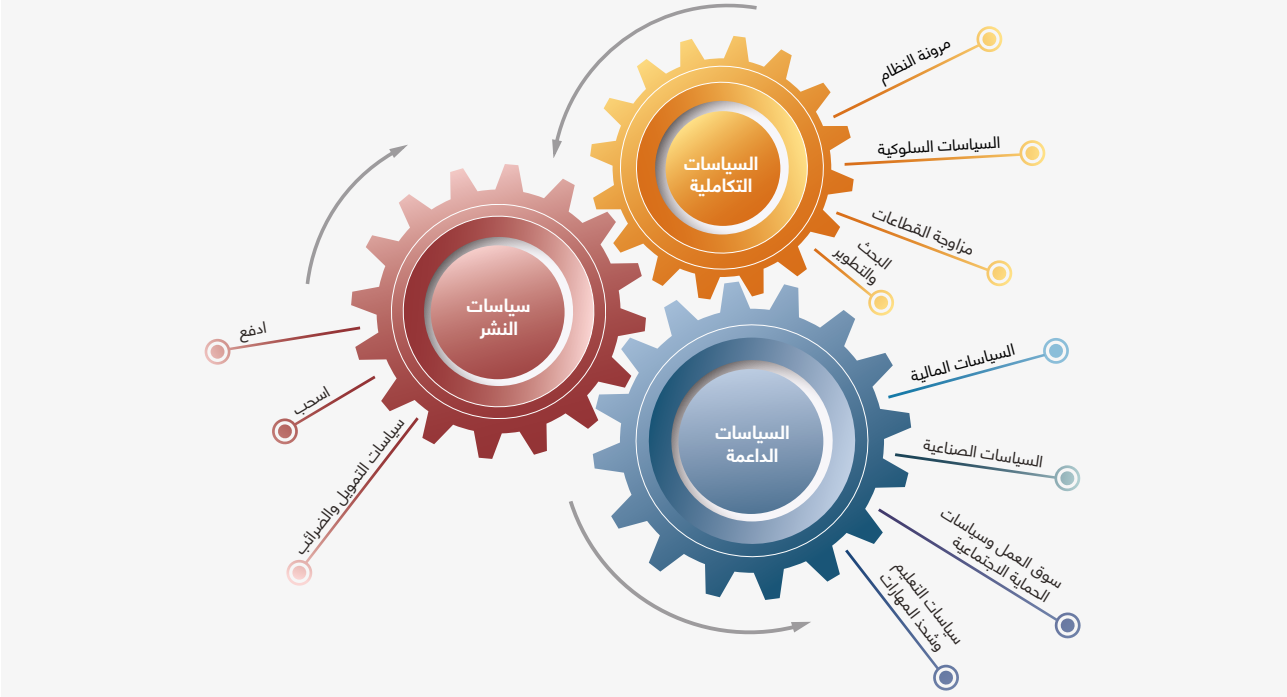
كما ذكرنا في الفصول السابقة، فقد أحرزت الأردن تقدماً ملحوظاً في نشر الطاقة المتجددة خلال فترة زمنية وجيزة، ولا سيما في قطاع الطاقة. وقد لعبت سياسة النشر القوية دوراً مهماً في النهوض بتطوير قدرات الطاقة المتجددة على نطاق الخدمات والطاقة المتجددة الموزعة، بالإضافة إلى تطبيقات محددة عبر قطاعات الاستخدام النهائي (مثل سخانات المياه الشمسية). وسيناقش هذا الفصل سياسات وأطر العمل الاستثمارية التي ستمثل عاملاً محورياً في تعزيز وجود الطاقة المتجددة عبر مزيج الطاقة الأردني، كما سيدرس البيئة الراهنة للطاقة، ويحدد المشاكل والتحديات الناشئة، ويسلط الضوء على القضايا الملحّة التي يتعين معالجتها.

4.1 تهيئة السياسة والبيئة التنظيمية لنمو الطاقة المتجددة مستقبلاً

تؤثر السياسة والبيئة التنظيمية بشكل كبير على جاذبية قطاع الطاقة المتجددة لناحية استقطاب الاستثمارات وتوسيع نطاق انتشار تقنياته. وقد أكدت تجربة البلاد عدم نجاعة سياسات النشر وحدها في اغتنام كامل قدرات الطاقة المتجددة وتوفيرها النسبة العظمى من مزيج الكهرباء والطاقة. بل يستدعي الأمر وجود مزيج سياسات أوسع نطاقاً، كما يوضح الشكل 14، والذي يتضمن سياسات لدمج الطاقة المتجددة في نظام الطاقة، ودعم التطوير طويل الأمد للقطاع، وتحقيق الاستفادة القصوى محلياً.

وينطوي هذا الاستعراض الشامل للسياسة والبيئة التنظيمية على أهمية بالغة بالنسبة الأردن، في ضوء توجه البلاد نحو تحقيق حصة عالية نسبياً من الطاقة المتجددة في مزيج الكهرباء، والتي سيستند نموها مستقبلاً بشكل رئيسي على تنامي الطلب وتطبيق مجموعة واسعة من إجراءات الدمج عبر قطاع الطاقة. وسيناقش هذا الفصل بدايةً التخطيط وتحديد الأهداف، ثم تقييماً مفصّلاً لمزيج السياسات المطلوب في الأردن لتعزيز نشر الطاقة المتجددة خلال العقود القادمة.

الشكل 14. مزيج السياسة اللازم لزيادة حصة الطاقة المتجددة



المصدر: "آيرينا"، والوكالة الدولية للطاقة IEA "شبكة سياسة الطاقة المتجددة للقرن الحادي والعشرين" (2018) (RENA21)

الخطط والأهداف

حددت الاستراتيجية الوطنية لقطاع الطاقة (2007 - 2020)، هدفاً يتمثل في رفع نسبة مساهمة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة الرئيسي إلى 7% بحلول عام 2015، و10% بحلول عام 2020. وكجزء من والاستراتيجية المحدثة (2015 - 2025)، تم تحديث هذا الهدف للوصول إلى نسبة 20% من الطاقة المتجددة في مزيج توليد الكهرباء بحلول عام 2025. ولتكريس تطبيق الاستراتيجية المحدثة 2015 - 2025، تولت الحكومة الأردنية - وبدعم تقني من الاتحاد الأوروبي - تطوير خطة العمل الوطنية للطاقة المتجددة (NREAP) للفترة بين عاميّ 2018 و2023، إلا أنه لم يتم تبني هذه الخطة ضمن التحديث الأخير للاستراتيجية الوطنية للطاقة 2020 – 2030.

وتم تطوير ونشر الاستراتيجية الوطنية للطاقة 2020 - 2030 في شهر يونيو 2020، وهي توضح التطور طويل الأمد لقطاع الطاقة، وتتضمن هدفاً محدثاً بأن تساهم الطاقة المتجددة بنسبة 31% من إجمالي قدرة توليد الطاقة المركبة بحلول عام 2030. ويشمل ذلك تبني رؤية محددة لتعزيز مرونة نظام الكهرباء (عبر التخزين مثلاً)، وحفز الطلب واغتنام منافع التآزر وترشيد الطاقة (وزارة الطاقة والثروة المعدنية، 2019 أ).

وستمهد الاستراتيجية المحدثة الطريق لتطبيق خطة العمل الوطنية للطاقة المتجددة (NREAP)، والتي بدورها ستقدم تصورات أفضل حول رؤية قطاع الطاقة المتجددة في عام 2030، مع آليات تحقيق الأهداف المنشودة. ومن خلال القوانين اللاحقة، يمكن الاستفاضة في تفصيل أهداف قطاع المستخدمين النهائيين (مثلاً أهداف مخصصة للصناعة، والمنازل، والمباني العامة) من أجل وضع السياسات ومتابعتها وإنفاذها بصورة فعالة. كما يتعين تعزيز قاعدة البيانات والمعلومات التي يستند عليها التخطيط وتحديد الأهداف، ولا سيما بالنسبة للصناعة. ويتيح القانون لإدارة الإحصاءات العامة جمع البيانات، وهنا نحتاج إلى بذل الجهود عبر جميع القطاعات لتوحيد وجمع بيانات الاستخدام النهائي للطاقة. ففي حالة قطاع الصناعة مثلاً، ستكون غرفة الصناعة ووزارة الطاقة والثروة المعدنية، هم أصحاب المصلحة الرئيسيين المكلفين ببذل الجهود على نطاق الدولة.

ويعتمد نجاح تصميم وتطبيق مزيج السياسة المبين في الشكل 14، على نهج شامل لجميع القطاعات ومختلف المؤسسات. فمثلاً، يتطلب دمج مختلف مصادر الطاقة المتجددة بشكل فعال في قطاع الطاقة، وجود سياسات شاملة لعدة قطاعات لتفعيل تبني النظم الكهربائية في الاستخدامات النهائية مثل النقل - كما سيتم شرحه في الفصل الرابع، القسم الأول، "وضع السياسات والقوانين لتعزيز المنافع". وينبغي أن تشمل الاستراتيجية الوطنية للطاقة الروابط المشتركة بين القطاعات (مثل تبني النظم الكهربائية عبر قطاعات النقل، والمياه، والزراعة)، وتراعي التقنيات الناشئة (مثل التخزين، والسيارات الكهربائية، والتطبيقات اللامركزية الأخرى)، إلى جانب تقديم خارطة الطريق المثلى لزيادة نسبة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة الرئيسي.

الإطار التوضيحي 2. قوانين وإرشادات تطبيق قانون الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة رقم 13 لسنة 2012

تم إصدار قوانين وإرشادات وتوجيهات عديدة لتحسين تطبيق قانون الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة رقم 13 لسنة 2012، حيث تناولت مختلف نواحي تطوير قطاع الطاقة المتجددة، بما في ذلك شروط وإجراءات تطوير وربط ودفع تعويضات إنشاء المشاريع عبر مختلف المجالات والتطبيقات. وفيما يلي بعض القوانين والتعليمات الهامة :[10]

1. يحدد القانون رقم 50 لسنة 2015 وتعديله في عام 2016 شروط وإجراءات تقديم العروض المالية المباشرة والربط الشبكي.
2. إرشادات بشأن تكاليف ربط مصادر الطاقة المتجددة بنظام التوزيع في حالات العطاءات التنافسية والعروض المباشرة المتعلقة بالمادة 9/ب من قانون الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة.
3. إرشادات تنظيم بيع الطاقة الكهربائية المولدة من أنظمة الطاقة المتجددة والمتعلقة بالمادة 10 / ب من قانون الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة (نظام صافي القياس).
4. إرشادات تنظيم النقل بالعبور للطاقة المولدة من المصادر المتجددة، لأغراض الاستهلاك وليس بيعها للآخرين (النقل بالعبور)، ولرسوم النقل (تكاليف النقل بالعبور).
5. الإرشادات الصادرة استناداً على المادة الثانية من قانون الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة 13/2012 بشأن سجل قائمة الأسعار المرجعية لاحتساب أسعار شراء الطاقة الكهربائية من الطاقة المتجددة.
6. ينص القانون رقم 49/2015 على إنشاء صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة في الأردن، والذي يهدف إلى توفير التمويل لإعداد المشاريع والبرامج لاغتنام مصادر الطاقة المتجددة وتطبيق تقنياتها وتطويرها.
7. ينص القانون رقم 10 لعام 2013، مع تعديلاته في الأعوام 2015 و2017 و2018، على الإعفاءات الضريبية لأنظمة ومعدات الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة، وتندرج ضمن هذا القانون قائمة بالمعدات المستوردة والمصنعة محلياً.
8. قواعد التوصيل للتوليد من مصادر الطاقة المتجددة المتقطعة على الجهد المتوسط لشبكة التوزيع: وضعت وزارة الطاقة والثروة المعدنية القوانين اللازمة مع صياغة عقود مشاريع ربط الطاقة المتجددة مع شبكة النقل.
9. المبادئ التوجيهية لربط مصادر الطاقة المتجددة مع شبكات التوزيع والنقل وأجهزة القياس الكهربائية لنظام صافي القياس، والتي تنطبق على شبكتي التوزيع والنقل معاً.

10. بالإضافة إلى ما ورد أعلاه، أصدرت وزارة البيئة عدة قوانين وإرشادات مهمة، بما في ذلك التقييم الإلزامي للتأثير البيئي من قبل وزارة البيئة؛ والترخيص الإلزامي للشركات العاملة في مجال الطاقة المتجددة من قبل "هيئة تنظيم قطاع الطاقة والمعادن"، والترخيص الإلزامي لشركات الطاقة الشمسية العاملة في البناء من قبل "نقابة مقاولي الإنشاءات الأردنيين"، وإصدار الشهادات الاختياري لمهندسي التصميم والإشراف العاملين في الطاقة الشمسية الكهروضوئية من قبل نقابة المهندسين الأردنيين، وفحص تقسيم المناطق الإلزامي من قبل أمانة عمان الكبرى والبلديات.

سياسات وقوانين النشر

تتألف البيئة السياسية والتنظيمية للطاقة المتجددة في الأردن بشكل رئيسي من قوانين يتم تطبيقها من خلال سلسلة من الإرشادات والتوجيهات والقوانين الداعمة. ويحدد قانون الكهرباء رقم 64 لسنة 2002 القواعد العامة لعمليات التوليد والنقل والتوزيع، مع غياب القانون المخصص لتنظيم التدفئة واستخدامها وبيعها بالتجزئة. ويشكل قانون الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة رقم 13 لسنة 2012 وتعديلاته أساس السياسة الأردنية بشأن مصادر الطاقة المتجددة وكفاءة استخدام الطاقة (الإطار التوجيهي رقم 2).

وتعتبر السياسة والإطار التنظيمي لنشر مصادر الطاقة المتجددة عبر قطاع الطاقة أحد أكثر الأطر تقدماً ودقة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. ويجري تطوير مشاريع الطاقة المتجددة بشكل رئيسي عبر ثلاثة طرق: العروض المالية المباشرة (بناء وامتلاك وتشغيل المشاريع المطروحة من خلال العطاءات التنافسية)، والمشاريع الحكومية (المقدمة كعقود لخدمات الهندسة والمشتريات والإنشاءات للقطاع الخاص)، والاستهلاك الذاتي (مشاريع النقل بالعبور وصافي والقياس). كما يجري تنفيذ مشاريع منفصلة عن الشبكة، بما في ذلك مشاريع ضخ المياه بالطاقة الشمسية. وسيتم التوسع في مناقشة جميع هذه القضايا ضمن هذا القسم، متبوعةً بالبيئة التنظيمية والسياسة الأردنية لنشر مصادر الطاقة المتجددة في قطاعات التدفئة / التبريد والنقل والاستخدام النهائي.

قطاع الطاقة: العروض المالية المباشرة

تتيح طريقة العروض المالية المباشرة للمستثمرين استكشاف وتطوير مشاريع الطاقة المتجددة المتصلة بالشبكة، ثم تقديمها إلى وزارة الطاقة والثروة المعدنية. ويقدم القطاع الخاص العروض المالية المباشرة عبر جولات تحددها وزارة الطاقة والثروة المعدنية مع مراعاة القدرة المراد التعاقد عليها. وقد تم تشكيل لجنة العروض المالية المباشرة بموجب أحكام قانون العروض المالية المباشرة رقم 50 لسنة 2015 بغية تحديد الفرصة المناسبة لإجراء جولة جديدة. وتتألف كل جولة من مناقصة على مرحلتين: مرحلة التأهيل المسبق للتأكد من خبرة المطور وقدراته؛ ومرحلة المناقصة حيث يقوم المطورون النهائيون بإعداد المقترحات وتقديم عروض التعرفة. وبالنسبة للجولة الأولى، يجب أن تكون التعريفات المقدمة أقل من سقف السعر المرجعي، والذي يتم احتسابه بناءً على منهجية صادرة عن "هيئة تنظيم قطاع الطاقة والمعادن".

وشهد عام 2012 تقديم أول طلب إبداء اهتمام لتعرفة تغذية، وتم الموافقة على 12 مشروعاً للطاقة الشمسية الكهروضوئية بقدرة إنتاجية إجمالية تقارب 200 ميجاواط (مجلة إنفراستراكتشر جورنال، 2013). علاوةً على ذلك، تم في عام 2013 توقيع أول اتفاقية لشراء الطاقة المنتجة من الرياح بطريقة العرض المالي المباشر، حيث تم التعاقد على شراء 117 ميجاواط من محطة الطفيلة لطاقة الرياح. كما تم التوقيع على اتفاقيات لشراء الطاقة لمدة عشرين عاماً وفق تعرفة 0.12 دولار أمريكي لكل كيلوواط ساعي من طاقة الرياح، و0.169 دولار أمريكي لكل كيلوواط ساعي من الطاقة الشمسية الكهروضوئية (باستثناء مشروع معان الذي تبلغ قدرته 52.5 ميجاواط، والذي تم منحه بقيمة 0.148 دولار أمريكي لكل كيلوواط ساعي). وقد ركزت وزارة الطاقة والثروة المعدنية خلال الجولة الأولى، على المنطقة الجنوبية من معان والتي كانت تتمتع بموارد جذابة، فضلاً عن النظام التنظيمي والإداري المعمول به في منطقة معان التنموية.

وتم إطلاق الجولة الثانية في شهر أغسطس 2013، وتحولت من تعرفة التغذية إلى العطاءات التنافسية. وقد منحت الجولة أربعة مشاريع قدرة كل منها 50 ميجاواط وبأسعار منخفضة قياسية تتراوح بين 0.0613 و0.0767 دولار أمريكي لكل كيلوواط ساعي (تحديث الطاقة الجديدة 2015). وقد ركزت المشاريع على الجزأين الشمالي والشرقي من المملكة لتخفيف الضغط على الشبكة. وطلبت وزارة الطاقة والثروة المعدنية من الأطراف المعنية تحديد موقع المشروع والتحقق من شركة النقل أو التوزيع المعنية فيما إذا كان الموقع يعد مناسباً للربط مع الشبكة (مجلة إنفراستراكتشر جورنال، 2013). وفي أواخر عام 2016، تم إطلاق الجولة الثالثة من المناقصة، بهدف توفير 200 ميجاواط من الطاقة الشمسية الكهروضوئية في منطقة معان و100 ميجاواط من مشاريع الرياح في جنوب البلاد. وفي شهر سبتمبر 2018، أفضت الجولة الثالثة إلى ترسية عطاءات بتكلفة إنتاج قياسية بلغت 248,9 دولاراً أمريكي لكل كيلوواط ساعي منظمة حلول الطاقة المتجددة من أجل المتوسط (RES4MED، 2019).

وكانت جولات التمويل المباشر بمثابة دافع قوي لنمو مصادر الطاقة المتجددة في قطاع الطاقة. وقد خضع القانون لتحديثات منتظمة (مثل قانون العروض المالية المباشرة رقم 50 لسنة 2015 والقانون رقم 66 لسنة 2016) استناداً إلى الدروس المستقاة منذ عام 2012. كما اتخذت الحكومة خطوات إضافية لمعالجة أبرز المخاطر الاستثمارية بهدف استقطاب القطاع الخاص للمشاركة في المناقصات، تجلت فيما يلي: أولاً، الضمانات الحكومية الداعمة لاتفاقيات شراء الطاقة لمعالجة مخاطر التعهد؛ ثانياً، تم إدراج صيغة مستندات تعاقدية في حزمة المناقصة، بما في ذلك اتفاقيات شراء الطاقة، وتأجير الأراضي، والربط الشبكي، والضمان الحكومي.

ثالثاً، تم تقديم مجموعة كبيرة من المخططات الضريبية التفضيلية، وشملت على سبيل المثال، الإعفاء بنسبة 75% من ضريبة الدخل المفروضة على الشركة صاحبة المشروع لمدة عشر سنوات (ابتداءً من تقييم الموارد ووصولاً إلى البناء)؛ والإعفاء من جميع الرسوم الجمركية، وغيرها من رسوم الترانزيت، ومختلف الرسوم، والضرائب، ورسوم العائدات، والجبايات؛ والإعفاء من رسوم الطوابع؛ ومن الضريبة العامة على المبيعات؛ والضريبة من المنبع على الدخل المتأتّي من البضائع والمواد والخدمات المحلية أو المستوردة؛ وإعفاء المستثمرين والممولين غير الأردنيين من ضريبة الدخل والمبيعات العامة التي قد تترتب على فوائد الديون والرسوم وجميع الأقساط الناتجة عن أنشطة التمويل.

ويمنح قانون العروض المالية المباشرة الأولوية لاستخدام الأراضي الخاصة في مجال الطاقة المتجددة، ويضطر المطورون غالباً إلى إجراء مفاوضات مباشرة مع المجتمعات المحلية بدلاً من التفاوض من خلال المؤسسات الرسمية، مما يعرض المشاريع للتأخير والتعطل. كما يتعين على المطورين دفع رسم تغيير "طبيعة الاستخدام" للأرض والذي يتراوح بين 5 و8 دنانير أردنية لكل متر مربع. وتتولى "دائرة الأراضي والمساحة" إدارة الأراضي العامة، وعند طلب إحدى هذه الأراضي بموجب خطة العروض المالية المباشرة، ينبغي على المطورين التعامل مع وزارة الطاقة والثروة المعدنية لتنسّق بدورها مع دائرة الأراضي والمساحة. ويتم تحديد سعر التأجير بدقة عبر لجنة خاصة في "دائرة الأراضي والمساحة" كما يشترط أن يحظى بموافقة وزير المالية.

ويقدم المخطط الحالي للمشاريع على نطاق المرافق الخدمية نظرة استشرافية على عام 2021، والذي يتعين بعده إصدار الجولات اللاحقة من تقديم العروض المالية المباشرة للاستفادة من الكهرباء المولدة من المصادر المتجددة، والتي تمتاز بانخفاض سعرها الكبير مقارنةً بمتوسط السعر الحالي لشراء الكهرباء من شركة الكهرباء الوطنية الأردنية. وفي الواقع تساهم عوامل عدة في إبطاء إطلاق الجولات اللاحقة، بما في ذلك حالة عدم اليقين المرتبطة بالنمو الإجمالي للطلب على الكهرباء، والقدرة المتاحة للبنية التحتية للشبكة، وعقود "استلم أو ادفع" الحالية مع منتجي الطاقة المستقلين. ولدى غياب تدابير تعزيز الطلب - مثل حفز استخدام الكهرباء، والحد من مستوى فقر الطاقة، وتبني النظم الكهربائية في الاستخدامات النهائية - فمن غير المرجح أن يتم إصدار جولات التمويل المباشر في المستقبل.

ومع ذلك، فقد تم اتخاذ خطوات مهمة لدعم القطاعات الأكثر عرضةً لتحمل تكاليف الطاقة المرتفعة في الاستفادة من إمدادات الطاقة المتجددة منخفضة التكلفة. ويمكن للصناعيين، على سبيل المثال، أن يستفيدوا بالفعل من مشاريع الطاقة المتجددة المخصصة. ويعتبر مشروع الطاقة الشمسية البالغة قدرته الإنتاجية 100 ميجاواط شرق عمّان مثالاً حياً على ذلك، حيث تم تأجير الأراضي هناك لغرض توليد طاقة شمسية منخفضة التكلفة تساهم بتحسين القدرة التنافسية للقطاعات الصناعية (جوردان تايمز 2020). بيد أنه من الضروري كذلك ضمان الوصول العادل إلى الطاقة المتجددة منخفضة التكلفة للشركات الصغيرة والمتوسطة بما فيها ذلك الأكثر عرضة للخطر نتيجة ارتفاع تكاليف الطاقة.

وينبغي للمناطق الصناعية الحالية والمستقبلية السعي لتوفير إمدادات الطاقة المتجددة المخصصة بالتوازي مع حلول ترشيد وتخزين الطاقة. ومن شأن التطوير السريع لمشاريع الطاقة المتجددة والتخزين، فضلاً عن تطوير مشاريع جديدة في مواقع استراتيجية، أن يسهّل نشر تقنيات الطاقة المتجددة ودمجها بالحد الأدنى من الضغط على الشبكات.

قطاع الطاقة: المشاريع المملوكة للحكومة

تشمل مشاريع الطاقة المتجددة التي يتم تطويرها ضمن هذا الإطار المشاريع المملوكة حكومياً والممولة عن طريق منح وقروض من الحكومات والوكالات التنموية. وبالنسبة لهذه المشاريع، تطلق وزارة الطاقة والثروة والمعدنية عطاءً لاختيار مقاول لأعمال الهندسة والتوريد والإنشاء، حيث يكون هذا المقاول مسؤولاً عن جميع الأنشطة من التصميم إلى الهندسة والتوريد والإنشاء والتكليف ونقل محطة الطاقة المتجددة إلى الوزارة. وبطبيعة الحال، يتعين على مطوري مشاريع الطاقة المتجددة المرخص لهم من هيئة تنظيم قطاع الطاقة والمعادن التقديم للمشاركة في العطاءات الحكومية بالشراكة مع مقاول معتمد من وزارة الطاقة والثروة المعدنية.

وبلغ إجمالي القدرة الإنتاجية المركبة (أو قيد الإنشاء) لمحطات الطاقة التجارية المملوكة حكومياً 149 ميجاواط من الطاقة الشمسية الكهروضوئية، و169 ميجاواط من طاقة الرياح. وإلى جانب محطات الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح، سواء كانت مملوكة للحكومة أو لمؤسسات مشتركة بين القطاعين العام والخاص، تم في السابق أيضاً تطوير مشاريع للغاز الحيوي والطاقة الكهرومائية. وتمتلك شركة الغاز الحيوي الأردنية مصنعاً للغاز الحيوي في مكب نفايات الرصيفة، كما تخطط أمانة عمان الكبرى لتطوير مشروع آخر للغاز الحيوي باستخدام غاز الميثان في مكب نفايات الغباوي.

قطاع الطاقة: مشاريع النقل بالعبور وصافي القياس

يستند تطوير مشاريع الطاقة المتجددة للاستهلاك الذاتي إلى برامج النقل بالعبور وصافي القياس تبعاً لموقع محطة التوليد من موقع الاستهلاك. وقد ارتفعت القدرة الإنتاجية للمشاريع المنضوية تحت هذه البرامج من نحو 250 ميجاواط في نهاية عام 2018 إلى 573 ميجاواط في يناير 2020[11]. وبنسبة تزيد على 35%، يعتبر الأردن من أصحاب النسب الأعلى لمشاريع النقل بالعبور وصافي القياس نسبةً إلى إجمالي القدرة الإنتاجية المركبة للطاقة المتجددة.

وتم تصميم **نظام نقل الطاقة الكهربائية بالعبور** لتشجيع كبار المستهلكين على تطوير مشاريع الطاقة المتجددة للاستهلاك الذاتي بهدف خفض تكاليف الطاقة وزيادة القدرة التنافسية. ويتيح هذا النظام للمستخدم تركيب منظومة توليد الطاقة المتجددة في موقع مختلف عن منشأة الاستهلاك وتوصيله بشبكة النقل أو التوزيع. وقد صدرت التعليمات الخاصة بهذا النظام في عام 2013، وتم تعديلها لاحقاً في عام 2015 (هيئة تنظيم قطاع الطاقة والمعادن، 2015). وحتى يناير 2020، وصل إجمالي القدرة الإنتاجية لمشاريع النقل بالعبور إلى أكثر من 222 ميجاواط[12] مع اهتمام كبير من جانب كبار المستهلكين. وعلى سبيل المثال، أعلنت شركة الاتصالات الأردنية "أورانج الأردن" عن مشروع للطاقة الشمسية بقدرة إنتاجية 37 ميجاواط للمساعدة في تلبية جزء من احتياجاتها من الكهرباء. وتتوزع هذه القدرة على ثلاثة مواقع في منطقة الملك حسين بن طلال التنموية، والمفرق، ومحافظة العاصمة (ويلون 2019).

وإلى جانب الهيئات التجارية وقطاع الصناعة، استفادت من نظام النقل بالعبور أيضاً مخيمات اللاجئين، حيث يؤمّن مخيما الأزرق والزعتري حصة كبيرة من احتياجاتهما الإجمالية للكهرباء من مشاريع الطاقة الشمسية (المفوضية السامية للأمم المتحدة لشؤون اللاجئين، 2020)؛ مع العلم أنه تم افتتاح محطة الطاقة الشمسية في مخيم الأزرق في مايو 2017، بينما تم افتتاح محطة مخيم الزعتري في نوفمبر 2017. ويعتمد مخيم الأزرق الآن على مشروع للطاقة الشمسية الكهروضوئية بقدرة إنتاجية 5 ميجاواط لاستجرار 70% من حاجته للكهرباء. أما مخيم الزعتري، فيمد مشروع الطاقة الشمسية جميع منازله بالكهرباء لمدة 12 ساعة يومياً. وتساعد هذه المشاريع المفوضية على توفير ما يقارب 6 ملايين دولار سنوياً من تكاليف الكهرباء، مع تحسين إمدادات الكهرباء لقاطني هذه المخيمات (المفوضية السامية للأمم المتحدة لشؤون اللاجئين، 2019 ب).

11 استناداً إلى عرض تقديمي لوزارة الطاقة والثروة المعدنية (يناير 2020).
12 استناداً إلى عرض تقديمي لوزارة الطاقة والثروة المعدنية (4 يناير 2020).

ويركز نظام صافي القياس على توفير الطاقة المتجددة، ولا سيّما الطاقة الشمسية الكهروضوئية، لجميع المستهلكين المرتبطين بما يغطي 100% من استهلاكهم مع ربط منظومة التوليد غالباً بشبكة التوزيع. ويستند هذا النظام إلى تعليمات بيع الطاقة الكهربائية المولدة من الطاقة المتجددة، والتي تتضمن إرشادات حول الشروط الناظمة للمستخدمين الحاليين والجدد، فضلاً عن تحديد آلية الفوترة والتعويضات للمستخدمين بموجب هذا النظام. ويُعتبر صافي القياس النظام الأنسب للمنازل ذات الاستهلاك العالي والمباني العامة (الإطار التوضيحي 3) التي تدفع تعريفات كهربائية عالية (تصل إلى 0,30 دينار أردني [0,42 دولار أمريكي] لكل كيلوواط ساعي).

وبالنسبة لمستخدمي نظام صافي القياس، تتولى شركة التوزيع إعداد فواتير شهرية وتسوية سنوية بين الكهرباء المستهلكة من الشبكة وتلك التي يتم تصديرها إلى الشبكة. ولربط إجمالي القدرة الإنتاجية المركبة بالشبكة، ينبغي ألاّ يتجاوز حجم التوليد المتوقع متوسط الاستهلاك الشهري (الوكالة الدولية للطاقة، 2020). وبالنسبة للفواتير الشهرية، إذا كانت الكهرباء المستهلكة من الشبكة أعلى من الكهرباء المتجددة المصدّرة، يدفع المستهلك قيمة الكهرباء المستهلكة الإضافية إلى شركة التوزيع وفقاً لهيكلية التعرفة المتبعة. أما إذا كان التصدير أعلى من الاستهلاك، حينها يتم تدوير فائض الطاقة الكهربائية إلى حساب الشهر التالي. وقد يتم إجراء التسوية السنوية إما على أساس مالي (بحد أقصى 10% من قيمة الكهرباء المستوردة من الشبكة) أو على أساس الطاقة حيث يتم تدوير الفائض إلى العام التالي. وتبلغ تعرفة شراء فائض الطاقة المتجددة 0.12 دينار أردني (0.17 دولار أمريكي) لكل كيلوواط ساعي بالنسبة لأنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية. وتجدر الإشارة إلى أن هجرة المستهلكين التجاريين والصناعيين ذوي الاستهلاك العالي من شبكات الكهرباء يهدد بتقويض آلية الدعم المتبادل (فينتر ونورمان، 2019).

وأدى الاهتمام الكبير بأنظمة الاستهلاك الذاتي (النقل بالعبور وصافي القياس) إلى استنفاد القدرة الإنتاجية المتاحة بسرعة، فضلاً عن العديد من التحديات المرتبطة بالتنفيذ. ويتم تقديم الطلبات عموماً إلى شركات التوزيع التي تقوم بمراجعتها وإجراء الدراسات الفنية المطلوبة لبحث تأثير الأنظمة على الشبكة. وتتلقى شركات التوزيع أعداداً كبيرة من الطلبات دون أن تكون قادرةً على زيادة القدرة الإنتاجية لتغطيتها جميعاً. ويجري استكشاف إمكانية تطوير منصة شاملة تتيح لمقدمي الطلبات استكمال جميع العمليات اللازمة، وكذلك استخدام المنصات الإلكترونية حيثما أمكن ("إدامة"، 2019 ب). كما يمكن تصميم عمليات مبسطة للتطبيقات الصغيرة والمشاريع العاملة بنظام (Zero Feed In).

الإطار التوضيحي 3. تسهيل تطوير الطاقة الشمسية الموزعة على المباني الحكومية

ينطوي تنفيذ إجراءات الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة في المباني الحكومية على إمكانات هائلة لخفض تكاليف الكهرباء. وعلى الرغم من إطلاق العديد من المهام والبرامج، ما يزال التنفيذ يشكل تحدياً رئيسياً؛ حيث أن الافتقار إلى الشفافية حول الميزانية المتاحة بخصوص فواتير الكهرباء يحول دون قيام المباني الحكومية بإجراء عمليات تدقيق لاستهلاك الطاقة وتنفيذ إجراءات الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة. وتتبنى وزارة الأشغال العامة والإسكان، المسؤولة عن جميع المباني الحكومية، منهجية محددة لترشيد الطاقة. وقد طبقت هذه المنهجية في أكثر من 500 مبنى تابع لوزارتي التربية والتعليم والصحة.

ويمكن تقديم حوافز لتشجيع مديري المباني الحكومية على تبني إجراءات الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة من خلال خطط تمويل مخصصة. ويمكن لشركات خدمات الطاقة، التي تعنى بتنفيذ عقود أداء الطاقة، تحويل الوفورات المحققة من فواتير الكهرباء السنوية إلى بنود الميزانية الأخرى، فضلاً عن ضمان إمكانية ربط المباني بالشبكة دون سداد المستحقات.

وفي نظامي النقل بالعبور وصافي القياس، ترتبط أغلب المشاريع بشبكة التوزيع. إلا أن عدم اليقين بقدرة الشبكة على استيعاب المزيد من عمليات التوليد أدى إلى تعليق ربط المشاريع الجديدة التي تزيد قدرتها على 1 ميجاواط بشبكة التوزيع إلى حين استكمال الدراسات الفنية اللازمة لتقييم قدرة الشبكة الكهربائية على استيعاب المزيد من المشاريع. وحتى بالنسبة للمشاريع التي تقل قدرتها عن 1 ميجاواط، لم تعد شركات التوزيع في كثير من الأحيان توافق عليها، أو توافق على جزء من القدرة المطلوبة بسبب محدودية الشبكة. وقد أدرك القطاع الخاص أهمية تقديم المعلومات المتعلقة بمواطن توافر القدرة على الشبكة، وذلك حتى يتسنى لشركات التوزيع النظر في توفير موافقات مشروطة للمشاريع. ويتضمن ذلك على سبيل المثال الشروط المتعلقة بدمج حلول التخزين أو تقييد صادرات الكهرباء لتخفيف الضغط على الشبكة.

وستلعب مشاريع صافي القياس والنقل بالعبور دوراً محورياً في نمو قطاع الطاقة المتجددة في الأردن، حيث تتيح هذه المشاريع للمستهلكين النهائيين إمكانية الاستفادة مباشرةً من انخفاض تكلفة الكهرباء المولدة بالطاقة المتجددة؛ فيما تعمل على تحسين القدرة التنافسية للمنتجات والخدمات بالنسبة للمنشآت الخاصة الضخمة. كما أن تجميد المشاريع التي تتجاوز قدرتها 1 ميجاواط - نتيجة قيود الشبكة - يسلط الضوء على الحاجة إلى تحديد الطرق التي يمكن من خلالها مواصلة توسيع مشاريع صافي القياس والنقل بالعبور، إلى جانب معالجة تحديات الدمج (التي سنناقشها بشكل موسع في الفصل الرابع، القسم الأول، "سياسات وقوانين دمج الشبكة"). كما يفرض تحول قطاع الطاقة تحديات أمام شركات التوزيع الحالية وموردي الطاقة بالجملة، حيث أن المستخدمين النهائيين في القطاعين التجاري والصناعي - والذي يتكبدون تكاليف باهظة - يستخدمون في الأساس الحمل (الشبكة) فقط مع تقليل استهلاك الطاقة من الموردين التقليديين. وعليه، ينبغي ضمان توزيع التكاليف بشكل عادل بين المستهلكين النهائيين.

ومنذ عام 2012، ورغم النمو الكبير لقطاع الكهرباء القائم على الطاقة المتجددة، لم تتغير هيكلية تعرفة الكهرباء. ومن الضروري أن تعكس هذه الهيكلية بالشكل الأمثل توظيف الشبكة لمشاريع الطاقة المتجددة المخصصة للاستهلاك الذاتي (مشاريع صافي القياس والنقل بالعبور) من أجل ضمان التوزيع العادل لتكاليف الشبكة على المستهلكين الآخرين وشركات التوزيع. ومع استمرار نمو الطاقة المتجددة، فإن شركات التوزيع ستواجه تحديات أكبر؛ حيث ستضطر هيئة تنظيم قطاع الطاقة والمعادن إلى تعديل هيكليات تصميم التعريفات المنظمة بحيث تضمن جدوى وفاعلية شركات التوزيع على المدى الطويل، حتى مع تطوير شركات التوزيع لنماذج تجارية بالتزامن مع تغير هيكلية منظومة الطاقة.

قطاع الكهرباء: المشاريع خارج الشبكة ومشتركة القطاعات

مع الانخفاض السريع لتكاليف حلول التكنولوجيا وتوسيع نطاق اعتماد هذه الحلول، أخذت تطبيقات الطاقة المتجددة على اختلافها تظهر أيضاً في السياقات خارج الشبكة وفي السياقات مشتركة القطاعات. وقد تمّت مؤخراً الموافقة على أول مشروع للطاقة المتجددة بنظام (Zero Feed In) بقدرة 9 ميجاواط. ومن الناحية التنظيمية، فإن مشاريع الطاقة المتجددة بنظام (Zero Feed In) مسموحة بموجب موافقة شركة التوزيع، وتطوير هيئة تنظيم قطاع الطاقة والمعادن لقانون مناسب في هذا الإطار. ومع استمرار انخفاض تكاليف تخزين البطاريات، فستصبح أكثر تنافسية بالنسبة لفئات معينة من المستهلكين (مثل المؤسسات التجارية التي تستهلك أغلب الأحمال خلال فترة النهار) من أجل التحول إلى الطاقة الشمسية الموزعة بنظام (Zero Feed In). ولدعم هذا الموضوع، يتعين إصدار التعليمات من قبل شركات التوزيع وأكواد التصميم.

علاوة على ذلك، تم أيضاً تطوير عدة مشاريع مشتركة بين القطاعات. وفي يونيو 2017، وقعت وزارة الزراعة الأردنية اتفاقية مع المركز الوطني للطاقة التابع للجمعية العلمية الملكية، وذلك لتطوير أكثر من 320 نظام لضخ المياه بالطاقة الشمسية في مزارع وادي الأردن ووديان الجنوب، و100 نظام آخر في الهضاب العليا (الأزرق، والمفرق، ومأدبا). ورغم أن أغلب الأنظمة تعمل خارج الشبكة، إلا أن بعضها متصل بالشبكة بموجب برنامج صافي القياس (رابطة البحر المتوسط للوكالات الوطنية لإدارة الطاقة، 2019).

وكما ورد في الفصل الثاني، فإن قطاع ضخ المياه يستأثر بنسبة 15% من إجمالي الطاقة الكهربائية المستهلكة في الأردن. إذ تتسبب الكهرباء بتكاليف كبيرة بالنسبة للمرافق المائية، وقد واصلت وزارة المياه والري تطوير مشاريع للطاقة الشمسية من أجل تغطية تكاليف الكهرباء، غير أنه تم إلغاء مشروع الطاقة الشمسية المقترح بقدرة 50 ميجاواط في ضوء التحديات التقنية المتعلقة بالشبكة وحالة زيادة العرض السائدة في قطاع الكهرباء. وقد تم تشكيل لجنة مشتركة بين وزارة المياه والري ووزارة الطاقة والثروة المعدنية لمناقشة عدة مسائل تتعلق بإدارة المياه والطاقة، والتخزين (بالضخ)، وتحلية المياه.

التدفئة/ التبريد

ناقش الفصل الثالث، القسم الثالث تنوع تطبيقات الطاقة المتجددة في قطاع التسخين/ التبريد، ويشمل هذا سخانات المياه الشمسية المستخدمة للأغراض المنزلية والتجارية والصناعية، فضلاً عن استخدام الطاقة الحرارية الأرضية والطاقة الشمسية في التدفئة. ويتم تنفيذ العديد من هذه المشاريع حالياً، مع حضور قوي للعديد من مصنعي ومسؤولي تركيب الأنظمة المحليين. وقد أثمرت هذه المشاريع عن فوائد متعددة من حيث خفض استهلاك الطاقة، وانخفاض النفقات، وتحسين موثوقية العرض، وخفض الانبعاثات.

ورغم الإمكانات المتاحة، إلا أن مشهد سياسات وتنظيم الطاقة المتجددة في قطاعي التسخين والتبريد ليس بنفس سوية التطور في قطاع الكهرباء. وقد ازداد استخدام سخانات المياه الشمسية تدريجياً خلال العقود الماضية مع قيام عدد من الشركات المحلية بنشر أنظمة للتطبيقات السكنية والتجارية والصناعية. كما أقيمت شراكات مع مؤسسات التمويل لدعم المستخدمين النهائيين لهذه الأنظمة. ومع برنامج خطة العمل الوطنية لكفاءة الطاقة وصندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة، تلقّى هذا القطاع زخماً قوياً بفضل التمويل الذي يقدمه المستخدم النهائي عبر شبكة من المنظمات المجتمعية. وشهد عام 2019 استكمال تنفيذ برنامج صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة الذي نجح في نشر 22 000 نظام، مع تنفيذ المرحلة التالية بالشراكة مع البنوك التجارية ضمن المراحل الأولى من التنفيذ.

وفي إطار الامتثال لقانون الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة رقم (13) لعام 2012، تم أيضاً إصدار تعليمات بنشر سخانات المياه الشمسية على كل المباني الجديدة التي تتجاوز مساحةً مسبقة التحديد. وأصبحت سخانات المياه الشمسية إلزامية بالنسبة للشقق التي تزيد مساحتها عن 150 متراً مربعاً، بينما تعفى المكاتب التجارية التي تقل مساحتها عن 100 متر مربع والمساكن الخاصة التي تقل مساحتها عن 250 متراً مربعاً.

علاوةً على ذلك، أصدرت وزارة الأشغال العامة والإسكان في عام 2013 أول دليل للمباني الخضراء في الأردن، وهو يرسي الأسس اللازمة لإقامة نظام محلي لتصنيف المباني الخضراء. كما يمنح برنامج الحوافز نسبة مساحة أرضية إضافية للمباني التي تحقق مستويات عالية من توفير الطاقة والمياه (زوايدة، 2018). ويشير الدليل إلى دمج الطاقة المتجددة في المباني، ويمكن للمستخدمين أن يكسبوا 8 نقاط عند دمج أكثر من 20% من الطاقة المتجددة.

وعلى مستوى البلديات، أصدرت أمانة عمّان الكبرى قانوناً خاصاً في عام 2015 بشأن متطلبات تركيب أنظمة الطاقة الشمسية على أسطح المباني والأراضي الشاغرة ومواقف السيارات. ويضمن هذا القانون تلبية هذه الأنظمة لمتطلبات تقسيم المناطق، هذه المتطلبات التي سيتم إصدار نسخة محدّثة منها بحلول نهاية عام 2020.

ومن بين التحديات الرئيسية التي تعيق نشر سخانات المياه الشمسية في الأردن إنفاذ القوانين القائمة، وعدم فرض عقوبات صارمة، وعدم القدرة على ضمان الامتثال. علاوةً على ذلك، أدى تركيز المرحلة التالية من برنامج صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة، على إقامة الشراكات مع المصارف التجارية لتزويد المستخدمين النهائيين بالتمويل اللازم، بدل المنظمات المجتمعية المحلية التي تم الاعتماد عليها في المرحلة الأولى؛ إلى تباطؤ كبير في اعتماد سخانات المياه الشمسية ولا سيما في القطاع المنزلي. ويتطلب كل من قطاعات السوق نهجاً تمويلياً خاصاً لدعم سخانات المياه العاملة بالطاقة الشمسية. ورغم فاعلية نهج دعم المستخدم النهائي بالتمويل من خلال المنظمات المجتمعية المحلية، إلا أن المستهلكين التجاريين والصناعيين قد يستفيدون من خطوط دعم مخصصة عبر البنوك التجارية.

أما في القطاع الصناعي، يوجد حالياً عدة مشاريع تستخدم وسائل التسخين العاملة بالطاقة المتجددة، وقد تم توظيف تطبيقات الطاقة الشمسية المركزة في إنتاج المستحضرات الطبية والسجائر لتوفير الحرارة اللازمة لأغراض المعالجة. وبالإضافة إلى احتياجات التمويل التي تمت مناقشتها سابقاً، فإن مبادرات بناء القدرة التي تركز على الموردين والمصنعين المحليين تُعتبر ضرورية لتعزيز الوعي بأهمية تطبيقات تكنولوجيا التسخين/ التبريد القائمة على الطاقة المتجددة. ويفتقر استخدام وسائل التسخين بالاعتماد على الطاقة المتجددة، بما في ذلك سخانات المياه الشمسية، حالياً إلى هدف واضح وطويل الأمد يتيح للموردين المحليين القدرة على المنافسة في السوق مستقبلاً، ولا سيما في ضوء الاعتماد على برامج النشر العامة (وما يصاحبها من أوجه الدعم). ولتحسين عملية إعداد التقارير حول التقدم المحرز، ينبغي جمع بيانات مبيعات هذه الأنظمة وتقديم تقارير منتظمة عنها كجزء من التقرير السنوي لوزارة الطاقة والثروة المعدنية.

الإطار التوضيحي 4. معالجة فقر الطاقة من خلال المصادر المتجددة: برنامج التدفئة المدرسية ومخيمات اللاجئين

في فبراير 2015، تم إطلاق برنامج التدفئة المدرسية (مبادرة الملك عبد الله الثاني) لتوفير التدفئة في المدارس العامة. وكان من المقرر أن يتم تنفيذ المشروع على مرحلتين، حيث يتم في الأولى تركيب معدات التدفئة المركزية في 50 مدرسة موجودة ضمن مناطق شديدة البرودة، أما الثانية فستعمل على توسيع نطاق المشروع ليشمل أكثر من 700 3 مدرسة عامة في الأردن. وقد تم تنفيذ البرنامج من خلال صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة، والذي يغطي حالياً أكثر من 134 مدرسة عامة.

وقد تم تجهيز المدارس بوحدات تدفئة وتبريد تعمل بالطاقة الكهروضوئية الشمسية، إلى جانب حلول تسخين المياه بالطاقة الشمسية. وبالإضافة إلى ذلك، تم تعزيز عملية ترشيد استهلاك الطاقة في المباني المدرسية عن طريق تحسين العزل، وتغيير النوافذ، وتركيب مصابيح موفرة للطاقة، وتحسين منظومة الأسلاك الكهربائية. كما يجري أيضاً تنظيم حملات توعية للطلاب والمعلمين والمجتمع بشأن الحفاظ على الطاقة وأهمية تطبيقات الطاقة المتجددة.

كذلك تم توظيف حلول الطاقة المتجددة لمعالجة فقر الطاقة في مخيمات اللاجئين والبنية التحتية للخدمات العامة ذات الصلة (مثل التعليم والرعاية الصحية). فعلى سبيل المثال، أطلق المجلس النرويجي للاجئين برنامجاً للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة في عام 2015، حيث قام بتركيب أنظمة متصلة بالشبكة للطاقة الكهروضوئية الشمسية في 34 مدرسة عامة، الأمر الذي أدى إلى خفض تكاليف الوردیات الإضافية بالنسبة للطلاب اللاجئين، فضلاً عن تحسين ترشيد استهلاك الطاقة. علاوةً على ذلك، تم تركيب 710 سخانات مياه عاملة بالطاقة الشمسية في منازل اللاجئين، مما أدى إلى خفض تكاليف المعيشة وتحسين واقع الأمن المعيشي.

المصدر: وزارة الطاقة والثروة المعدنية (2019 ت)، وجمعية الشرق الأوسط لصناعات الطاقة الشمسية (2018)، والديوان الملكي الهاشمي (2015)، والمجلس النرويجي للاجئين (2020).

النقل

يستأثر قطاع النقل بأكبر حصة من استهلاك الطاقة في الأردن. وقد ركزت جهود الأردن لتنويع مزيج الطاقة في المقام الأول على حفز شراء المركبات الهجينة والكهربائية من خلال تقديم الإعفاءات الجمركية والإعفاء من ضريبة المبيعات، إذ تم استخدام الحوافز المالية على نطاق واسع كأداة لتسهيل اعتماد هذه المركبات. وتم إعفاء المركبات الكهربائية من ضرائب التخليص الجمركي على الاستيراد لمدة 5 سنوات حتى نهاية عام 2018، مما زاد من جاذبيتها بشكل كبير وقاد إلى تشجيع اعتمادها. ولكن ضريبة التخليص الجمركي - البالغة 25% - أعيدت في أبريل 2019، مما خفض حجم مبيعات هذه المركبات بشكل ملحوظ. وفي نوفمبر 2019، أعادت الحكومة تقديم الحوافز حسب استطاعة بطارية السيارات الكهربائية، حيث شهدت البطاريات التي تبلغ قدرتها 250 كيلوواط أو أقل (95% من المركبات الكهربائية في الأردن) تخفيض ضرائب التخليص الجمركي من 25% إلى 10%. ومن ناحية أخرى، انخفضت نسبة الضرائب المفروضة على المركبات التي تفوق قدرتها 251 كيلوواط إلى 15% (شينوا، 2019 ب؛ زيدان، 2019). ورغم أننا لم نلمس بعد تأثير هذا التخفيض الضريبي على مبيعات المركبات الكهربائية، غير أن الاستقرار في دعم السياسات يعتبر بالغ الأهمية لضمان تحقيق النمو المستدام في القطاع كما هو واضح.

ويتطلب دعم اعتماد المركبات الكهربائية بذل جهود فورية لتوسيع البنية التحتية لخدمات الشحن. وتقدم هيئة تنظيم قطاع الطاقة والمعادن حالياً تراخيص لمحطات شحن المركبات الكهربائية العامة والخاصة. كما أصدرت الهيئة تراخيص إلى 16 محطة شحن حتى الآن، وأعلنت عن نوايا تزويد جميع محطات الوقود الجديدة بمرافق شحن للمركبات الكهربائية. وبغية تسريع وتوسيع نطاق اعتماد المركبات الكهربائية في المملكة، يتعين تسريع وتيرة تشغيل البنية التحتية لخدمات الشحن.

وتشهد اقتصادات النقل الكهربائي تطوراً سريعاً مع انخفاض حاد في تكاليف تقنيات التخزين وتحسين تطور التطبيقات عبر مختلف قطاعات النقل. وفيما يتعلق بالحافلات الكهربائية تحديداً، أثبتت فاعليتها من الناحيتين التقنية والمالية مع فوائد مشتركة كبيرة من حيث الحد من تلوث الهواء وانبعاثات غازات الدفيئة والاعتماد على وقود الديزل المستورد (المعهد العالمي للنمو الأخضر 2018). كما ستعمل المشاريع التجريبية عبر طرق محددة على تحسين فهم القدرة التشغيلية للحافلات الكهربائية كوسائل نقل داخل المدن وخارجها.
ومن الضروري أن يتم الجمع بين اعتماد النظم الكهربائية والطاقة المتجددة في قطاع النقل بغية تنويع مصادر استهلاك الطاقة في القطاع. وسيتطلب ذلك تنسيقاً عالي المستوى بين وزارة النقل ووزارة الطاقة والثروة المعدنية، فضلاً عن استراتيجية شاملة أو خارطة طريق طويلة الأمد تحدد أهدافاً معينة لتزويد المركبات الخاصة والأساطيل ووسائط النقل العام بالأنظمة الكهربائية. كما يتعين تطوير مجموعة المهارات والبنية التحتية المكملة. وقد اتخذت البلديات، مثل أمانة عمّان الكبرى، خطوات نحو وضع الأهداف بشأن أساطيل سيارات الأجرة.

سياسات وقوانين دمج مصادر الطاقة المتجددة بالشبكة

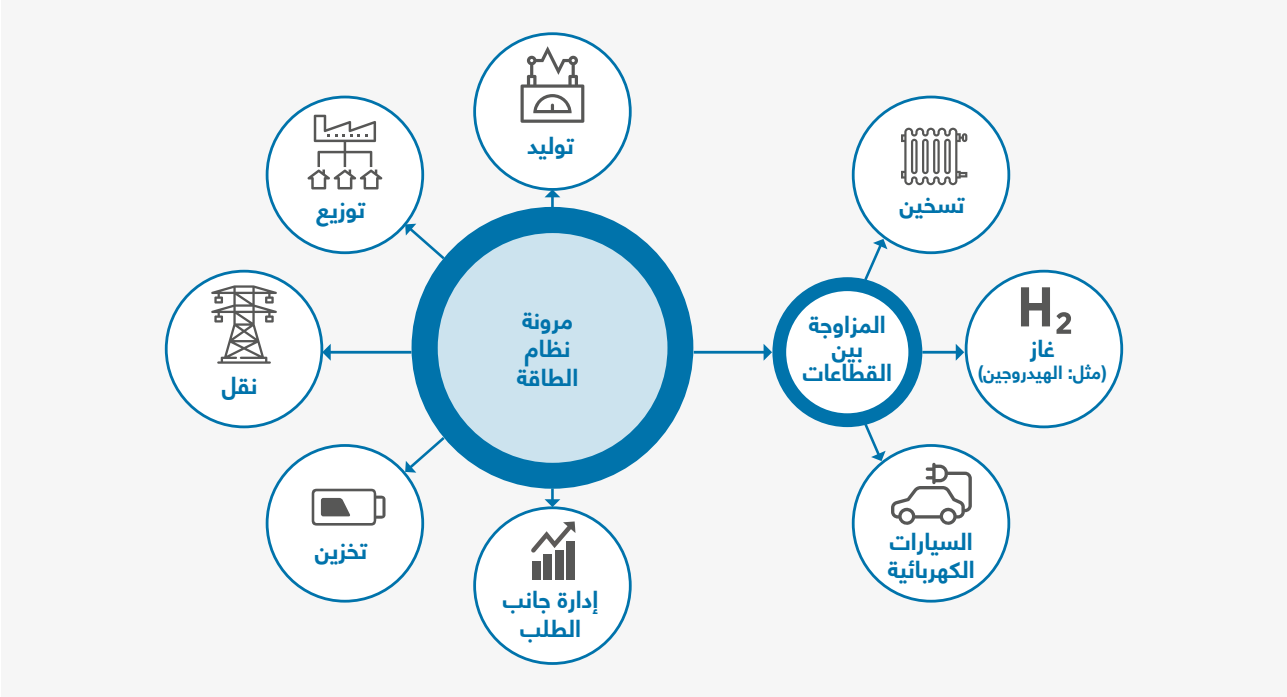
لقد برزت مسألة دمج حصص أعلى من مختلف مصادر الطاقة المتجددة كمصدر قلق رئيسي قد يعيق استمرار نمو القطاع. وبحلول عام 2021، من المتوقع أن تساهم الطاقة المتجددة بنسبة 30% من إجمالي القدرة المركبة للطاقة و20% من حجم الطاقة الكهربائية المولدة في الأردن (مرار، 2019). وقد أدت المخاوف بشأن قدرة الشبكة على دمج الطاقة المتجددة فيما يتجاوز محفظة المشاريع الحالية إلى مصادر تعليق مشاريع جديدة تتجاوز قدرتها 1 ميجاواط منذ يناير 2019. وساهم ذلك في تفاقم حالة عدم اليقين السائدة في القطاع، والأهم من ذلك عدم السماح لكبار المستهلكين بالاستفادة من إمدادات الطاقة المتجددة منخفضة التكلفة.

كذلك تم اتخاذ بعض الخطوات نحو دمج الطاقة المتجددة في الأردن، الأمر الذي مكّن من دمج حصة سريعة النمو من الكهرباء المولدة من مصادر الطاقة المتجددة على مدى السنوات القليلة الماضية. كما ركزت هذه الإجراءات إلى حد كبير على تطوير وتعزيز البنية التحتية للنقل والتوزيع، فضلاً عن سنّ قوانين مخصصة لدمج مصادر الطاقة المتجددة بالشبكة.

لكن زيادة نمو حصة الطاقة المتجددة في مزيج توليد الكهرباء يتطلب اتخاذ مجموعة أوسع من الإجراءات لتعزيز المرونة العامة لمنظومة الطاقة على المدى القصير والمتوسط الطويل. وكما هو موضح في الشكل 15؛ تتنوع هذه الإجراءات بين تعزيز البنية التحتية للنقل والتوزيع، وزيادة التخزين، وإدارة جانب الطلب، وحفز التوليد المرن، فضلاً عن المزاوجة بين القطاعات (آيرينا، 2018؛ آيرينا، منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية/ الوكالة الدولية للطاقة، شبكة سياسة الطاقة المتجددة للقرن الحادي والعشرين 2018 ،REN21).
ويختلف مزيج الإجراءات الأمثل من سياق إلى آخر، وينبغي أن يشكل هذا المزيج جزءاً من استراتيجية شاملة لتحسين مرونة النظام بأقل تكلفة، وأن يكون مدعوماً بقوانين مخصصة لتوجيه عملية نشر هذه الإجراءات وتنفيذها[13].

13. تعتبر IRENA FlexTool أداة دقيقة لتحليل احتياجات تعزيز المرونة في نظم توليد الطاقة الكهربائية التي تغطي الخيارات التقليدية (مثل التوليد المرن للطاقة الحرارية والكهرومائية بإمكانية كبيرة لرفع الإنتاج ووقت تشغيل منخفض للغاية)، فضلاً عن التقنيات المبتكرة الأخرى (مثل الطلب المرن، وتخزين الطاقة، ومزاوجة القطاعات). ويمكن لهذه الأداة أن تحلل عمليات النظام الحالية وتجري تحليلاً مستقبلياً مع إمكانية عالية لنشر مختلف مصادر الطاقة المتجددة، وبالتالي اقتراح أفضل الحلول الممكنة لتعزيز المرونة. وحتى الآن، تم استخدام الأداة لإجراء تحليل على مستوى البلد لكل من كولومبيا وبنما وتايلاند والأوروجواي (آيرينا، 2018).

الشكل 15. إجراءات زيادة حصة مختلف مصادر الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة



المصدر: الوكالة الدولية للطاقة المتجددة (2018 أ)

البنية التحتية للنقل والتوزيع

من المفترض أن يواكب توسيع وتعزيز البنية التحتية للشبكة الكهربائية، تطوير مصادر الطاقة المتجددة. ويتنوع نطاق أعمال البنية التحتية اللازمة لتحقيق الدمج الفاعل، بدءاً من بناء ممرات نقل مخصصة تربط المناطق الغنية بمصادر الطاقة المتجددة مع مراكز التحميل (مثل: مشروع الممر الأخضر)، ووصولاً إلى تعزيز البنية التحتية لتوزيع الطاقة عبر تحديث المعدات (مثل: المحولات) وتحسين إدارة النظام.

وفيما توفر الاستراتيجية الوطنية للطاقة نظرة استشرافية على عام 2030، تتطلب البنية التحتية لشبكة التوزيع تخطيطاً طويل الأمد، إلى جانب دراسة وتخطيط رفع نسبة استخدام مصادر الطاقة المتجددة. كما يتعين أن تتضمن استراتيجية التطوير والتوسيع في شركة الكهرباء الوطنية الأردنية خطة عمل لأصحاب المصلحة، بما يشمل القطاع الخاص وباقي الوزارات، لتطوير البنية التحتية اللازمة وزيادة رأس المال وابتكار خطة محددة زمنياً. ويتعين على شركات نقل الطاقة اتخاذ إجراء مماثل لتحديد مواضع الاختناقات في الشبكة، والتي تتطلب استثمارات لتحديثها وتطويرها. وينطوي هذا الأمر على أهمية كبيرة في ظل نمو مبيعات السيارات الكهربائية والبنية التحتية اللازمة لشحنها. ويمكن أن تساعد الاستثمارات في أنظمة الشبكة الذكية، بما في ذلك القياس الذكي، عبر شبكة التوزيع في تطبيق منهجية مخصصة لإدارة دمج مصادر الطاقة المتجددة على مستوى المحول.

ويضمن التنسيق الفاعل بين وزارة الطاقة والثروة المعدنية، وشركة الكهرباء الوطنية الأردنية وشركات نقل الطاقة، تحقيق الإدارة المثلى للشبكة أثناء التحول نحو رفع نسبة استخدام مختلف مصادر مصادر الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة الكهربائية. كما يمكن إدراج إجراءات الدمج في مخطط سياسة نشر التقنيات عبر إعداد مشاريع طاقة متجددة في مناطق قريبة من الأحمال (مثل: المناطق الصناعية) أو مناطق تتمتع بقدرات شبكة متاحة. كما تدعم المشاريع الهجينة (مثل: محطات طاقة الرياح والطاقة الشمسية، وتخزين الطاقة الشمسية في الموقع) الدمج عبر تسهيل توليد الطاقة، وتكريس الاستفادة من الشبكة وتمكين تحويل الأحمال.

ويتنوع نطاق أعمال البنية التحتية اللازمة لتحقيق الدمج الفاعل، بدءاً من بناء ممرات نقل مخصصة تربط المناطق الغنية بمصادر الطاقة المتجددة مع مراكز التحميل، ووصولاً إلى تعزيز البنية التحتية لتوزيع الطاقة عبر تحديث المعدات وتحسين إدارة النظام.

التخزين

تتطلب إدارة النسبة المتزايدة لمصادر للطاقة المتجددة في مزيج الطاقة الأردني اتخاذ تدابير فعالة للموازنة بين الطلب والعرض (الحالية والجديدة) بصورةٍ تقلل من تكاليف النظام الإجمالية (مثل: الحاجة إلى محطات الذروة) والاستثمار المتزايد في البنية التحتية للدمج بالشبكة. ومن المتوقع أن تنخفض تكاليف تخزين الطاقة بحلول عام 2030، وبفضل مدة بنائه القصيرة وتأثيراته البيئية والاجتماعية الطفيفة؛ يمثل تخزين الطاقة حلاً لبعض تحديات دمج مصادر الطاقة المتجددة (آيرينا، 2020 ب). ففي إيطاليا – على سبيل المثال – ركبت شركة "تيرنا" بطاريات كبريتات الصوديوم بقدرة تخزينية تعادل 38.4 ميجاواط / 240 ميجاواط لتأخير الاستثمار في مشاريع النقل. وتم تنفيذ مشاريع مماثلة بقدرة تفوق 330 ميجاواط منذ عام 2017، ومن المتوقع الوصول إلى نحو 14.3 جيجاواط بحلول عام 2026 (آيرينا، 2020ب).

ويجب إجراء دراسة معمقة لمستوى المرونة التي يمنحها التخزين لنظام الطاقة في الأردن. وبشكل أوسع، يتوفر خياران للتخزين – التخزين بالبطاريات، وتقنية التخزين عبر ضخ المياه– حيث يوفر كل منهما مجموعة متميزة من المزايا وخدمات تعزيز المرونة.

ويساهم تطوير التخزين بالبطاريات في زيادة الاستهلاك الذاتي ويحد من تقلبات الشبكة على مستوى النقل والتوزيع وعلى جانب الطلب. ولدى جمع هذه التقنية مع الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، فبمقدورها الحد من الطلب في وقت الذروة والمساهمة في تحقيق الاستقلال عن الشبكة عبر المباني، والمواقع التجارية، والمصانع. وفي حالة القطاع السكني تحديداً، والذي شكل نسبة 46% من إجمالي استهلاك الكهرباء خلال عام 2018، فيمكن خفض حمل وقت الذروة خلال النهار عبر إجراءات ترشيد الطاقة، إلى جانب تطوير الطاقة الشمسية الكهروضوئية والتخزين، مما يقلل الحاجة إلى محطات الذروة المكلفة. ومن المهم وضع استراتيجية هادفة لذروة الطاقة لتلبية جزء من متطلبات وقت الذروة.

ويمكن أن تتيح بنية التخزين التحتية على مستوى الشبكة طيفاً واسعاً من الخدمات، بما في ذلك تسهيل استخدام مصادر الطاقة المتجددة، والمراجحة، والخدمات التكميلية. وقد ظهرت الفوائد بالفعل بفضل مشروع تخزين الطاقة الكهروضوئية في بطاريات الليثيوم أيون في منطقة المفرق. ورغم وجود مناقصات لإنشاء مشروع أضخم لتخزين الطاقة الشمسية قيد التقييم من قبل وزارة الطاقة والثروة المعدنية، إلا أنه لا يوجد حالياً استراتيجية أو هدف طويلي الأمد لنشر مشاريع التخزين في المملكة. وما تزال المملكة تفتقر إلى إطار تنظيمي لتسهيل وإرشاد نشر مشاريع التخزين على مستويات النقل والتوزيع والمستخدمين النهائيين. وسيفضي انخفاض تكاليف التخزين، إلى تحسن الظروف التجارية لتبني تقنيات التخزين، على نطاق المرافق الخدمية أو لدى المستخدمين، وحينها ستبرز الحاجة إلى تمكين القوانين التنظيمية لتسريع وتيرة التنفيذ. وقد بدأت شركة نقل الطاقة، شركة الكهرباء الأردنية المساهمة العامة المحدودة، بتلقي طلبات التقديم لتنفيذ تقنيات التخزين في شهر يناير 2020.

ويجري حالياً دراسة تقنية التخزين عبر ضخ المياه عن كثب، مع تقييم مواقع عدة لغرض التطوير (الإطار التوضيحي رقم 5). وما تزال هنالك مسائل عدة يتعين حلها بين وزارة الطاقة والثروة المعدنية ووزارة المياه والري بشأن ملكية مصادر المياه، إلى جانب القوانين التنظيمية لإدارة العمليات التشغيلية وأجور خدمات منشأة ضخ المياه.

يمكن أن تتيح بنية التخزين التحتية على مستوى الشبكة طيفاً واسعاً من الخدمات. وقد ظهرت الفوائد بالفعل بفضل مشروع تخزين الطاقة الكهروضوئية في بطاريات الليثيوم أيون في منطقة المفرق.

الإطار التوضيحي 5: تقييم تقنية التخزين عبر ضخ المياه

وفي إطار برنامج الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة الثاني، والممول من قبل الاتحاد الأوروبي، تم إجراء تقييم لتنفيذ تقنية التخزين عبر ضخ المياه ضمن مواقع خمسة سدود / خزانات في الأردن. ومن هذه المواقع: وادي الموجب، ووادي العرب، وسد الملك طلال؛ والتي تبين أنها تنطوي على أفضل الفرص لتطوير مشاريع هذه التقنية. وتبلغ استطاعة التوربينات في كل موقع 215 ميجاواط، و95 ميجاواط، و225 ميجاواط على التوالي، وتم إجراء التقييم بناءً على عوامل قدرة تخزين الطاقة، وتلبية متطلبات خدمات الشبكة (شركة الكهرباء الوطنية الأردنية) ونسبة الفاقد في نقل الكهرباء وشبكات التوزيع. كما أظهر التقييم بأن وادي الموجب يتمتع بأعلى الإمكانيات في الأردن.

وفي ظل معاناة الأردن من شح المياه، يتعين لدى تطوير البنية التحتية لتقنية التخزين عبر ضخ المياه مراعاة باقي استخدامات السد كمخزون لمياه الري، أو للأغراض الصناعية والمحلية. ويعتبر سد الموجب على سبيل المثال مصدر مياه متعدد الأغراض في أواسط المنطقة الغربية من الأردن. وستبرز الحاجة إلى التعاون بين وزارة الطاقة والثروة المعدنية ووزارة المياه والري، لمعالجة المسائل المتعلقة بمصادر المياه والحد من التضارب بين الاستخدامات النهائية المختلفة. علاوةً على ذلك، سيتعين على هيئة تنظيم قطاع الطاقة والمعادن إصدار القوانين اللازمة لتشغيل ودفع أجور خدمات منشأة ضخ المياه.

مزاوجة القطاعات وتقسيم الأحمال

في ظل بيئة تعاني من بطء نمو الطلب، سيفرز توظيف قدرات الطاقة المتجددة لخفض تكاليف الطاقة تحديات أمام "شركة الكهرباء الوطنية الأردنية" وشركات نقل الطاقة، بسبب هيكليات الرسوم الحالية وطبيعة عقود "استلم أو ادفع" السائدة في القطاع. ما حدا بالحكومة خلال عام 2019 إلى اتخاذ تدابير لحفز الطلب عبر توفير رسوم مخفضة للصناعة. وكما ذكرنا سابقاً، فقد تم اتخاذ خطوات لحفز تبني السيارات الكهربائية، إلا أن ذلك بقي محدوداً بسبب غياب القوانين الصارمة والبنية التحتية الداعمة. وما تزال الفرص الأخرى، مثل استخدام زيادات الطاقة الكهربائية منخفضة التكلفة في إنتاج حوامل الطاقة، مثل الهيدروجين، لاستخدامه في النقل والصناعة؛ غير متضحة المعالم بعد ولم يتم استكشافها بشكل جيد (آيرينا، 2018 ب).

وقد يثمر الاعتماد على النظم الكهربائية في الاستخدامات النهائية إلى حفز نمو الطلب، وبطبيعة الحال، يتعين أن تترافق إدارة هذه الخطوة مع استراتيجيات لإدارة جانب الطلب وتقسيم الحمل. وربما لا يتوافق نمو الطلب الجديد على الكهرباء بالضرورة، عبر تزايد أعداد السيارات الكهربائية في أسطول النقل على سبيل المثال، مع ذروة توليد الطاقة المتجددة. ويشتمل تقسيم الحمل على إجراءات للموازنة بين الطلب على الكهرباء والإمدادات المتغيرة مع إدارة جانب الطلب (آيرينا، الوكالة الدولية للطاقة، "شبكة سياسة الطاقة المتجددة للقرن الواحد والعشرين REN21"). وتعتبر التعريفات على أساس وقت الاستخدام مؤشرات مهمة لتحويل أحمال محددة خلال فترات الحمولات المنخفضة، مما يساهم في خفض الطلب خلال أوقات الذروة. وتستند هيكلية التعريفات الحالية في الأردن على أساس الاستهلاك الثابت بالنسبة لفئات عديدة من المستخدمين. كما سيكون تنامي رقمنة الأنظمة ضرورياً لتمكين تقسيم الأحمال.

وضع السياسات والأنظمة لتعزيز المكتسبات

ومن المتوقع ارتفاع نسبة مصادر الطاقة المحلية في إجمالي الطاقة الرئيسية من 8% في عام 2017 إلى 15% في عام 2020 و40% بحلول عام 2025. ويوفر استيراد بدائل وقود الطاقة إلى جانب المصادر المحلية للطاقة الفرصة لتوطين كامل سلسلة القيمة لقطاع الطاقة، وتطوير قطاعات جديدة، وخلق فرص العمل – والتي تمثل جميعها أولويات سياسيّة هامة في المملكة والمنطقة على حد سواء (آيرينا، بنك الاستثمار الأوروبي، 2015). وعدا عن تصنيع تقنيات الطاقة المتجددة، تكمن فرص جديدة لتوفير القيمة في التشغيل والصيانة والتصميم والهندسة والخدمات المالية، إلى جانب تطوير حلول جديدة مثل الشبكات والمقاييس الذكية.

وتعمل اليوم مئات الشركات في قطاع الطاقة المتجددة والقطاعات المرتبطة به في الأردن. ومن المتوقع أن يعمل ما يزيد على 5000 شخص في سلسلة التوريد؛ بدءاً من التصميم، والمشتريات، والإنشاءات الكهربائية، والميكانيكية، والمدنية، ووصولاً إلى إدارة الجودة والسلامة، وأعمال التكليف، والتشغيل، والصيانة ("إدامة"، 2019ت) وقد عمدت كثير من الشركات الحالية إلى تأسيس خطوط أعمال جديدة، لمواكبة احتياجات السوق المحلية المتنامية من مصادر الطاقة المستدامة، لا سيما في منظومات الطاقة الكهروضوئية وسخانات المياه الشمسية.

وتتمتع قاعدة التصنيع الحالية لتقنيات الطاقة المتجددة في الأردن بنقاط قوة عديدة – وحدات التوليد، والكابلات، وهياكل التركيب، وسخانات المياه الشمسية – إلا أن ضيق نطاق السوق المحلية يشكل عائقاً كبيراً. كما أن اضطراب بيئة السياسة – مثل تعليق المشاريع الجديدة التي تزيد استطاعتها عن 1 ميجاواط والمتصلة بشبكة التوزيع والذي تم تطبيقه منذ شهر يناير 2019، وتعديل برنامج دعم تمويل سخانات المياه الشمسية – يؤثر بشدة على استدامة الأعمال والاستثمارات في تعزيز القدرات، وتنويع منتجات / خدمات قطاع الطاقة المتجددة في الأردن.

وهنالك إمكانية كبيرة للاستفادة من قاعدة التصنيع المحلية الحالية لتلبية متطلبات القطاع محلياً ودولياً على حد سواء. وقد نجحت شركات تصنيع الألواح الشمسية المحلية، مثل "فيلادلفيا للطاقة الشمسية"، التي تتمتع بقدرة تصنيع إجمالية تعادل 800 ميجاواط، في تصدير منتجاتها وطرح حلول الهندسة والمشتريات والبناء في أسواق مثل الولايات المتحدة. ويستلزم دعم الصناعة المحلية وضع سياسة صناعية شاملة تشتمل على رؤية قابلة للتطبيق بغية تطوير صناعة محلية قوية وسط قطاع الطاقة المتغير، من خلال منح محفزات مخصصة، وإنشاء تجمعات صناعية، وتسهيل إطلاق المشاريع المشتركة، وتمكين التحول التكنولوجي. ويتعين أن تستند هذه السياسة على جولات حزم الحوافز التي قدمتها الحكومة في عام 2019 للنهوض بالاقتصاد. وقد تضمنت المجموعة الأخيرة من هذه الحزم برامج لدعم القطاع وتقديم حوافز للتصدير مما ساهم بدعم جميع القطاعات بما فيها الطاقة المتجددة.

كما يمكن تعزيز القدرات التنافسية للصناعات الحالية (مثل: صناعة الكابلات) عبر طرح المحفزات، مثل الإعفاءات والقروض الميسرة، والتي تهيئ البيئة التنافسية عبر الأسواق المحلية والعالمية. وعبر الاستفادة من الاتفاقيات الإقليمية مثل السوق العربية المشتركة، يمتلك الأردن الفرصة ليصبح مركزاً مهماً لتصدير المنتجات والخدمات المختلفة اللازمة لحفز تحول الطاقة.

وعلى الصعيد المحلي، فغالباً ما تستبعد المشاريع المقامة على المستوى الخدمي الموردين والمطورين والممولين المحليين. ورغم تحقيق شرط المحتوى المحلي – وارتفاع حصته تدريجياً إلى 35% عبر جميع الجولات اللاحقة، إلا أنه ينبغي إجراء تقييم معمق لتعريفه وفاعليته.

وأفادت تقارير بإمكانية تحقيق شرط نسبة 35% عبر شراء القيمة اللازمة من المشروع من قبل المقاولين المحليين حتى في ظل استيراد المنتجات والخدمات. كما من الشائع أن يفرز تصميم المناقصات، في القطاعين العام والخاص، تحديات للشركات المحلية ويمنع مشاركتها الفاعلة بسبب عوائق مثل تضمين متطلبات أصل المواد. ويتعين دراسة هذه العوائق - حيث أمكن – لضمان توفير بيئة مناسبة من أجل مزودي الخدمات والتقنيات المحلية للمشاركة في تطوير القطاع.

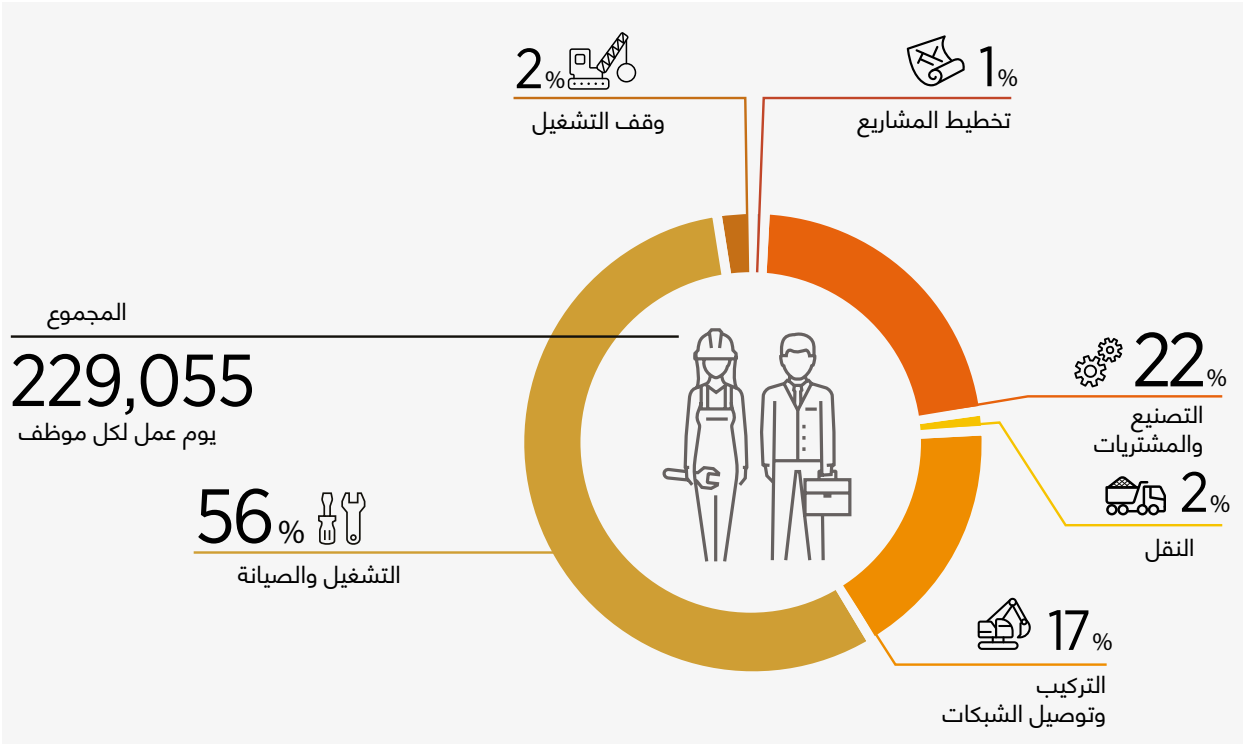
كما من المهم وضع معايير وأطر ضمان الجودة من أجل إيجاد سوق للطاقة المستدامة والمتجددة. وقد صدرت قوانين جديدة في شهر يوليو عام 2019 تهدف إلى اختبار جميع ألواح الطاقة الشمسية في المعهد الأردني للمواصفات والمقاييس والجمعية العلمية الملكية. وتحتاج مراكز الاختبار والاعتماد التابعة لطرف ثالث إلى إمكانية الوصول إلى معدات الطاقة المتجددة بتكلفة معقولة، بالإضافة إلى رفع سوية الوعي بين المستهلكين حول معايير المنتجات المتاحة في السوق (مثلاً: عبر تصنيف سخانات المياه الشمسية).

ولضمان جودة الأنظمة وديمومتها طويلة الأجل؛ يتعين بناء المهارات الضرورية لقطاع الطاقة المتجددة المتنامي. كما من المهم القيام بتحديد المهارات الحالية والمستقبلية والتعاون مع معاهد التدريب، والجامعات ومؤسسات القطاع، من أجل تطوير المناهج وتوفير التدريب عالي المستوى للموظفين (الإطار التوضيحي رقم 6). ومع توسع قطاع الطاقة المتجددة في الآونة الأخيرة، من المتوقع ارتفاع نسبة المهارات في القطاع إلى مستويات مرضية عقب إدراج جامعات عدة لبرامج تتعلق بالطاقة.

الإطار التوضيحي 6. تقييم متطلبات المهارات عبر سلسلة القيمة: حالة الطاقة الشمسية الكهروضوئية

ترمي دراسات "الاستفادة من القدرات المحلية" التي تجريها "آيرينا" إلى تقييم المهارات والمتطلبات المهنية عبر كامل سلسلة القيمة. وفيما يخص الطاقة الشمسية الكهروضوئية، فقد أظهرت تحليلات "آيرينا" بأن 56% من إجمالي الوظائف يكمن في مجال التشغيل والصيانة، و22% في مجال التصنيع، و17% في التركيبات وتوصيلات الشبكة. مع العلم بأن وظائف التصنيع والتركيب تعتبر مؤقتة، إلا أن وظائف التشغيل والصيانة تستمر طيلة وجود المشروع.

توزيع الموارد البشرية اللازمة عبر كامل سلسلة القيمة لتطوير محطة طاقة شمسية كهروضوئية باستطاعة 50 ميجاواط وفق نسبة الإشغال



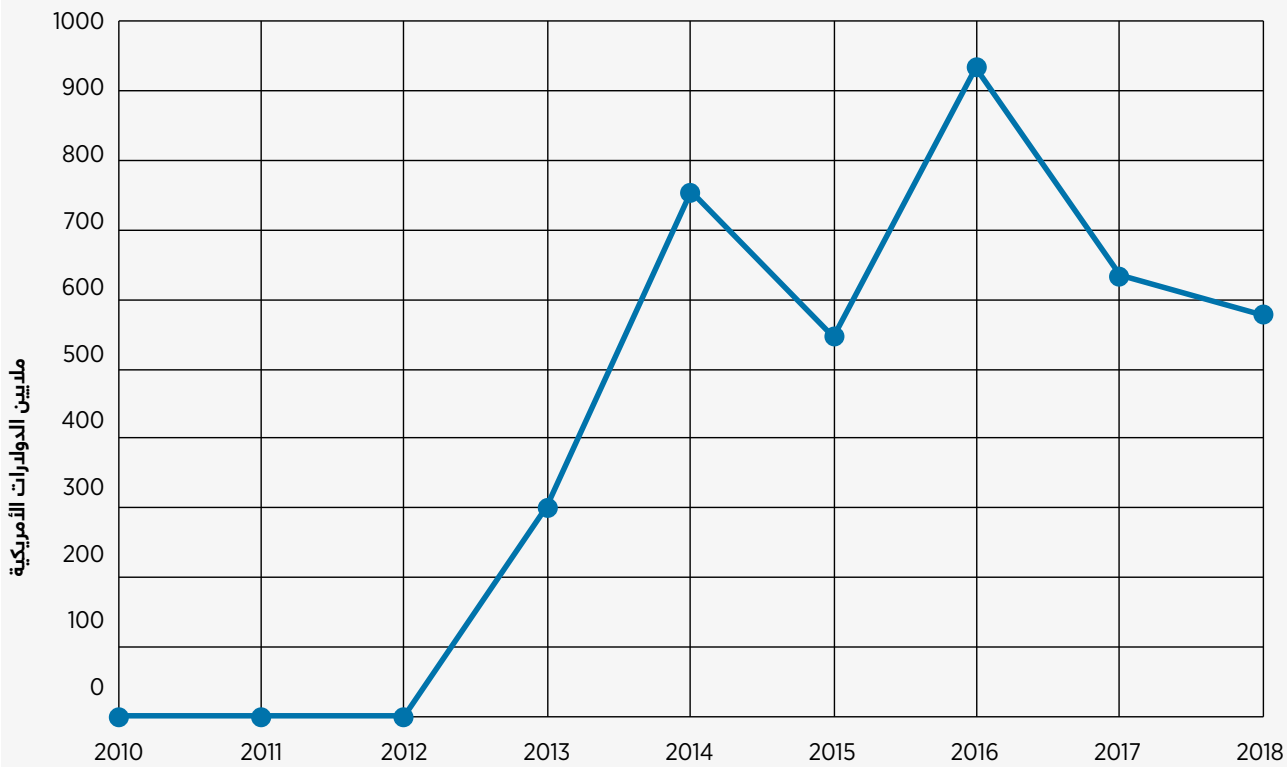
المصدر: "الوكالة الدولية للطاقة المتجددة" (2017)

4,2 حفز الاستثمارات لمواكبة أهداف الطاقة المتجددة

شهدت التدفقات الاستثمارية في قطاع الطاقة المتجددة نمواً ملحوظاً منذ صدور قانون الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة رقم 13 لسنة 2012. وقد ارتفعت الاستثمارات من قاعدة محدودة في عام 2012 لتبلغ ما قيمته 300 مليون دولار أمريكي في عام 2013، و935 مليون دولار أمريكي في عام 2016 و580 مليون دولار في عام 2018 (الشكل 11). وتم تخصيص نسبة كبيرة من الاستثمارات لصالح مشاريع الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح، والتي يجري تطويرها في إطار الخطط المتنوعة المذكورة في القسم السابق.

وتصل نسبة الاستثمارات الأجنبية في القطاع حتى نسبة 75%، مع مشاركة محدودة لمؤسسات التمويل المحلية لا سيما على مستوى الخدمات (استبيان "كلايميتسكوب" / "بلومبرغ لأبحاث تمويل الطاقة الجديدة"، 2019). وتختلف الأطراف الرئيسية الفاعلة في تمويل نظام الطاقة المستدامة في الأردن بشكل كبير استناداً على حجم وطبيعة المشروع. وغالباً ما يشتمل ذلك على البنوك التجارية المحلية والعالمية، ومؤسسات التمويل التنموي، والبنك المركزي في الأردن، و"شركة الكهرباء الوطنية الأردنية"، و"صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة" (JREEEF)، وهيئات تنمية المؤسسات، بالإضافة إلى عدد من الوكالات المانحة مثل مؤسسات ومصارف التنمية الوطنية. ويقدم لكم الجدول 4 لمحة موجزة عن أصحاب المصلحة الرئيسيين، والمجالات الرئيسية لأنشطة التمويل.

الشكل 16. استثمارات الطاقة المتجددة في الأردن (2010 – 2018)



المصدر: استبيان "كلايميتسكوب" / "بلومبرغ لأبحاث تمويل الطاقة الجديدة"، (2019)

الجدول 4. **لمحة موجزة عن أصحاب المصلحة والمجالات الرئيسية لأنشطة التمويل**

	نطاق المرافق الخدمية	تم توزيعه	البنية التحتية للنقل والتوزيع	تمويل الشركات الصغيرة والمتوسطة	الدعم التقني وبناء القدرة
البنوك التجارية المحلية (مثل: بنك القاهرة عمّان، وبنك الاتحاد، والبنك العربي، وبنك الأردن)	X	X		X	
البنوك التجارية الدولية (مثل بنك ستاندرد تشارتر، وبنك شينهان)	X				
مؤسسات التمويل التنموي (مثل: بنك الاستثمار الأوروبي، والبنك الأوروبي لإعادة البناء والتنمية، والشركة الهولندية لتمويل التنمية fmo، ومؤسسة الاستثمار الألمانية، وصندوق أبوظبي للتنمية، ومؤسسة التمويل الدولية، والوكالة اليابانية للتعاون الدولي)	X	X	X		X
المنح الحكومية (مثل: أوروبا، وإسبانيا)	X		X		X
المؤسسات / الوكالات المانحة (مثل: مؤسسة ايكيا، والمجلس النرويجي للاجئين)	X	X			X
البنك المركزي الأردني		X (عبر القروض)			
شركة الكهرباء الوطنية الأردنية			X		
برامج "صندوق الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة"		X		X	X
المؤسسة الاردنية لتطوير المشاريع الاقتصادية				X	X
غرفة صناعة الأردن برنامج دعم المصانع		X			

ملاحظة: يمثل الجدول المجال المستهدف بالتمويل

تمويل البنية التحتية ومشاريع الطاقة المتجددة على نطاق المرافق الخدمية

قدمت مؤسسات التمويل التنموي الدولية مساهمات قيمة في تمويل مشاريع الطاقة المتجددة على نطاق المرافق الخدمية. وقد تم تطوير معظم المحطات على نطاق المرافق الخدمية وفق هيكلية تمويل المشاريع، باستثناء التي تم تطويرها في إطار الاتفاقيات بين الحكومات. ويقدم الجدول رقم 5 لمحة موجزة حول هيكليات التمويل لعدد من مشاريع الطاقة الشمسية والرياح على نطاق المرافق الخدمية في الأردن، بالإضافة إلى مشروع الممر الأخضر لنقل الطاقة.

وأدى البنك الأوروبي لإعادة البناء والتنمية دوراً مهماً في تمويل مشاريع الطاقة المتجددة وبنيتها التحتية في الأردن، إذ خصص البنك حتى اليوم ما يزيد على 350 مليون دولار أمريكي لدعم مشاريع طاقة شمسية وطاقة الرياح على نطاق المرافق الخدمية في الأردن باستطاعة إجمالية تعادل 392 ميجاواط[15]. وجاءت غالبية هذه الاستثمارات على شكل قروض ضخمة مضمونة، بالتعاون مع جهات تمويل أخرى بما في ذلك البنوك التجارية (مثل: البنك العربي الأوروبي) ومؤسسات التمويل التنموي (مثل: بنك تنمية الطاقة، والشركة الهولندية لتمويل التنمية fmo، ومؤسسة "بروباركو" PROPARCO -التابعة للوكالة الفرنسية للتنمية). كما لعبت مؤسسة التمويل الدولية دوراً بارزاً في تمويل مشاريع الطاقة المستدامة في الأردن بصفتها ممولاً مباشراً بالإضافة إلى الاضطلاع بدور المنظم لمشاريع التمويل.

وفي حين تشارك بعض البنوك المحلية في تمويل المشاريع الضخمة إلى جانب بنوك التنمية متعددة الأطراف، ما تزال مشاركة مؤسسات التمويل المحلية محدودة في تمويل مشاريع الطاقة المستدامة على نطاق المرافق الخدمية، لا سيما المتعلقة منها بالتمويل دون حق الرجوع والذي يتطلب حجوماً استثمارية أكبر، ومدة أطول، ووثائق خاصة. وبمرور الوقت يجري تطوير القدرات بفعل تحسن فهم القطاع. كما يزداد انخراط البنوك المحلية في إعادة تمويل بعض المشاريع التي تلقت في البداية تمويلاً دولياً.

15 www.ebrd.com/work-with-us/project-finance/project-summary-documents.html?1=1&filterCountry=Jordan

الجدول 5. **رؤى بشأن هيكليات التمويل لبعض المشاريع على نطاق المرافق الخدمية**

نوع المشروع	المشروع	هيكلية التمويل
طاقة شمسية كهروضوئية	توليد 60,3 ميجاواط من الطاقة الكهربائية في منطقة الملك الحسين بن طلال التنموية، في محافظة المفرق	قرضان كل منهما بقيمة 27 مليون دولار أمريكي: قرض أ من البنك الأوروبي لإعادة البناء والتنمية، وقرض ب من الشركة الهولندية لتمويل التنمية
	المحطة الكهروضوئية المملوكة لشركة فوتوتيو للطاقة المتجددة السعودية (FRV) باستطاعة 133,4 ميجاواط في محافظة المفرق	محطة المفرق 1: حصلت على تمويل من مؤسسة التمويل الدولية، والشركة الهولندية لتمويل التنمية، والبنك العربي الأوروبي. محطة المفرق 2: تلقت دعماً مالياً من البنك الأوروبي لإعادة البناء والتنمية، ومؤسسة "بروباركو.
	محطة ريشا للطاقة الشمسية الكهروضوئية المستقلة بقدرة 50 ميجاواط	قدم البنك الأوروبي لإعادة البناء والتنمية قرضاً مضموناً محدوداً دون حق الرجوع بقيمة 27,6 مليون دولار أمريكي، في حين قدم بنك التنمية الألماني والبنك العربي باقي متطلبات التمويل.
	مشروع بينونة للطاقة الشمسية باستطاعة 200 ميجاواط	حزمة تمويل مدارة من قبل مؤسسة التمويل الدولية، تضمنت قرضاً بقيمة 54 مليون دولار أمريكي من مؤسسة التمويل الدولية، و134 مليون دولار من مقرضين كبار آخرين، بما في ذلك الوكالة اليابانية للتعاون الدولي (جايكا)، إلى جانب الشركة الهولندية لتمويل التنمية، والبنك العربي الأوروبي، و"صندوق أوبك للتنمية الدولية" (أوفيد)، وبنك التنمية الألماني.
	محطة الطاقة الشمسية في القويرة باستطاعة 103 ميجاواط	تم تمويل المشروع من قبل وزارة الطاقة والثروة المعدنية عبر منحة من صندوق أبوظبي للتنمية.
	محطة الصفاوي للطاقة الشمسية باستطاعة 51 ميجاواط	قرض مضمون بقيمة 70 مليون دولار أمريكي مقسوم بين البنك الأوروبي لإعادة البناء والتنمية، والشركة الهولندية لتمويل التنمية.
طاقة رياح برية	"محطة الطفيلة لطاقة الرياح" باستطاعة 50 ميجاواط بالتعاون مع "شركة كوريا الوطنية للطاقة"، وشركة "داليم للطاقة"	قامت مؤسسة التمويل الدولية بـ 1) تقديم قرض بقيمة 10 مليون دولار لحسابها الخاص؛ 2) هيكلة قرض تجسيري مع الاستحواذ على أسهم في المحطة بقيمة 26 مليون دولار – وهي المرة الأولى للمؤسسة في تمويل المشاريع؛ و3) تعبئة قروض بقيمة 26 مليون دولار أمريكي برنامج محفظة القروض المشتركة المدارة، بالإضافة إلى 27,7 مليون دولار أمريكي من بنك ستاندرد تشارترد، و8 مليون دولار من بنك شينهان في كوريا.
	مشروع طاقة الرياح معان فوجيج باستطاعة 89.1 ميجاواط	قرض مباشر بقيمة 6 ملايين دولار أمريكي من بنك التصدير والاستيراد الكوري، وتسهيلات مغطاة بقيمة 52 مليون دولار من بنك التصدير والاستيراد الكوري ممولة من بنك ميزوهو و"شركة سوميتومو ميتسوي المصرفية". وتسهيلات تجسيرية مع الاستحواذ على أسهم في المحطة بقيمة 81 مليون دولار أمريكي ممولة من قبل بنوك تجارية.
	محطة رياح الراجف بقدرة 82 ميجا واط	وافق البنك الأوروبي لإعادة البناء والتنمية على قرض بقيمة 68 مليون دولار أمريكي، وقدمت مؤسسة "بروباركو" 50 مليون دولار أمريكي لتمويل المشروع، وسيقدم بنك التنمية الألماني لاحقاً قرضاً بقيمة 19 مليون دولار.
	محطة رياح الشوبك بقدرة 45 ميجاواط	قرض كبير مؤمن من البنك الأوروبي لإعادة البناء والتنمية بقيمة 52 مليون دولار أمريكي.
البنية التحتية لشبكات التوزيع	مشروع الممر الأخضر	قدم البنك الأوروبي لإعادة البناء والتنمية قرضاً بقيمة 72 مليون دولار، وقدمت "بروباركو" قرضاً ميسراً بقيمة 55 مليون دولار أمريكي، وساهمت شركة الكهرباء الوطنية الأردنية بمبلغ 12,6 مليون دولار، وقدم الاتحاد الأوروبي منحة بقيمة 20,2 مليون دولار.

المصادر: "رحيم وعيد" (2017)؛ كارفاليو (2018)؛ البنك الأوروبي لإعادة البناء والتنمية (2016)؛ مايش (2017)؛ البنك الأوروبي لإعادة البناء والتنمية (بدون تاريخ)

تمويل الاستهلاك الذاتي ومصادر الطاقة المتجددة على نطاق صغير

يمكن أن يتنوع حجم مشاريع الطاقة المتجددة ذاتية الاستهلاك بدءاً من عشرات الميجاواط في مشاريع نظام النقل بالعبور إلى كمية كيلوواط قليلة تنتجها تركيبات نظام صافي القياس للاستخدامات المنزلية أو المباني / المؤسسات العامة. وباستثناء مشاريع النقل بالعبور الضخمة – مثل مشروع "أورانج الأردن" بقدرة 37 ميجاواط، والذي يتبع هيكلية تمويل مماثلة لمشاريع المرافق الخدمية الضخمة – فغالباً ما تحظى مشاريع الاستهلاك الذاتي بمشاركة أوسع من مؤسسات التمويل المحلية. كما تستفيد هذه المشاريع من برامج تمويل حكومية عديدة يقدمها البنك المركزي الأردني، و"صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة" (JREEEF).

ومنذ عام 2011، قدم البنك المركزي الأردني تسهيلات ائتمانية مع أسعار فائدة مخفضة لدعم النشاطات الاقتصادية عبر 9 قطاعات رئيسية، بما في ذلك الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة. قد وفر البنك المركزي أسعار فائدة مخفضة للبنوك المحلية تعادل 1.75% للمشاريع داخل عمّان و1% للمشاريع خارجها، مما يسمح لهذه البنوك بالإقراض وفق معدلات فائدة نهائية تصل حتى 4.5% للمشاريع حتى عتبة 4 ملايين دينار أردني (5,6 مليون دولار أمريكي). وفي إطار خطة الانتعاش ما بعد فترة "كوفيد – 19" في الأردن تم تقديم أسعار فائدة تعادل 0.75% داخل عمّان و0.5% خارجها. وتمنح هذه التسهيلات القرض لمدة قد تصل إلى 10 سنوات مع عام سماح واحد. وكما في شهر ديسمبر 2018، تم تمويل ما يزيد على 270 مشروع طاقة متجددة وترشيد طاقة، بقيمة 182 مليون دينار أردني (257 مليون دولار أمريكي). ويمكن الحصول على خطط التمويل الميسرة من البنك المركزي من قبل الجهة المستفيدة حصرياً وليس الجهة المنفذة للمشروع. وعقب رفض بعض المستفيدين تحميل عبء الدين لميزانيتهم العمومية، فقد طالب بعض المطورين البنك المركزي بدراسة توسيع البرنامج ليشمل منحهم القروض نيابةً عن المستخدمين النهائيين.

ورغم أن برنامج البنك المركزي الأردني للطاقة المتجددة وترشيد الطاقة يعتبر جزءاً من حزمة أوسع لدعم النشاطات الاقتصادية إلا أنه يعمل بمثابة خطة عمل مهمة لبرامج التمويل المخصصة للقطاعات الاستخدام النهائي والتطبيقات (مثل: خط تمويل مخصص للصناعات، تمويل محفظة المطورين). وتدعم هذه البرامج مساعي البنوك المحلية بتعزيز انخراطها في تمويل مشاريع الطاقة المتجددة خارج نطاق المرافق الخدمية. كما أكدت برامج البنك المركزي وجود حاجة إلى التركيز على بناء القدرات للمشاركين في المشروع بشأن إعداد الوثائق اللازمة، بما في ذلك التكلفة وتحليل دراسة الجدوى.
وينفذ "صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة" (JREEEF) برامج تمويل مخصصة لدعم الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة. كما يقدم الصندوق الدعم المالي للمستهلكين عبر ضمانات القروض، ودعم أسعار الفائدة، وتقديم المنح لشراء سخانات المياه الشمسية والأنظمة الكهروضوئية، عدا عن تطبيق إجراءات ترشيد استهلاك الطاقة (مثل: إنارة الشوارع بالطاقة الشمسية، وتدقيق الطاقة عبر الصناعات). وقد قدم "صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة" (JREEEF) برنامجاً يمنح ضمانات قروض مع تغطية فوائد القروض، إلى جانب تقديم منح حتى 50% من تكلفة سخانات المياه الشمسية و30% من أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية (باستطاعة قصوى 2 كيلوواط) عبر 220 منظمة مجتمعية محلية استناداً على تجربة برنامج المنح الصغيرة من مؤسسة "التمويل البيئي العالمي" (الإطار التوضيحي رقم 7). وتم تركيب ما يزيد على 000 24 سخان مياه شمسي في إطار البرامج المختتمة ("صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة" (JREEEF)، 2020). وتم إطلاق برنامج جديد يدعم حتى 30% من تكلفة سخانات المياه الشمسية وأنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية حتى 3,6 كيلوواط في شهر نوفمبر 2019 (بيلّيني، 2019). ويتعاون الصندوق عبر هذه المرحلة مع البنوك التجارية المحلية مثل البنك الإسلامي الأردني، من أجل تقديم قروض ميسرة لأنظمة الطاقة المتجددة بما في ذلك أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية وسخانات المياه الشمسية (بنك الأردن، 2017). وتقدم هذه البنوك قروضاً جذابة لتغطية 70% من تكلفة النظام، في حين يتولى "صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة" (JREEEF) نسبة تتراوح بين 30% – 50% من تكلفة النظام أو تقديم المنحة الكاملة للمستخدمين النهائيين من أصحاب الجدارة الائتمانية المحدودة، مما يتيح للمستفيدين الحصول على قروض شبه معفاة من الفوائد.

ويكمن الاختلاف الرئيسي بين البرامج السابقة والمقبلة لـ "صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة" (JREEEF) أنها تتيح للمستخدمين النهائيين الاختيار بين مختلف مزودي التكنولوجيا المعتمدين والحصول على التمويل من بنوك تجارية عدة، إذ كان يتم سابقاً اختيار مزود واحد فقط عبر عملية تنافسية لتوريد جميع الأنظمة التي توزعها المنظمات المجتمعية. ومن بين التحديات الرئيسية خلال هذه المرحلة الجديدة هو عدم قدرة العملاء الذين ينشدون تمويل البنوك التجارية على تلبية المتطلبات المصرفية، والتي تعتبر صارمة جداً مقارنةً مع الإقراض عبر المنظمات المجتمعية. وفوق هذا، برزت الخبرة المحدودة لدى البنوك المشاركة، والتحدي الذي واجهته شركات تركيب الأنظمة لإيجاد التمويل المتاح للمستخدمين النهائيين عبر برنامج الصندوق الجديد. كما ظهرت الحاجة إلى برامج محددة لبناء القدرات وتعزيز وحدات الإقراض الأخضر ضمن مؤسسات التمويل، عبر رفع سوية الوعي بالتقنيات وبرامج التمويل (على مستوى الفروع) مع فهم كيفية تقدير مخاطر وتكاليف مشاريع الطاقة المتجددة بدقة.

ويدعم "صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة"

(JREEEF) الصناعات بتغطية 50% من تكاليف تدقيق الطاقة. ويمكن الاستفادة من نتائج التدقيق مع إمكانية تطوير إجراءات توفير طاقة ومؤشرات لاستخدام الطاقة خاصة بالصناعة.

وتم إنشاء أداة تمويل عامة جديدة وهي صندوق كهرباء الريف (فلس الريف)، حيث أطلقت وزارة الطاقة والثروة المعدنية الجولة الأولى لتركيب 113 2 نظام طاقة شمسية كهروضوئية بقدرة 2 كيلوواط، والتي سيجري تركيبها مجاناً للمتقدمين الذين يملكون فسحة ملائمة على السطح، ممن يحظون بالدعم الوطني (قرابة 000 85 عائلة) بشرط ألا يتجاوز معدل استهلاكهم الشهري 300 كيلوواط.

تمويل شركات الطاقة المتجددة

تحتاج شركات الطاقة المتجددة إلى متطلبات تمويل متعددة وفقاً للجزء الذي تنتمي إليه من سلسلة قيمة الطاقة المتجددة. وقد أسست الأردن هيئات توفر منتجات سهمية للشركات العريقة والناشئة. فمثلاً، تدعم "المؤسسة الأردنية لتطوير المشاريع الاقتصادية" الشركات الناشئة والشركات الصغيرة والمتوسطة عبر منحها حتى 80% من أسهم مشاريع الطاقة المتجددة. وقد شهدت تكلفة السهم الواحد انخفاضاً ملحوظاً بفضل طلب "المؤسسة الأردنية لتطوير المشاريع الاقتصادية" عائداً بقيمة 10% فقط على جميع الأرباح، ومع ذلك لم يحظَ الصندوق بمشاركة كبيرة (المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، 2018). كما أطلق البنك الدولي "مشروع صندوق الشركات الناشئة الابتكارية" في الأردن مع رأسمال يبلغ 50 مليون دولار أمريكي إلى جانب 49 مليون دولار كتمويل مشترك مع البنك المركزي الأردني. وتم تصميم هذا المشروع لتوفير تمويل في مراحل متقدمة للشركات الناشئة عبر قطاعات متعددة، بما في ذلك الطاقة الخضراء (البنك الدولي، 2017).

كما قدم برنامج دعم المصانع الذي أطلقته غرفة صناعة الأردن إعانة مالية غير قابلة للاسترداد للشركات الصناعية الصغيرة لتركيب إما نظام طاقة شمسية كهروضوئية أو سخانات مياه شمسية. ويهدف هذا البرنامج إلى تعريف القطاع بهذه التكنولوجيا عبر تنفيذ مشاريع صغيرة. وتغطي الإعانة حتى 50% من تكاليف المنتجات الأردنية، وحتى 35% من المنتجات المستوردة (الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، 2018؛ والمركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، 2018).

ويمكن أن يلعب تطوير صناديق مخصصة للشركات دوراً مهماً في دعم الصناعة المحلية، وتسهيل الابتكار في قطاع الطاقة المتجددة، بالإضافة إلى التقنيات الداعمة مثل التخزين، والشبكات الذكية، وإدارة جانب الطلب، والرقمنة.

الإطار التوضيحي رقم 7. الصندوق المتجدد لسخانات المياه الشمسية: حالة مرفق البيئة العالمية (GEF) التابع لبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي، ومشروع التنمية الاقتصادية والطاقة المستدامة (SEED)

يقدم برنامج المنح الصغيرة الذي يموله مرفق البيئة العالمية (GEF) منحاً تصل حتى 000 50 دولار أمريكي مباشرةً لصالح المجتمعات المحلية بما في ذلك المنظمات المجتمعية، وباقي المنظمات غير الحكومية لإعداد صناديق متجددة لتمويل مشاريع الطاقة المتجددة. علاوةً على ذلك، تركز المنح على تكريس الوعي والقدرات في المجتمعات المحلية لصالح حلول الطاقة المتجددة. وبفضل هذا البرنامج تم تركيب ما يزيد على 435 سخان مياه شمسي وأنظمة طاقة شمسية كهروضوئية باستطاعة 100 كيلوواط منذ عام 2009. ومع استخدام أداة تمويل الصندوق المتجدد – المنح الصغيرة بقيمة 000 50 دولار أمريكي - تم جمع أكثر من 000 579 دولار أمريكي (000 406 دينار أردني) من قيمة الاستثمارات في أنظمة الطاقة المتجددة. وقدم البرنامج تأثيراً متعدد الأوجه؛ تجلى في: خفض استهلاك الوقود التقليدي، والحد من إزالة الأحراج وانبعاثات الغازات، وتحسين النتائج الصحية، والمحافظة على التنوع البيولوجي.

ويعتبر مشروع التنمية الاقتصادية والطاقة المستدامة (SEED)) برنامجاً مولته دائرة الشؤون العالمية كندا، و"صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة" (JREEEF) من 2016 - 2020، ويهدف إلى دعم وتحسين سوية حياة ورفاهية الفئات الفقيرة في وادي الأردن ومنطقة عجلون، عبر تبني الطاقة المستدامة وإجراءات ترشيد الطاقة. وقد تعاون مشروع التنمية الاقتصادية والطاقة المستدامة (SEED)) مع المنظمات المجتمعية المحلية لتصميم برنامج تمويل سخانات المياه الشمسية وأنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية: حيث يدفع المستفيد 25% من التكلفة كدفعة أولى، و50% عبر إعانة مالية مع دفع القيمة الباقية بالتقسيط إلى المنظمات المجتمعية. وتساهم عائدات التقسيط في إنشاء صندوق متجدد للمنظمات المجتمعية لمواصلة دعم المجتمع بعد انتهاء المشروع. وحتى اليوم، تم تركيب أكثر من 300 1 سخان مياه شمسي، و987 نظام طاقة شمسية كهروضوئية. علاوةً على ذلك، تم تزويد 6 مدارس عامة و5 عيادات صحية بأنظمة طاقة شمسية كهروضوئية باستطاعة 150 كيلوواط، و12 سخان مياه شمسي.

4.3 الخاتمة

شهد قطاع الطاقة المتجددة في الأردن نمواً مضطرداً خلال السنوات العشر الماضية بفضل انتهاج سياسة وإطار عمل قويين. ويمر القطاع اليوم بمنعطف هام، مع سجل حافل في توظيف مصادر الطاقة المتجددة في قطاع الطاقة، وتزايد عدد التطبيقات في مجالات التسخين / التبريد والنقل. ويمكن للأردن اغتنام هذا الزخم وتكريس تحول نظام الطاقة نحو المصادر المتجددة. وتبشّر مواصلة توظيف الطاقة المتجددة بإمكانية توفير نظام طاقة مستدام بيئياً وأكثر أمناً ومرونة، وبتكلفة معقولة مع دعم الصناعة وتوفير طيف واسع من المنافع الاجتماعية والاقتصادية.

وكما ذكرنا سابقاً في هذا الفصل، لدعم المرحلة التالية من نمو الطاقة المتجددة، بات لزاماً إيجاد مزيج سياسي أوسع نطاقاً يركز على تهيئة الظروف المواتية لنشر ودمج تقنيات الطاقة المتجددة لتعزيز المنافع (مثل: تطوير الصناعة المحلية، وشحذ المهارات). علاوةً على ذلك، لفتح آفاق التنمية المستقبلية لمصادر الطاقة المتجددة، فسيكون من الضروري تعزيز الطلب على هذه المصادر، والاعتماد على النظم الكهربائية في الاستخدامات النهائية. وبناءً على التحليل والمشاركة الشاملة لأصحاب المصلحة، يلخص الفصل التالي التوصيات الرئيسية لصناع السياسة لتوسيع نطاق توظيف مصادر الطاقة المتجددة. ويتعين المواءمة بين الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة لكونهما يساهمان معاً في دعم حصة مصادر الطاقة المحلية في مزيج الطاقة، والحد من الاعتماد على استيراد الوقود. ويحدد الإطار التوضيحي رقم 8 الإطار الحالي لترشيد استهلاك الطاقة في الأردن، ويسلط الضوء على النواحي الرئيسية والقضايا الناشئة.

محطة ريشا للطاقة الشمسية الكهروضوئية بقدرة 50 ميجاواط
صورة فوتوغرافية: XXXX

الإطار التوضيحي 8. إطار عمل ترشيد الطاقة في الأردن: النواحي الرئيسية والقضايا الناشئة

ويؤكد قانون الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة رقم 13 لسنة 2012، على أهمية الجمع بين الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة. فبالإضافة إلى تعزيز موثوقية إمدادات الطاقة وأمانها وفعاليتها من حيث التكلفة، تمثل أحد الأهداف الرئيسية لاستراتيجية الطاقة الوطنية 2007 – 2020 في تحسين كفاءة الطاقة، والحد من الاستيراد، وإرجاء الحاجة إلى استثمارات جديدة.

وفي عام 2013، أطلق الأردن خطة العمل الوطنية لكفاءة الطاقة (NEEAP) للمرة الأولى، والتي شملت الفترة بين عاميّ 2012 و2014 وسعت إلى الحد من استهلاك الطاقة بنسبة 7.1% بحلول عام 2014 (قياساً على معدل الاستهلاك بين عاميّ 2006 و2010). وجرى تقسيم هذا الهدف إلى قطاعات: سكاني، صناعي، تجاري، ضخ المياه، وإنارة الشوارع. وقد نجح هذا البرنامج إلى حد ما وحقق نحو 40% من الترشيد المنشود (حمزة، 2018). وقررت الأردن تحديث الخطة للفترة بين عاميّ 2018 – 2020، مع استهداف خفض استهلاك الطاقة بنسبة 17,5% بحلول عام 2020 (975 1 جيجا واط) مقارنةً مع معدل استهلاك الكهرباء لفترة الخمس سنوات بين عاميّ 2010 و2014. وسيتم تحقيق نصف الوفورات من القطاع السكني، يليه الصناعي ثم التجاري والخدمات.

ويوصي القانون رقم 73 لعام 2012 بإجراء التدقيق لجميع مستهلكي الطاقة الكبار، إلا أن إنفاذ القانون شكل تحدياً كبيراً. وقد أطلق "صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة" (JREEEF) وغرفة صناعة الأردن برامج لتمويل تدقيق الطاقة، إلا أن تطبيقها بقي محدوداً بسبب عدم إنفاذها وقلة الوعي. كما تفتقر الخبرة الصناعية إلى إجراء تدقيق الطاقة، واستخلاص دروس مفيدة لتطوير أدوات مثل مؤشر استخدام طاقة خاص بالقطاع.

ومع الافتقار إلى الوعي وتردد المستخدمين النهائيين في الإنفاق على تدقيق الطاقة، بات لزاماً القيام بتحسين البيئة التنظيمية لقطاع شركات خدمات كفاءة الطاقة للمباني (ESCOs)، وتطوير قدرة خبراء التدقيق الخاصين بالقطاع. وفيما يتعلق باستخدام معدات صناعية تساهم في ترشيد الطاقة، فيمكن أن تلعب المحفزات دوراً مهماً في ضمان الالتزام بمعايير معينة (مثل: إعفاءات استيراد المعدات التي تواكب معايير كفاءة الطاقة) دون المساس بسوية التنافسية الصناعية.

وعلى صعيد المباني، يعتبر مجلس البناء الوطني الأردني مسؤولاً عن تطوير قوانين المباني. وتم إصدار الدليل الإرشادي للمباني الخضراء في الأردن JGBG منذ عام 2013، كما تم إقرار برنامج تحفيزي لتبني المباني الخضراء في عام 2015. ويشتمل دليل المباني على أربعة مستويات (من أ إلى ث)، يوفر كل منها محفزات معينة لناحية زيادة نسبة مساحة الأرضية. كما يضمن بلوغ المستوى ث في إطار الدليل الإرشادي للمباني الخضراء الانسجام مع باقي القوانين الإلزامية، مثل الكود الأردني للعزل الحراري، وكود المباني الموفرة للطاقة. وفي عام 2019، أطلقت وزارة الطاقة والثروة المعدنية و"صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة" (JREEEF) برنامجاً لاستبدال 150 000 وحدة إنارة في المنازل (خبّرني، 2019). كما تم توفير بطاقات كفاءة الطاقة للأجهزة المنزلية الكبيرة منذ عام 2017. ورغم مجموعة الكودات والمحفزات الشاملة بقي إنفاذ القوانين يشكل تحدياً كبيراً يفرض إيجاد آليات الإنفاذ، والقدرة على ضمان الامتثال والتوعية مع محفزات أفضل.

وقد تم إطلاق برامج لترشيد الطاقة من قبل وزارات عدة بالفعل بما يشمل المباني العامة. كما أجرت وزارة الصناعة والتجارة والتموين تدقيقاً شمل 17 مؤسسة، لتحديد مواضع تحسين ترشيد الطاقة. كما أجرت وزارة الأشغال العامة والإسكان، والتي تتولى إدارة جميع المباني الحكومية، تدقيقاً لإجراءات الطاقة وترشيدها عبر ما يزيد على 500 مبنىً. وجاءت التوصيات بأن يتم إطلاق مشاريع الطاقة المتجددة عقب التدقيق واتخاذ إجراءات ترشيد الطاقة، للحد من حجم وتكلفة المجموعة. كما تم إنشاء مختبرات تصنيع الديودات الباعثة للضوء LED في مؤسسة المواصفات والمقاييس الأردنية، والجمعية الملكية الأردنية، لإدارة جودة الديودات LED المستوردة إلى الأردن.

أبرز التحديات والتوصيات

يعتبر تنويع مزيج الطاقة الأردني وخفض تكاليفها عاملاً أساسياً لضمان تحقيق التنمية الصناعية والاجتماعية والاقتصادية على المدى الطويل في البلاد. وتهدف الاستراتيجية الشمولية المحدثة 2020 - 2030 في قطاع الطاقة إلى توليد 48.5% من الطاقة الرئيسية بالاعتماد على المصادر المحلية، وهو ما يعتبر تحسناً بالمقارنة مع النسبة المسجلة في عام 2019 والبالغة حوالي 15% (وزارة الطاقة والثروة المعدنية، 2020). علاوة على ذلك، تهدف هذه الاستراتيجية إلى مساهمة مصادر الطاقة المتجددة بنسبة 31% في مزيج توليد الطاقة الكهربائية بحلول عام 2030 (وزارة الطاقة والثروة المعدنية، 2019 أ). ومع زيادة قدرتها التنافسية من حيث التكلفة وفيض الموارد؛ ستلعب حلول الطاقة المتجددة دوراً محورياً في تحسين أمن الطاقة، وخفض تكلفة تزويد المستهلكين بالطاقة، وتعزيز حماية البيئة. كما أن الانتقال إلى الطاقة المتجددة منخفضة التكلفة سيعزز من مساعي الأردن للتعافي من تداعيات "كوفيد – 19" (الإطار التوضيحي 9).

الإطار التوضيحي 9. تحديد مسار تحول قطاع الطاقة الأردني خلال التعافي من "كوفيد – 19"

تفرض جائحة "كوفيد – 19" على جميع الحكومات ضرورة التكاتف معاً للسيطرة على أزمة صحية ذات أبعاد غير مسبوقة وما يعقبها من تداعيات اقتصادية واجتماعية. وفيما تناقش الحكومات خطط التعافي وسط قيود التمويل العامة الكبيرة، خاصة في الاقتصادات الناشئة؛ يتعين اتخاذ خيارات استثمار استراتيجية تحقق مكاسب اجتماعية واقتصادية طويلة الأجل. ويجب أن تساهم هذه الخطط بشكل خاص في دعم التنمية الاقتصادية وخلق فرص عمل، وتعزيز الرفاهية والمساواة الاجتماعية، فضلاً عن تعزيز المرونة في مواجهة الأزمات مستقبلاً.

وبسبب الانخفاض الكبير في استهلاك الطاقة عموماً نتيجة الجائحة، فقد تأثر قطاع الطاقة المتجددة سلباً. ذلك أنه عقب فترة الحجر الصحي، تعرضت الشبكة لتحديات فنية ناتجة عن انخفاض استهلاك الكهرباء مقابل زيادة إمدادات الطاقة المتجددة. وهو ما أثر بشكل كبير على الشبكة وزاد من تقلباتها وهدد استقرارها. وبالإضافة إلى ذلك، خفضت شركة الكهرباء الوطنية استهلاك الكهرباء من المشاريع الحكومية لتوليد الطاقة خلال المرحلة الأولى من تفشي الجائحة بغية الحد من تأثيرها على الشبكة. ومن هنا، تم فصل أنظمة الطاقة المتجددة عن جميع القطاعات، بما في ذلك قطاعات الصحة والسياحة والاتصالات، مما كبّد شركات الطاقة المتجددة خسائر اقتصادية ومالية كبيرة.

وللتخفيف من هذه الآثار، تتعاون وزارة الطاقة والثروة المعدنية مع جميع أصحاب المصلحة المعنيين لإعادة ربط مشاريع الطاقة المتجددة بالشبكة. وتمت إعادة توصيل أنظمة الطاقة المتجددة، القائمة على نظام النقل بالعبور، تدريجياً لتعمل بكامل طاقتها خلال فترة من مارس إلى مايو 2020؛ بالتزامن مع تخفيف البلاد من القيود المفروضة بسبب الجائحة، وزيادة الطلب على الطاقة. ومع إعادة فتح الآفاق الاقتصادية تدريجياً، تواصل الأردن جهودها لتحقيق التحول المطلوب في قطاع الطاقة وجني المكاسب الاجتماعية والاقتصادية (إدامة، 2020).

يتماشى تسريع وتيرة التحول في قطاع الطاقة الأردني بالاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة، مع خطة الانتعاش الاقتصادي التي تنتهجها البلاد والتي تركز على الارتقاء بقطاعات التصنيع والنقل والبناء والزراعة. كما يساهم توافر مورد طاقة متجددة آمن ومنخفض التكلفة وأقل تقلباً في حفز الصناعات المحلية وتحسين قدرتها التنافسية وتعزيز توافر فرص العمل في جميع المجالات الاقتصادية. ويمكن تحقيق وفورات كبيرة من استبدال الوقود المستورد بمصادر أخرى وتقليل مخاطر انقطاع الإمداد على المدى الطويل. ومع الإنجازات المذهلة التي حققتها خلال العقد الماضي، نجحت الأردن حالياً في إرساء الركائز الأساسية لتحقيق مثل هذا التحول. وباتت المملكة مؤهلة بالشكل الأمثل للاستفادة من التحول وتقديم مثال يحتذى به للاقتصادات الناشئة في مختلف أنحاء العالم. ومع تطبيق السياسات واللوائح اللازمة لدعم تطور قطاع الطاقة المتجددة حالياً، شهدت الأردن زيادة مذهلة في معدل توليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة، والذي قفز من 0.7% في عام 2014 إلى أكثر من 13% في عام 2019. وأصبحت المملكة فعلياً واحدة من أكثر الأسواق جاذبية للطاقة المتجددة عالمياً (منتدى بلومبرغ للاقتصاد الجديد، 2019 ب). ولكن زيادة حصة الموارد المحلية في مزيج الطاقة تماشياً مع الأهداف الموضوعة، والحد من تكلفة الإمداد، يتطلبان جهوداً متواصلة لنشر ودمج مصادر الطاقة المتجددة في قطاع الطاقة، وكذلك في قطاعات الاستخدام النهائي الأخرى (التسخين/ التبريد والنقل) والتي تستأثر بأكثر من 75% من الطاقة التي تستهلكها الأردن.

وبناءً على تقييم أجري لمشهد الطاقة المتجددة في الأردن والمساهمات واسعة النطاق لأصحاب المصلحة، يعرض "تقييم جاهزية الطاقة المتجددة" أبرز التوصيات للأردن من أجل استكشاف كامل الفرص الاقتصادية والاجتماعية والبيئية التي تتيحها الطاقة المتجددة. وهو يقدم أبرز التوصيات في 6 مجالات مختلفة المواضيع تتناول تطبيقات الطاقة المتجددة في قطاع الكهرباء، من أجل التسخين/ التبريد في المباني وقطاعي الصناعة والنقل. كما يتناول هذا التقييم استثمارات الطاقة المتجددة، وتطوير الصناعة المحلية، وخلق فرص العمل، كما هو مبين في الشكل 17. وتبدو الإجراءات والتوصيات الواردة ضمن كل مجال داعمة للإجراءات والتوصيات الواردة في المجالات الأخرى- والتي يساهم نتاجها الكلي في جعل مصادر الطاقة المتجددة تساهم بحصة أعلى بكثير في مزيج الطاقة الأردني، إلى جانب تحسين أمن الطاقة وتقليل تكلفة الإمداد.

الشكل 17. لمحة عامة عن مجالات العمل الرئيسية الموصى بها

1.5 توفير الظروف الملائمة لتعزيز مساهمة الطاقة المتجددة في قطاع الطاقة

توفر الاستراتيجية الشمولية لقطاع الطاقة رؤية طويلة الأمد لتطوير قطاع الطاقة الأردني. وهي تحدد الأهداف الرئيسية للقطاع، والغايات المنشودة، وأولويات مختلف مجالاته، بما في ذلك النفط والغاز والطاقة المتجددة وترشيد الطاقة، والبنية التحتية للنقل والتوزيع. كما توفر النسخة المحدثة من الاستراتيجية الشمولية نظرة عامة للقطاع حتى عامي 2030 و2050 إلى جانب تحديد الأهداف متوسطة الأمد.

الإجراء1: توضيح مسار الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة الأردني

إن إطلاق النسخة المحدثة من الاستراتيجية الشمولية يزود أصحاب المصلحة في القطاع بمشهد واضح لمسار الطاقة المتجددة على المدى القصير والمتوسط والطويل. وقد أفضى التعليق غير المحدود للمشاريع الجديدة التي تفوق استطاعتها 1 ميجاواط منذ يناير 2019، إلى زيادة حالة عدم اليقين في القطاع.

من ناحية أخرى، تلعب الطاقة المتجددة دوراً محورياً في تحقيق هدف الحكومة الرامي لرفع حصة مصادر الطاقة المحلية في مزيج الطاقة وتقليل تكلفة إمدادات الطاقة. ومع ذلك، يواجه قطاع الطاقة المتجددة أيضاً العديد من التحديات التي تعيق نموه نتيجة مجموعة من العوامل على مستوى قطاع الطاقة وهي: ركود نمو الطلب على الكهرباء، وهامش القدرة العالية، ومحدودية القدرة على الشبكة.

وتعتبر احتمالية تسجيل الطاقة المتجددة حصصاً أعلى بكثير في مزيج الطاقة الرئيسي في الأردن، مرتبطة بشكل وثيق مع المسار العام لقطاع الطاقة. وتساهم الاستراتيجية الشمولية في معالجة القضايا العامة والحاسمة، بما في ذلك مسار تحقيق الجدوى طويلة الأمد لقطاع الطاقة، مدعوماً باللوائح التي تضمن استرداد تكاليف الخدمة في جميع المراحل، وحفز الطلب على الكهرباء (مثلاً من خلال إيصال الكهرباء إلى قطاعات الاستخدام النهائي، والحد من عوز الطاقة، وتحقيق التكامل بين قطاعات المياه والزراعة والنقل)؛ والمباشرة سريعاً بإدارة جانب الطلب والتخزين لضمان تكامل سلس للشبكة؛ وكذلك دمج أنواع الوقود المستقبلية مثل الهيدروجين الأخضر.

الإجراءات الموصى بها:

- وضع رؤية لتنمية قطاع الطاقة المتجددة من خلال وضع أهداف متوسطة وطويلة الأجل لمصادر الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة الكلي وقطاعات الاستخدام النهائي (الكهرباء والتسخين/ التبريد والنقل). ويجب أن تضمن الرؤية طويلة الأمد تحولاً عادلاً ومتكافئاً. وعليه، يجب دمج نماذج العمالة والرفاه الاقتصادي واستخدام الأراضي في الاستراتيجية الشمولية لقطاع الطاقة.
- صياغة أهداف الطاقة المتجددة بالتفصيل في قطاعات الصناعة، والبناء، والسكن، والنقل؛ ودمج هذه الأهداف في "خطة العمل الوطنية للطاقة المتجددة" (NREAP) لتنفيذ الاستراتيجية الشمولية.
- وضع خطة لحفز الطلب على الكهرباء من خلال اعتماد النظم الكهربائية في قطاع الاستخدام النهائي، وخصوصاً في قطاعات الصناعة والسكن والنقل، مما يساهم في تحسين التطبيقات متعددة القطاعات (على سبيل المثال، في المياه والزراعة) ومعالجة مشكلة عوز الطاقة.
- تعزيز التشاور مع أصحاب المصلحة المتعددين، خاصة مع القطاع الخاص والمجتمع المدني والكيانات متعددة القطاعات، وذلك خلال صياغة خطط العمل والتعليمات واللوائح التنفيذية. فعلى سبيل المثال، تحرص وزارة الطاقة في تشيلي على مشاركة المواطنين في كل خطوة من تطوير سيناريو الطاقة طويل الأمد. فيما يتم تطبيق عملية منسقة في المملكة المتحدة لكل من قطاعي الطاقة والمناخ (آيرينا، 2019 ب).
- متابعة تكامل الخطط والسياسات بين الوزارات لتحقيق هدفي رفع مساهمة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة، وخفض تكلفة الطاقة. وخير مثال على ذلك الشراكات القائمة بين وزارة الصناعة والثروة المعدنية ووزارة الأشغال العامة والإسكان لمعالجة تحديات الإنفاذ؛ والشراكة القائمة بين وزارة الصناعة والثروة المعدنية ووزارة الموارد المائية والري للارتقاء بعملية التخزين بضخ المياه واستبدال مضخات الديزل بالطاقة المتجددة، والشراكة القائمة بين وزارة الصناعة والثروة المعدنية وشركات التوزيع ووزارة النقل لتطوير خارطة طريق من شأنها تعزيز البنية التحتية لشبكة التوزيع بهدف دعم محطات شحن المركبات الكهربائية؛ بالإضافة إلى الشراكات القائمة مع البلديات للنهوض بالمناطق الحضرية والتي تعزز من عملية تحول وسائل التنقل والنقل الجماعي إلى الكهرباء.
- دراسة الإمكانات طويلة الأمد لناقلات الطاقة، مثل الهيدروجين الأخضر، واستخدامها في قطاعي الصناعة والنقل؛ حيث الانتقال المباشر إلى النظم الكهربائية وغيرها من التطبيقات المتجددة قد لا يكون مجدياً.

2.5 تعزيز النمو المستمر لتوليد الطاقة المتجددة

شهد قطاع الطاقة الكهربائية الأردني موجة انتقال سريعة إلى الطاقة المتجددة بفضل تطبيق السياسات واللوائح الداعمة. وحققت المشاريع على نطاق المرافق تقدماً من خلال الجولات اللاحقة من العروض المالية المباشرة؛ ويتم توظيف قدرات كبيرة في إطار نظام صافي القياس أو النقل بالعبور، والذي يركز على الاستهلاك الذاتي لمختلف المستهلكين النهائيين مثل الصناعات والمؤسسات التجارية والمباني العامة والمنازل. ولعل النمو المذهل الذي لوحظ منذ سن قانون الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة الأردنية رقم (13) لعام 2012، سلط الضوء على حجم الفرص المتاحة في المملكة مع إمكانية الحصول على الكهرباء منخفضة التكلفة من الطاقة المتجددة بالإضافة إلى التحديات المتعلقة بدمج هذه الطاقة.

وسيتطلب تعزيز نمو مصادر الطاقة المتجددة في قطاع الطاقة تنفيذ إجراءات واسعة النطاق تركز على توسيع منظومة المشاريع في إطار البرامج المختلفة التي تركز بدورها على التكامل الفعال، وكذلك على معالجة التحديات المتعلقة بتطوير المشاريع وترشيد استهلاك الطاقة.

الإجراء ٢: توسيع محفظة المشاريع من خلال العروض المالية المباشرة، ونظام صافي القياس والنقل بالعبور

توفر محفظة المشاريع الحالية على نطاق المرافق والتي تنضوي تحت إطار برنامج العروض المالية المباشرة، رؤية مستقبلية لعام 2021. وقد جرت الجولة (الثالثة) الأخيرة من مزاد العروض المالية المباشرة في عام 2018، حيث أفضت إلى أسعار منخفضة بشكل غير مسبوق للطاقة الشمسية الكهروضوئية (0.0255 دولار أمريكي للكيلوواط الساعي)؛ ومع ذلك، لم يتجلّ ذلك في مزيج الكهرباء بعد. وتعتبر الأسعار المسجلة للطاقة الشمسية الجديدة أقل بكثير من متوسط تكلفة الكهرباء التي تشتريها شركة الكهرباء الوطنية الأردنية. ومنذ الجولة الثالثة، لم تكن هناك أي جولات أخرى. ويعزى هذا إلى عدة عوامل، بما في ذلك انخفاض نمو الطلب على الطاقة، والقدرة الزائدة في قطاع الكهرباء الأردني. وبوجود الظروف المناسبة، يمكن للجولات اللاحقة من العروض المالية المباشرة أن ترسي محفظة من مشاريع توليد الكهرباء منخفضة التكلفة من الموارد المتجددة، مما قد يساهم في تخفيف التكاليف الضخمة لإمدادات الكهرباء على المدى الطويل، وخفض التعرفة الكهربائية، ودعم الطلب على الطاقة.

ومع وجود معوقات واضحة تحد من قدرات الشبكة على دمج مصادر الطاقة المتجددة واستيعاب الإمداد الزائد في قطاع الطاقة، يتعين اتباع نهج شامل من إجراءات التكامل لاستيعاب المزيد من موارد الطاقة المتجددة (مثل التخزين، وتحديث الشبكة)، وتوليد الطلب (على سبيل المثال، الاعتماد على النظم الكهربائية في الاستخدامات النهائية)، وترشيد استهلاك الطاقة. وعلى سبيل المثال، يمكن أن يساعد الجمع بين قدرات التخزين والتوليد ضمن الموقع، في معالجة مشاكل التفاوت وإدارة الشبكة بالنسبة للمشاريع التي تم تطويرها لتلبية متطلبات محددة (مثل المجمعات الصناعية). ويمكن للمناطق الصناعية الحالية (على سبيل المثال، في القسطل ومأدبا وسحاب) والمناطق الصناعية المستقبلية (على سبيل المثال، بين الأردن والعراق) متابعة مشاريع مخصصة للنقل بالعبور إلى جانب التخزين، بناءً على النموذج المتبع في "منطقة معان التنموية". وبالنسبة لمشاريع النقل بالعبور في القطاع، يتمثل التحدي الرئيسي في ضمان إمكانية وصول الجميع إلى قدرات الشبكة المتاحة بشكل متساوٍ، بما في ذلك الشركات الصغيرة والمتوسطة، والكيانات غير العاملة في مجال الطاقة (مثل مرافق المياه)، وتلك الأقل قدرة على شراء الطاقة نظراً لارتفاع تكاليف الإمدادات.

ومع تخصيص حصة كبيرة سنوياً من الكهرباء لقطاع الزراعة والأسر منخفضة الدخل والشركات الصغيرة والمتوسطة، يمكن أن تمثل حلول الطاقة المتجددة الموزعة والفعالة من حيث التكلفة حلاً مجدياً بالنسبة للمستهلكين والحكومات على حدٍ سواء. وتتمتع حلول الطاقة الشمسية على أسطح المنازل بإمكانات كبيرة غير مستغلة في المباني العامة، مثل المكاتب الحكومية والمساجد والمستشفيات والهيئات التجارية والمساكن. وتمّ كذلك إطلاق برامج حكومية لنشر أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية الصغيرة على أسطح المنازل، ويتمّ تطبيقها حالياً ضمن إطار خطط الخدمة الاجتماعية الوطنية. وينبغي تكثيف هذه البرامج لزيادة الأثر الاجتماعي، وخفض الإنفاق الإستهلاكي على الطاقة، والحد من تكاليف الدعم الحكومي. وينبغي للتعرفة الكهربائية ورسوم (مثل أسعار نقل الطاقة بنظام النقل بالعبور) مشاريع الطاقة المتجددة أن تعكس بدقة التكلفة الحقيقية لخدمات الشبكة.

الإجراءات الموصى بها:

- تنفيذ جولات لاحقة من العروض المالية المباشرة لتطوير محفظة من مشاريع الطاقة المتجددة طويلة الأجل، وخفض الرسوم والتكاليف الضخمة المترتبة على المستهلكين النهائيين. وستكون الجولات اللاحقة مشروطة بزيادة الطلب على الكهرباء وضمان كفاءة الشبكة من حيث استيعاب المشاريع الكبيرة.
- دعم تطوير المناطق المخصصة لمشاريع كبار المستهلكين الكبيرة والعاملة بنظام النقل بالعبور، بالاعتماد على نموذج الطاقة الشمسية الكهروضوئية المجتمعية باستطاعة 100 ميجاواط المطبق في القطاع الصناعي. وضمان إمكانية الوصول إلى القدرة المتاحة على الشبكة بشكل متساوٍ، بما في ذلك للشركات الصغيرة والمتوسطة والجهات الأكثر عرضة لتكاليف الطاقة المرتفعة.

16 يبلغ حجم الدعم السنوي للتعرفة الكهربائية في القطاع الزراعي 40 مليون دينار أردني، فيما يصل حجم الدعم في قطاع الصناعات الصغيرة إلى 29 مليون دينار، والصناعات المتوسطة حوالي 50 مليون دينار أردني (جوردان تايمز، 2020 ب).

- دعم تطوير مشاريع الطاقة المتجددة الصغيرة لزيادة تأثيرها الاجتماعي قدر المستطاع وتقليل حجم الإنفاق على الطاقة.

- تصميم مشاريع الطاقة المتجددة مع التركيز على التكامل الفعال للشبكة من خلال الحلول الهجينة (مثل تخزين الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح والشمس) بناءً على الدروس المستقاة من مشاريع التخزين الحالية في الأردن. وتعتبر الوكالة الدولية للطاقة المتجددة أن مشاريع الطاقة المتجددة الهجينة تنطوي على عوامل أفضل لترشيد الطاقة والاستفادة بشكل أكبر من الشبكة، وبالتالي تقليل تكاليف تكامل الشبكة. وفي عام 2018، أصدرت وزارة الطاقة الجديدة والمتجددة في الهند سياسة هجينة وطنية جديدة تجمع بين الطاقة الشمسية وطاقة الرياح بهدف تحسين الاستفادة من البنية التحتية والمواءمة بشكل أفضل بين جانبي توليد الطاقة المتجددة والطلب عليها. ونجح هذا المشروع في مواكبة عامل الكفاءة بنسبة 30%، كما كانت العطاءات التي تم استلامها للمزاد الوطني منخفضة التكلفة بمقدار 38.7 دولاراً أمريكياً/ ميجاواط ساعي (آيرينا، 2019 أ)[17].

- تنشيط تنفيذ اللوائح والتعليمات القائمة لاعتماد أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية على الأسطح وحلول ترشيد الطاقة في المباني الحكومية عبر إطلاق مجموعة من الحوافز ومبادرات الإنفاذ. ومن هنا، تمت معالجة التحدي المتمثل في الفواتير المستحقة لشركات التوزيع والذي يحول دون إقبال المباني الحكومية على ربط الألواح الشمسية الكهروضوئية على الأسطح بالشبكة، وذلك من خلال اعتماد خطط السداد المخصصة أو نفقات التمويل العام.

- تقييم ودعم مصادر الطاقة المتجددة باستثناء الطاقة الشمسية الكهروضوئية وطاقة الرياح، بما في ذلك الطاقة الحرارية الأرضية وتحويل النفايات إلى طاقة بالنسبة للبلديات، وكذلك التطبيقات مشتركة القطاعات (على سبيل المثال، استبدال مضخات الري العاملة بالديزل، وأنظمة الضخ بالمياه).

الإجراء 3: معالجة تحديات تطوير المشاريع

تزيد فترات إصدار الموافقات والجداول الزمنية الطويلة للمشاريع من تكاليف ومخاطر معاملات الجهات المطورة. وهو ما يؤثر بشكل مختلف على المشاريع على نطاق المرافق والمشاريع صغيرة النطاق. إذ يمكن أن يستغرق الوقت الفاصل بين إبداء الاهتمام والتكليف بإنجاز المشروع سنوات عدة. ولا بد من اتخاذ خطوات لوضع إطار زمني ثابت قائم على مراحل الإنجاز. وبالنسبة لمشاريع الطاقة المتجددة، حيث التفاعل مع شركات التوزيع مطلوباً، من المهم أن تضمن هيئة تنظيم قطاع الطاقة والمعادن سلاسة العمليات التي تتم عبر الشركات وتبسيطها من أجل أنظمة تعرفة التغذية الصغيرة والصفرية.

وبالنسبة للمشاريع على نطاق المرافق، يمكن أن يمثل استحواذ الأراضي تحدياً بالنسبة للجهات المطورة. لذا، فإن توحيد معايير عمليات حيازة الأراضي من خلال التطوير المسبق للمواقع - مثل "منطقة معان التنموية" و"منطقة المفرق التنموية" للمشاريع الكهروضوئية الشمسية على نطاق المرافق - بما في ذلك تطوير البنية التحتية للربط الشبكي، وتقييم الآثار البيئية والاجتماعية الخاصة بالقطاع (على سبيل المثال، دراسة هجرة الطيور في حالة مشاريع طاقة الرياح)، واستكمال حيازة الأراضي؛ يمكن أن يمهد الطريق لمشاركة القطاع الخاص في العطاءات المستقبلية. ويقوم القطاع الخاص حالياً بدمج التكاليف المترتبة على حيازة الأراضي في عطاءاته، مما قد يغير من شروط المنافسة العادلة.

ومن التحديات الرئيسية لتطوير مشاريع صافي القياس هي فترات انتظار الطلبات ومراحل تركيب العدادات الذكية لاحقاً. ويتم تقديم الطلبات الخاصة بتطوير المشاريع إلى شركات التوزيع، والتي تجري بدورها المراجعة والدراسات المطلوبة على صعيد الجوانب الفنية وأثر الشبكة. ويمكن أن تستغرق فترات انتظار الطلبات ودراسة أثر الشبكة وعمليات تركيب العدادات الذكية وقتاً طويلاً (يصل إلى 3 أشهر) حتى بالنسبة للمشاريع الأصغر حجماً (على سبيل المثال 10 كيلوواط). وتتلقى شركات التوزيع كماً كبيراً من الطلبات، حيث وافقت على أكثر من 300 15 طلب بحلول نهاية عام 2019. ورغم أنه يمكن للجهات المطورة الاستعانة بدراسات أطراف ثالثة، ثمة العديد من التحديات الكامنة هنا مثل الافتقار للبيانات وتوافر البرمجيات من خلال أطراف ثالثة؛ فضلاً عن مسألة الثقة، حيث تفضل الجهات المطورة بطبيعة الحال الدراسات التي تجريها شركات التوزيع.

الإجراءات الموصى بها:

- النظر في استخدام المنصات الإلكترونية من قبل مطوري مشاريع القياس الصافي والنقل بالعبور لاستكمال جميع العمليات اللازمة. ويمكن تصميم عمليات مبسطة ومدونة مستقلة للشبكة من أجل أنظمة تعرفة التغذية الصغيرة والصفرية.

- وضع خطة واضحة لتقليل فترة انتظار الطلبات وتركيب العدادات الذكية. النظر في تعزيز القدرة الداخلية لشركات التوزيع من أجل إجراء دراسة أثر الشبكة وتقليل وقت المعالجة.
- تحسين الوصول إلى نتائج دراسات أثر الشبكة، والنظر في الموافقات المشروطة للمشاريع بناءً على متطلبات أساسية محددة (مثل تكامل أنظمة التخزين والتحكم).

- فصل متطلبات التخطيط الحضري عن عملية ضمان اتصال

17 في مايو 2020، تم استلام عطاء بتكلفة قياسية منخفضة قدرها 2.9 روبية هندية لكل كيلوواط ساعي (0.038 دولاراً أمريكياً لكل كيلو واط ساعي) للسنة الأولى (مع زيادة سنوية بنسبة 3٪) مقابل 400 ميجاواط من الإمداد "على مدار الساعة" عبر حلول طاقة الرياح أو الطاقة الشمسية أو الهجينة مع التخزين: www.rechargenews.com/transition/india-hails-renewable-milestone-after-first-deal-for-24-7-green-power/2-1-806047.

مشاريع الطاقة المتجددة صغيرة النطاق بشبكة التوزيع.

- تفعيل دور المجتمعات المحلية المحيطة بمواقع المشاريع لتحقيق الاستفادة القصوى على الصعيد الاجتماعي. وفي هذا السياق، يجد تقرير "مزادات الطاقة المتجددة: الحالة والتوجهات فيما يتجاوز موضوع الأسعار" (آيرينا، 2019 أ) أن مشاركة المجتمع يمكن أن تزيد من القبول الاجتماعي وتقلل من الفترة اللازمة لعمليات الاستحواذ على الأراضي. وفي جنوب أفريقيا، يُطلب من مطوري المشاريع تقديم أدلة على دعم المشاركة المجتمعية ومبدأ تقاسم المنافع بما يتضمن تحليلاً للمخاطر الاجتماعية، واستراتيجية للمشاركة المجتمعية، وبرنامجاً لتقاسم المنافع، وخطابات دعم، بالإضافة إلى إعداد التقارير، وخطط المراقبة والتقييم (آيرينا، 2019 أ).

- تطوير وإصدار التعليمات الخاصة باستخدام الأراضي في مشاريع الطاقة المتجددة. وبالنسبة للمشاريع على نطاق المرافق ومشاريع النقل بالعبور، فإن التطوير المسبق للمواقع والسماح للهيئات - مثل هيئة تطوير معان - بتوفير الإدارة اللازمة للبنية التحتية يمكن أن يشجع القطاع الخاص على المشاركة في المزادات.

الإجراء 4: تعزيز تدابير ترشيد الطاقة

ينبغي العمل على موضوعي تبني الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة في آنٍ معاً. وقد وفر قانون ترشيد الطاقة رقم (73) لعام 2012، إلى جانب خطط العمل الوطنية لرفع كفاءة الطاقة، الأسس اللازمة للارتقاء بتدابير ترشيد الطاقة في المملكة. وتم اتخاذ بعض التدابير المشتركة بين الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة من خلال التصميم، حيث ألزم قانون ترشيد الطاقة رقم (73) تركيب سخانات المياه العاملة بالطاقة الشمسية على مبانٍ محددة مسبقاً اعتباراً من أبريل 2013. ولكن إنفاذ القانون لم يكن بالأمر السهل، وهو ما ستتم مناقشته بشكل موسع في الفصل 5، القسم 3.

كما يلزم القانون رقم (73) بإجراء عمليات تدقيق لاستهلاك الطاقة لدى جميع كبار المستهلكين. ومن هنا؛ دعم كل من صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة وغرفة صناعة الأردن، برامج تمويل عمليات تدقيق استهلاك الطاقة. ومع ذلك، بقيت تقنيات الطاقة المتجددة محدودة الانتشار. ومن أبرز أسباب محدودية الانتشار هو أن القانون يحصر مسؤولية مراجعة عمليات تدقيق الاستهلاك في وزارة الطاقة والثروة المعدنية التي تعجز عن مراجعة آلاف عمليات تدقيق استهلاك الطاقة سنوياً. وعليه، قد يتم النظر في تحويل هذه المسؤولية إلى كيانات تتمتع بالكفاءة المطلوبة، مثل "مؤسسة المواصفات والمقاييس الأردنية".

وبالنسبة للمباني، يجب إنفاذ قوانين البناء الصادرة عن مجلس البناء الوطني الأردني. وتم إصدار "دليل المباني الخضراء الأردني" في عام 2013، مع برنامج حوافز لاعتماد المباني الخضراء والذي تم إقراره عام 2015. وتحقيق المستوى D من الدليل يعني الالتزام بجميع القوانين المطلوبة. وعلى الرغم من إطار العمل الشامل الذي تنتهجه الأردن لترشيد الطاقة، يبقى هناك العديد من التحديات الواجب معالجتها بالنسبة لعملية الإنفاذ.

وتؤثر عمليات تحسين الكفاءة واسعة النطاق عبر قطاع الطاقة والاقتصاد عموماً بشكل مباشر على احتياجات الطاقة الأساسية، مما يؤثر مباشرة على الحاجة إلى إمدادات الوقود ويقلل منها. وفي مجال توليد الطاقة على سبيل المثال، يمكن للتطبيقات الكهربائية والحرارية المشتركة أن تساهم بشكل كبير في تحسين كفاءة استهلاك الطاقة، وأن توفر بدائل طاقة أوفر تكلفة، ولا سيّما في الصناعات التي تستهلك الطاقة الكهربائية والحرارية في آن معاً. وهناك العديد من المشاريع التجريبية القائمة بالفعل مثل مشروع وادي الشلالة في إربد؛ وبناءً عليه، يتعين وضع لوائح تنظيمية مخصصة لتشجيع تبني مثل هذه الحلول.

ومن ناحية الاستهلاك، تم إحراز التقدم في مجال ترشيد الطاقة عبر اعتماد برامج مخصصة لنشر حلول إنارة الشوارع العاملة بتقنية LED في البلديات واستبدال معدات الإنارة غير الفعالة في المنازل. كما أطلقت وزارة الأشغال العامة والإسكان، المسؤولة عن جميع المباني الحكومية، برنامجاً لترشيد الطاقة وتدقيق استهلاكها. وبالاستفادة من التجربة، يمكن توسيع نطاق برامج ترشيد الطاقة بشكل كبير مع إتاحة فرص مجزية لتوفير التكاليف على المستخدمين النهائيين، وخاصة المباني الحكومية.

الإجراءات الموصى بها:

- تحسين امتثال المباني الصناعية والتجارية والعامة، وكذلك المنازل، للقوانين المعمول بها وقانون ترشيد الطاقة. ويمكن تحقيق ذلك عبر مجموعة من الحوافز والعقوبات الصارمة والمدروسة المحددة من قبل وزارة الطاقة والثروة المعدنية.

- ضمان التنفيذ الفاعل لخطة العمل الوطنية لكفاءة الطاقة 2018 – 2020، وتقديم التقارير على أساس دوري مع العمل أيضاً على تحديث الخطة بعد عام 2020.

- حفز الامتثال لدليل المباني الخضراء في قطاع البناء الأردني. ودعم فحص العزل الحراري للأبنية الجديدة تماشياً مع برنامج الأمم المتحدة الإنمائي الجاري تطبيقه في الأردن.

- تحسين امتثال كبار المستهلكين في القطاع لمتطلبات تدقيق استهلاك الطاقة. ويجب أن تضمن وزارة الطاقة والثروة المعدنية توافر العديد من الكيانات المرخصة والمتخصصة لإجراء عمليات التدقيق في قطاعات محددة.

- تطوير كفاءة القطاع الصناعي من حيث تنفيذ تدابير ترشيد الطاقة (والطاقة المتجددة). واستناداً إلى النتائج المستخلصة من عمليات تدقيق استهلاك الطاقة، يجب تطوير المعايير وأفضل الممارسات الخاصة بالقطاع.

- تشجيع تبني المعدات الموفرة للطاقة في مختلف القطاعات مع مراعاة قدرتها التنافسية في السوق.

- توسيع نطاق انتشار معدات إنارة الشوارع الموفرة للطاقة واستبدال معدات الإنارة السكنية غير الفعالة، وذلك تماشياً مع البرامج التي تنفذها البلديات ووزارة الطاقة والثروة المعدنية.

- إطلاق لوائح وقوانين مخصصة للتطبيقات الكهربائية والحرارية المشتركة والتي يمكن أن تعزز من ترشيد الطاقة إلى حدٍ كبير عبر الاعتماد على المشاريع التجريبية القائمة. ولا شك أن إطلاق قانون مخصص للطاقة الحرارية سيمكن شركة الكهرباء الوطنية من بيع الطاقة الحرارية كسلعةٍ كما هو الحال مع الكهرباء، مما يتيح لها تزويد المناطق الصناعية بالكهرباء والحرارة عبر التطبيقات الكهربائية والحرارية المشتركة.

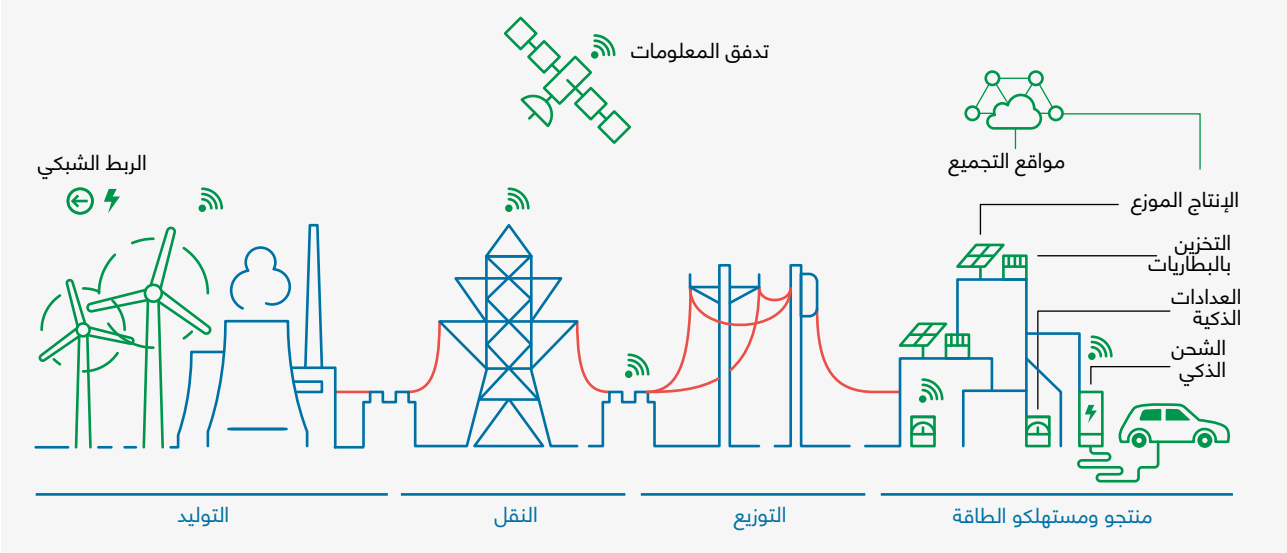
3.5 التخطيط لرفع نسبة استخدام الطاقة المتجددة

شهدت حصة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة الأردني نمواً سريعاً خلال العقد الماضي. وبرزت مخاوف بشأن رفع مساهمة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة إلى 25%، مما أدى إلى تعليق المشاريع الجديدة التي تفوق قدرتها 1 ميجاواط وعدم إجراء المزيد من جولات العروض المالية المباشرة منذ عام 2018. وتفاقم هذا التحدي بسبب تراجع نمو الطلب على الكهرباء وطبيعة اتفاقيات شراء الطاقة القائمة على مبدأ "خذ أو ادفع" مع منتجي الطاقة المستقلين التقليديين، مما أدى إلى تكبد تكاليف إضافية ناتجة عن ترشيد الطاقة وزيادة تكاليف الدمج.

وتتطلب معالجة هذا التحدي مجموعة واسعة من الإجراءات الرامية لتحسين المرونة العامة للمنظومة على المدى القصير والمتوسط والطويل. وبالنسبة للأردن، تشمل هذه الإجراءات تطوير وتحديث البنية التحتية لقطاع النقل والتوزيع، واعتماد نظم التخزين بالبطاريات وعبر الضخ بالمياه، وتعزيز إدارة جانب الطلب، وحفز تبني النظم الكهربائية في الاستخدامات النهائية. ولا يمكن متابعة هذه الإجراءات بشكل منفصل، وإنما يجب إدراجها في استراتيجية شاملة لتحسين مرونة منظومة الطاقة وقدرتها على دمج حصص أكبر من مصادر الطاقة المتجددة. وبات هناك الآن عدة أدوات لتحليل احتياجات تعزيز مرونة نظام الطاقة (مثل IRENA FlexTool)، وتحديد الحلول الأقل تكلفة لتعزيز المرونة، ودمج هذه الحلول في الاستراتيجية.

إن التغلب على تحدي الدمج يتطلب مجموعة واسعة من الإجراءات الرامية لتحسين مرونة منظومة الطاقة.
تشمل هذه الإجراءات تطوير وتحديث البنية التحتية لقطاع النقل والتوزيع، ونشر نظم التخزين بالبطاريات وعبر الضخ بالمياه، وتعزيز إدارة جانب الطلب، وحفز تبني النظم الكهربائية في الاستخدامات النهائية.

الشكل 16. الحلول المبتكرة في منظومة الطاقة



المصدر: "الوكالة الدولية للطاقة المتجددة" (2019 ج)

الإجراء 5: تعزيز البنية التحتية الوطنية لنقل وتوزيع الطاقة

إن ضعف الإمكانيات المتاحة لمواكبة ارتفاع حصة الطاقة المتجددة في البنية التحتية لنقل وتوزيع الطاقة يشكّل عقبةً رئيسية أمام مواصلة النمو. ويتضمن تعزيز شبكات النقل والتوزيع تطوير ممرات نقل مخصصة بين المناطق التي تتمركز فيها مشاريع الطاقة المتجددة ومراكز الأحمال، وإجراء تحديثات للبنية التحتية الحالية للتوزيع بغية استيعاب حصص أكبر من الطاقة، فضلاً عن تحسين إدارة الشبكة لتقليل الخسائر وتمكين الإدارة الفاعلة للأحمال.

وكما رأينا في حالة "مشروع الممر الأخضر" الهادف لنقل الطاقة المتجددة من جنوبي المملكة، والذي لم ينطلق بعد؛ فإن الإطار الزمني لتطوير البنية التحتية لمثل هذا المشروع يعتبر طويلاً (عادة 5 - 6 سنوات). لذا، ثمة حاجة إلى التخطيط على المدى البعيد لمواءمة الجداول الزمنية الموضوعة لتطوير البنية التحتية مع الجداول الزمنية للمشاريع الجديدة على نطاق المرافق ومراكز الأحمال (مثل المناطق الصناعية) لضمان تفريغ الطاقة بالشكل المناسب.

ومع مواجهة المملكة لركود نمو الطلب وعوامل القدرة العالية، تعتبر التدابير المتخذة لتوليد الطلب وتعزيز تجارة الكهرباء على المستوى الإقليمي - بموجب الاتفاقيات القائمة بين الأردن ومصر وفلسطين والمملكة العربية السعودية - خطوة بالغة الأهمية أيضاً. وتتصل غالبية مشاريع القياس الصافي والنقل بالعبور بشبكة التوزيع، حيث تشهد اختناقاً في أجزاء كبيرة منها. ويمكن لتعزيز شبكات التوزيع، والجمع بين عمليتي التوليد والتخزين، واعتماد التقنيات الرقمية (مثل العدادات الذكية، وأنظمة التحكم الإشرافي وجمع البيانات) أن تدعم إمكانية دمج حصص أعلى من مصادر الطاقة المتجددة. كما يمكن لهذه التدابير أن تسمح بإدارة الأحمال بطريقة فاعلة، وهو أمر ضروري لاعتماد الأنظمة الكهربائية على نطاق واسع في قطاعات الاستخدام النهائي، مثل قطاع النقل.

الإجراءات الموصى بها:

- تطوير شبكة النقل وإدارة النظام لمعالجة الزيادات المستقبلية في حصة الطاقة المتجددة واعتماد النظم الكهربائية في الاستخدامات النهائية. وتعتبر الوزارات الأخرى ذات الصلة بالصناعة والزراعة والنقل والمياه بالغة الأهمية لتحديد المجالات التي تنطوي على إمكانات حالية ومستقبلية للطلب على الطاقة.

- الإسراع في بدء تشغيل "مشروع الممر الأخضر" لنقل الطاقة المتجددة من جنوبي المملكة. وثمة حاجة للتركيز بشكل أكبر على متطلبات البنية التحتية لنقل الطاقة في المناطق الشرقية لدعم مشاريع الطاقة المتجددة المستقبلية هناك.

- مواصلة التركيز على تطوير البنية التحتية الإقليمية لتسهيل تجارة الكهرباء بموجب الاتفاقيات الموقعة مؤخراً بين الأردن ومصر وفلسطين والمملكة العربية السعودية ولبنان.

- تحديد المناطق ذات الأولوية في شبكة التوزيع - خاصة في المناطق الصناعية – والتي تشهد ازدحاماً شديداً في الطلب، على المدى القريب. وتكثيف الاستثمارات لتعزيز البنية التحتية وتحسين قدرة الشبكة على دمج مصادر الطاقة المتجددة والأحمال الأخرى مثل محطات شحن السيارات الكهربائية.

- زيادة معدل انتشار العدادات الذكية لتحسين إدارة الشبكة، بالاستفادة من نجاح شركات التوزيع مثل "شركة كهرباء محافظة إربد".

- تحديث مركز تحكم شركة الكهرباء الوطنية، والاستفادة من إطلاق العدادات الذكية، وإصدار اللوائح والقوانين الخاصة بتنفيذ الشبكة الذكية. ويجب أن تتولى هيئة تنظيم قطاع الطاقة والمعادن قيادة هذه الإجراءات بالتشاور مع شركة الكهرباء الوطنية الأردنية وشركات التوزيع؛ وذلك لتحسين مراقبة وصيانة الشبكة، وبالتالي تقليل الخسائر والأعطال.

- تطوير استراتيجية لإدارة البيانات والمعارف بغية الاستفادة من البيانات الناتجة عن إطلاق العدادات الذكية ومتابعة الاستهلاك بشكل أفضل. وتشكل مثل هذه البيانات حجر الأساس لتنفيذ الشبكات الذكية، كما تتيح الاستفادة من كامل عملية رقمنة الشبكة.

الإجراء ٦: ترميز تخزين الطاقة لإدارة الشبكة على مستوى النقل والتوزيع

يوفر تخزين الطاقة قيمةً كبيرةً لإدارة الشبكة، سواءً كأصلٍ قائمٍ بذاته أو عند دمجه بإمدادات الطاقة المتجددة. ويمكن للتخزين بالبطاريات والضخ بالمياه أن يقلل من تفاوت موارد الطاقة المتجددة، ويزيد من الاعتماد على الاستهلاك الذاتي (وفي بعض الحالات تمكين التطبيقات 'المستقلة عن الشبكة')، ويقلل الطلب في ذروة الأحمال، ويسمح بتحويل الحمولة. وعند استخدامه كجزء من الاستراتيجيات الشمولية، يمكن للتخزين أيضاً أن يقلل من احتياجات الاستثمار في البنية التحتية لنقل وتوزيع الطاقة لدمج حصص أكبر من الكهرباء الناتجة عن مصادر متجددة.

وفي حين أن الأردن ينفذ مشروع تخزين للطاقة الشمسية باستخدام بطاريات الليثيوم أيون باستطاعة 23 ميجاواط/ 12,6 ميجاواط ساعي منذ فبراير 2019، يبقى العائق الرئيسي لنمو مجال التخزين مستقبلاً في المملكة هو عدم وجود إطار تنظيمي لدعم تنفيذ المشروع على نطاق واسع على مستويات التوليد والنقل والتوزيع والاستخدام النهائي.

ويعتبر النطاق الحالي لمشاريع تخزين الطاقة خدمياً في جزء كبير منه، مع وجود إمكانات كبيرة غير مستغلة للجمع بين التخزين وموارد الطاقة المتجددة الموزعة في المباني (العامة والخاصة والتجارية)، والصناعات صغيرة ومتوسطة الحجم. ومن الضروري وضع اللوائح التنظيمية لتوجيه عمليات الاستثمار في قطاع التخزين بمشاركة القطاع الخاص، وكذلك لإنشاء آليات تسويق لحلول التخزين بغية توفير خدمات الشبكة الإضافية المتعلقة بالاستجابة للطلب، وضوابط الاضطراب، وخدمات الدعم، وجودة الطاقة.

الإجراءات الموصى بها:

- إجراء تقييم شامل لاحتياجات تعزيز المرونة بغية تحديد حلول التخزين الأقل تكلفة، بما في ذلك حلول التخزين بالبطاريات وعبر الضخ بالمياه اللازمة على مستويات النقل والتوزيع والاستخدام النهائي، ومرونة المعروض (على سبيل المثال، الطاقة الشمسية المركزة باستخدام تقنية تخزين الطاقة بالملح المصهور).

- ترميز تخزين الطاقة مخصص لتوفير التوجيه التنظيمي اللازم لتطوير البنية التحتية للتخزين بالبطاريات على مستوى التوليد والنقل والتوزيع والاستخدام النهائي، فضلاً عن إرشادات الاتصال بالشبكة. ويجب اتخاذ الإجراءات من قبل وزارة الطاقة والثروة المعدنية وهيئة تنظيم قطاع الطاقة والمعادن بالتشاور مع مشغل النظام (شركة الكهرباء الوطنية) وشركات التوزيع وأصحاب المصلحة الآخرين ذوي الخبرة.

- دمج تخزين الطاقة الموزعة على نطاق المرافق في الاستراتيجية الشمولية لقطاع الطاقة، بما في ذلك الأهداف التي توضح الخدمات الذي يمكن للتخزين أن يوفرها في قطاع الطاقة (على سبيل المثال، الاحتياطي الدوّار، والمراجحة، وتحويل الأحمال، وقطع ذروة الأحمال) ونماذج التعويضات.

- إعطاء الأولوية لتطوير وتمويل مشاريع الطاقة المتجددة والتخزين المشتركة في المناطق التي تشهد اختناقاً كبيراً في الشبكة وانخفاض تكلفة إمدادات الطاقة (مثل المناطق الصناعية، والشركات الصغيرة والمتوسطة، والمباني العامة).

- اتخاذ خطوات لتنفيذ مشروع بالتعاون مع وزارة المياه والري بناءً على نتائج تقييم الخزانات، لتطوير عمليات التخزين عبر الضخ بالمياه المنفذة في إطار "برنامج الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة الثاني" الممول من الاتحاد الأوروبي.

الإجراء 7: تحسين إدارة الأحمال من خلال الحلول المرتبطة بالطلب

إن تزايد حصة مصادر الطاقة المتجددة المتنوعة في مزيج الطاقة الأردني يتطلب اتخاذ تدابير فعالة للموازنة بين العرض والطلب (الحالي والجديد) بصورة تقلل من إجمالي تكاليف النظام (مثل الحاجة إلى محطات الذروة) والاستثمار التدريجي في البنية التحتية للدمج بالشبكة. وفي الوقت الحالي، لا توجد استراتيجية لاستيعاب ذروة الأحمال، مما يفرض الاعتماد على حلول توليد باهظة ومرنة (مثل المولدات العاملة بالديزل والنفط) يتم شراؤها خلال أوقات التحميل العالي للموازنة بين العرض والطلب. ويؤدي هذا إلى رفع إجمالي تكاليف إمدادات الكهرباء، وإلى زيادة التعرفة الاستهلاكية في حال تم نقل الكهرباء إلى المستهلكين.

ويمكن لاتخاذ تدابير إضافية مرتبطة بإدارة الطلب أن تحول أجزاء من التحميل إلى أوقات اليوم التي لا تشهد ذروة في التحميل، مع استخدام حوافز مثل التعريفات على أساس وقت الاستخدام. ومع نمو الطلب على السيارات الكهربائية، مثلاً، يمكن أن يؤدي خفض رسوم الشحن خلال فترات ذروة توليد الطاقة الشمسية/ فترات التحميل المنخفض (من 11 صباحاً إلى 2 ظهراً) إلى تسهيل تحويل الحمولة وتقليل الطلب في أوقات الحمولة القصوى. وفي الوقت نفسه، يمكن أن تكون تكلفة الشحن أعلى بكثير خلال فترات توليد الطاقة الشمسية خارج أوقات الذروة، مما يؤدي إلى زيادة إيرادات شركات الكهرباء.

الإجراءات الموصى بها:

- وضع وتنفيذ استراتيجية للطاقة المتجددة في ذروة الحمل لتلبية الطلب الأقصى على الطاقة في المباني وقطاعات الاستهلاك من خلال الطاقة الشمسية الكهروضوئية وتخزين الطاقة، وهذا يضمن بالتالي منافسة محطات الذروة المكلفة
.
- وضع أهداف للطاقة المتجددة والتخزين لتلبية حصة معينة من الطلب أثناء ذروة الحمولة.

- تقييم جدوى فرض التعريفات على أساس وقت الاستخدام من أجل تسهيل تحويل الطلب إلى فترات الحمل المنخفض. ويمكن أن يؤدي تشجيع شحن المركبات الكهربائية والأحمال الصناعية الكبيرة أثناء فترات الحمولة المنخفضة/ التوليد العالي للطاقة المتجددة من خلال فرض التعريفات المخفضة. وبالمقابل، يمكن لفرض تعريفات مرتفعة أثناء فترات الحمولة العالية، أن يدعم جهود دمج مصادر الطاقة المتجددة.

- توليد تيارات طلب جديدة بالاعتماد على سخانات المياه الكهربائية. ففي ولاية أوريغون، تتيح الشبكات الذكية تزويد سخانات المياه بنظام استجابة قائم على الاتصال ثنائي الاتجاه بحيث يمكن استخدام "أسطول" من سخانات المياه كبطارية افتراضية (روت فيفتي، 2020).

4.5 حفز استخدام مصادر الطاقة المتجددة في التدفئة والتبريد

كما ذكرنا في فصول سابقة، يستأثر قطاع الطاقة الكهربائية بأقل من ربع استهلاك الطاقة النهائي في الأردن. وتتطلب زيادة حصة الموارد المحلية في مزيج الطاقة الأردني وخفض تكاليف الطاقة تركيزاً أكبر على استخدام مصادر الطاقة المتجددة لتلبية احتياجات الطاقة في التسخين عبر مختلف قطاعات الاستخدام النهائي. وهو ما تطلب بدرجة كبيرة استخدام أنظمة تسخين المياه بالطاقة الشمسية للتطبيقات المحلية، وبدرجة أقل حلول التسخين بالطاقة الشمسية المركزة لتوفير الحرارة اللازمة للعمليات الصناعية. وعلى الرغم من تطبيق عدة برامج ناجحة، لا تزال هناك إمكانات كبيرة غير مستغلة لاستخدام مصادر الطاقة المتجددة في التسخين/ التبريد.

الإجراء 8: تشجيع تبني حلول الطاقة المتجددة بشكل أكبر في المباني والقطاع الصناعي

ما تزال تطبيقات تسخين المياه بالطاقة الشمسية هي الشكل الأوسع انتشاراً لاستخدام الطاقة المتجددة في التسخين/ التبريد، خاصة في القطاع المحلي. ونجحت برامج نشر سخانات المياه الشمسية في الأردن في تركيب أكثر من 000 26 نظام (اعتباراً من عام 2018)، وينبغي دعمها لمواصلة نشرها في القطاع المحلي. وتشمل بعض التحديات التي تمت مواجهتها عدم وجود أهداف لنشرها، والافتقار إلى إنفاذ التعليمات والقوانين ذات الصلة، وغياب برامج التحفيز المالي طويل الأمد للمستخدمين النهائيين.

وهناك أيضاً إمكانات كبيرة غير مستغلة عبر قطاعات الاستخدام النهائي الأخرى مثل البنية التحتية التجارية والعامة (على سبيل المثال، الفنادق وحمامات السباحة). وهذا هو الحال أيضاً في القطاع الصناعي، حيث تلبي حلول الطاقة الشمسية المركزة والتسخين المركّز بالطاقة الشمسية احتياجات الحرارة اللازمة للعمليات الصناعية. ويوجد حالياً العديد من التطبيقات المماثلة في مصانع الأدوية والتبغ، وغيرها. وفي القطاع الصناعي، يمكن لمثل هذه الحلول أن تحد بشكل كبير من الحاجة إلى الوقود التقليدي مثل غاز البترول المسال والكهرباء والفحم. من ناحية أخرى، فإن الوعي باقتصاديات وتطبيقات الحرارة المولدة من مصادر متجددة في القطاعات الصناعية والتجارية، محدود من جانب المستخدمين النهائيين والموردين المحليين.

من ناحية أخرى، ثمة حاجة لقانون مخصص لتحديد أهداف طويلة الأجل لمختلف تطبيقات الحرارة المولدة من الطاقة المتجددة عبر القطاعات المحلية والصناعية والتجارية، فضلاً عن وضع الآليات اللازمة لنشرها. ويلعب تطبيق قانون كفاءة الطاقة والكود الأردني للعزل الحراري، وغيرها، دوراً تكميلياً من خلال تقليل الأحمال وتقليص حجم الأنظمة، وكذلك من خلال تسهيل عمليات تدقيق استهلاك الطاقة وزيادة الوعي. وبالنظر إلى الظروف المناخية في الأردن، فإن تلبية متطلبات التسخين والتبريد في المناطق التي تعاني من فقر الطاقة يمثل تحدياً رئيسياً.

وتمثل المبادرة الملكية لتدفئة المدارس خطوة مهمة لمواجهة هذا التحدي، باستخدام حلول الطاقة المتجددة الموزعة لتقديم خدمات التسخين والتبريد، مع تحسين عزل المباني المدرسية، فضلاً عن إجراء تحسينات أخرى في البنية التحتية. ويمكن توسيع نطاق البرنامج ليشمل المباني العامة الأخرى والأسر التي تعاني من عوز الطاقة.

الإجراءات الموصى بها:

- تطوير استراتيجية واضحة وطويلة الأجل لنشر سخانات المياه بالطاقة الشمسية في القطاعات المحلية والتجارية والصناعية مدعومة بأهداف تستند إلى الدروس المستقاة من البرامج المنفذة في عامي 2018 و2019. وينبغي جمع البيانات المستخلصة من مبيعات هذه الأنظمة وتقديم تقارير دورية بخصوصها كجزء من التقرير السنوي للوزارة.
- تطوير برنامج لحفز وإنفاذ المرافق الحالية والجديدة التي تستخدم الغلايات التقليدية للتسخين (على سبيل المثال، في حمامات السباحة والعمليات الصناعية) للتحول إلى أنظمة الطاقة المتجددة.
- مواجهة تحديات الإنفاذ من خلال تطوير آلية لتحسين الامتثال للمهام القائمة عبر مجموعة من العقوبات والحوافز وخلق قدرة كافية داخل المؤسسات (مثل تدريب الموظفين/ المفتشين على استخدام بروتوكولات المراقبة والإبلاغ والتحقق).
- إنفاذ دليل المباني الخضراء الأردني (المستوى D)، والذي يتضمن الامتثال لجميع قوانين البناء الإلزامية.
- دعم بناء قدرات المهندسين المعماريين لتطوير الأسطح الشمسية.
- جمع البيانات من القطاعات التي تستخدم حلول الطاقة المتجددة، بما في ذلك الحرارة الشمسية المركزة وسخانات المياه، لإجراء دراسات جدوى اقتصادية تقنية خاصة بالقطاع لزيادة الوعي وضمان تحديد الأهداف المنشودة.
- تحسين الوعي بين الموردين والمصنعين المحليين بشأن تطبيقات تكنولوجيا التسخين/ التبريد القائمة على الطاقة المتجددة، وتحديداً في القطاع الصناعي.

- إنشاء بنية تحتية سهلة الوصول ومعقولة التكلفة لاختبار التكنولوجيا واعتمادها من خلال كيانات متخصصة مثل الجمعية العلمية الملكية. ويجب اعتماد علامات وشعارات الجودة، مثل المشروع العربي لشهادات الأنظمة الشمسية الحرارية (شمسي) والذي تم تطويره لسخانات المياه بالطاقة الشمسية بالتعاون مع وزارة الطاقة والثروة المعدنية وشركة أمريكا الشمالية حول موثوقية التزويد بالطاقة (NERC)، ومؤسسة المواصفات والمقاييس الأردنية، والمركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة؛ من أجل مختلف التطبيقات التكنولوجية.

- الاستفادة من نجاح المبادرة الملكية لتدفئة المدارس من خلال توسيع نطاق حلول الطاقة المتجددة إلى المباني والأسر التي تعاني من عوز الطاقة.

5.5 دعم خيارات الطاقة المتجددة في مجالي النقل والتنقل

يعتبر قطاع النقل أكبر مستهلك للطاقة في الأردن ويعتمد بشكل أساسي على مشتقات النفط الخام مثل الديزل والبنزين. واعتمدت جهود الحكومة لتقليل استخدام الطاقة في القطاع بشكل أساسي على تحفيز المركبات عالية الكفاءة، بما في ذلك السيارات الهجينة التي لا تعمل بالكهرباء والمركبات الكهربائية بالكامل. وفي حين أن اعتماد المركبات الهجينة والكهربائية قد نما بسرعة خلال السنوات القليلة الماضية، إلا أنها لا تزال تمثل حصة صغيرة من أسطول النقل الإجمالي. وسيتطلب التوسع السريع في استخدام المركبات الهجينة والكهربائية نهجاً شاملاً يركز على قطاعات مختلفة من المركبات، وتطوير البنية التحتية للشحن المتزامن والتكامل السلس مع الشبكة. وبالإضافة إلى ذلك، يجب أيضاً استغلال مصادر الطاقة المحلية الأخرى، بما في ذلك الوقود الأحيائي الغازي والسائل، وكذلك الهيدروجين الأخضر على المدى الطويل.

الإجراء 9: البدء بتنويع استخدامات الطاقة في قطاع النقل

بهدف تقليل الاعتماد على الوقود المستورد ومعالجة التلوث البيئي، تعمل الحكومة منذ عام 2008 على تقديم حوافز متفاوتة المستويات لدعم اعتماد المركبات الهجينة والكهربائية. وقد أدى ذلك إلى شراء أكثر من 30 000 من هذه المركبات الخاصة بحلول نهاية عام 2019. ولكن هذا يمثل نسبة صغيرة من إجمالي حجم أسطول النقل البري في المملكة. ولا يزال اعتماد السيارات الكهربائية شديد التأثر بخطط الحوافز المالية التي تقدمها الحكومة، فيما يتأثر حجم المبيعات بالتغييرات الحاصلة في السياسات المطبقة.

إن الجدوى الاقتصادية والبيئية لاعتماد النظم الكهربائية في مركبات الأسطول البري، ولا سيما الحافلات والأساطيل العامة، أقوى من جدوى اعتمادها في المركبات الخاصة. فهي تتيح الفرصة للاستفادة من وفورات الإنتاج، وزيادة استخدام المركبات، وإزاحة مخزون المركبات المسببة للتلوث (مثل الحافلات العامة). وباستثناء المبادرات التي اتخذتها مختلف البلديات، لا يوجد حالياً أي حافز أو قانون يشجع على التحول إلى الطاقة المتجددة. علاوة على ذلك، فإن الوعي بالفرص التكنولوجية والاقتصادية والبيئية التي يوفرها اعتماد النظم الكهربائية في الأساطيل لا يزال محدوداً. ومن المحتمل أن يؤثر نقص الوعي هذا على القرارات الرئيسية المتعلقة بمشتريات النقل العام المقبلة، بما في ذلك مشتريات مشروع الباص السريع في عمّان.

وثمة تأخر في تطوير البنية التحتية للشحن – وهي من أبرز سمات منظومة عمل المركبات الكهربائية. وكانت هيئة تنظيم قطاع الطاقة والمعادن الأولى في المنطقة التي تصدر تعليمات لترخيص محطات شحن المركبات الكهربائية في عام 2014، ولكن تعليماتها لم تواكب المتطلبات اللازمة لسد احتياجات هذه السوق سريعة النمو. وهناك حاجة ملحّة لتحسين دراسة الجدوى لمشاركة القطاع الخاص في تطوير البنية التحتية للشحن بالتعاون مع شركات التوزيع والبلديات.

وينطوي النمو السريع لاعتماد السيارات الكهربائية على جملة من التحديات والفرص. كما يوفر تحفيز اعتماد النظم الكهربائية في قطاع النقل ميزة الاقتران بالطاقة المتجددة الفعالة من حيث التكلفة ومعالجة نمو الطلب البطيء على الكهرباء. ومع ذلك، فإن زيادة حمولات الشحن خلال الساعات خارج ذروة توليد الطاقة الشمسية ستلقي بأعباء إضافية على الشبكة. ومن خلال اتخاذ تدابير معينة مثل التعريفات على أساس وقت الاستخدام، يمكن تشجيع الشحن خلال ساعات التحميل المنخفض وذروة توليد الطاقة الشمسية الكهروضوئية. ومن خلال الرقمنة والعدادات الذكية، تتمتع المركبات الكهربائية أيضاً بإمكانية المشاركة الفاعلة في تقديم خدمات الشبكة، بما في ذلك التخزين.

من ناحية أخرى؛ فإنه لاغتنام هذه الفرص من الضروري وضع استراتيجية طويلة الأجل لتنويع استخدامات الطاقة في قطاع النقل والتي تضع في الاعتبار أيضاً بدائل أخرى مثل الغاز الحيوي لمركبات البلدية الكبيرة والهيدروجين الأخضر. وستكون وزارة النقل الهيئة الوطنية الرئيسية المسؤولة عن دمج حلول التنقل البديلة في استراتيجية النقل الوطنية. وثمة خبرات متاحة من الاقتصادات الناشئة فيما يخص تصميم سياسات شاملة للمركبات الكهربائية تشمل أهدافاً طويلة الأجل (حسب القطاع)، وحوافز للمركبات، ونماذج لتطوير البنية التحتية للشحن الخاص والعام، والتدريب المهني، والبحث والتطوير. علاوة على ذلك، يجب أيضاً مراعاة إدارة البطاريات في نهاية عمرها لإعادة التدوير والتخلص المستدامين. ويؤدي غياب مثل هذه الاستراتيجية، والافتقار إلى خارطة طريق واضحة ذات أهداف وسياسات مستقلة،

إلى إبطاء وتيرة تحول استخدامات الطاقة في قطاع النقل إلى حد كبير.

الإجراءات الموصى بها:

- وضع خطة عمل طويلة الأجل لتنويع استخدامات الطاقة في قطاع النقل بما يتماشى مع الاستراتيجية الأردنية الشمولية لقطاع الطاقة واستراتيجية النقل الوطنية طويلة المدى. ويجب أن تتضمن الخطة أهدافاً لاعتماد مزيج مناسب من أنواع الوقود البديلة مثل الكهرباء المتجددة، والوقود الحيوي السائل والغازي، وكذلك الهيدروجين الأخضر. ويجب أن تكون هذه الاستراتيجية مدعومة بسياسات وحوافز ثابتة.

- تطوير سياسة شاملة لتسهيل اعتماد المركبات الكهربائية والحد من تلوث الهواء. ويجب أن تتضمن السياسة أهدافاً وحوافز ثابتة لاعتماد النظم الكهربائية في قطاع النقل العام والأساطيل والمركبات الخاصة والسعي لتطوير البنية التحتية للشحن وتعزيز قدرات التشغيل والصيانة.

- تقديم تفويضات لأصحاب الأساطيل الكبيرة بغية التحول إلى المركبات الكهربائية واتخاذ تدابير مناسبة لتسهيل هذا التحول، بناءً على تجربة أمانة عمان الكبرى.

- إجراء تقييم فني اقتصادي وبيئي شامل للمركبات الكهربائية العامة والاضطلاع بمشاريع تجريبية من شأنها تنوير عملية صنع القرار فيما يتعلق بمشتريات النقل العام القادمة.

- تحديد أنسب نماذج الأعمال من أجل التوسع السريع في تطوير البنية التحتية للشحن العام والخاص بقيادة القطاع الخاص وشركات التوزيع (كأعمال غير أساسية) والبلديات.

- دمج أنظمة التنقل الكهربائية في قانون البناء الوطني الأردني، وحفز المباني الحالية والجديدة لتطوير البنية التحتية اللازمة للشحن الموزع.

- مواءمة تعليمات الترخيص الصادرة عن هيئة تنظيم قطاع الطاقة والمعادن في عام 2014، وكذلك هيكليات تعرفة الكهرباء لمحطات الشحن بغية تحسين جدوى الأعمال بالنسبة لاستثمارات القطاع الخاص.

- اعتماد استراتيجية شاملة لدمج المركبات الكهربائية بشكل فاعل في منظومة الطاقة من خلال تقديم تعريفات منخفضة التكلفة للشحن خلال ذروة توليد الطاقة الشمسية الكهروضوئية بين الساعة 11 صباحاً و 2 ظهراً. علاوة على ذلك، وضع استراتيجية توصيل المركبات الكهربائية بالشبكة والتي تتيح للمركبات الكهربائية توفير خدمات الشبكة، بما في ذلك التخزين وتحويل الطلب، مدعومة بسياسة الرقمنة والقياس الذكي.

- خطة لإدارة نهاية العمر الافتراضي لبطاريات الليثيوم أيون مع زيادة المركبات الكهربائية وبناء القدرات المرتبطة بها، بما في ذلك إعادة الاستخدام لتطبيقات تخزين الكهرباء الثابتة (تطبيقات مستقلة أو متصلة بالشبكة).

- دعم تطوير أنواع الوقود البديلة مثل الوقود الحيوي السائل والغازي (مثل مركبات البلدية الكبيرة) والهيدروجين الأخضر لأجزاء من قطاع النقل، مثل الشحنات الكبيرة، التي لا يمكن توفير الكهرباء لها.

6.5 تشجيع استثمارات الطاقة المتجددة

مع التوسع الذي حققه قطاع الطاقة المتجددة منذ عام 2012، نمت تدفقات الاستثمار بسرعة، لتصل إلى 5 مليارات دولار أمريكي تراكمي بحلول نهاية عام 2019 (وزارة الطاقة والثروة المعدنية، 2020). ويعزى الجزء الأكبر من الاستثمارات إلى مصادر دولية، بما في ذلك التمويل التجاري والإنمائي. وأثرت عدة عوامل سلباً على حشد التمويل المحلي للقطاع. وتشمل هذه العوامل افتقار البنوك المحلية إلى القدرات والمهارات اللازمة لتمويل مشاريع الطاقة المتجددة على مستوى المرافق، وحجم الاستثمارات المطلوبة، وقدرة مطوري المشاريع الدوليين على تأمين رأس مال أكثر جاذبية من مصادر خارجية. ومع ذلك، فإنه مع الدعم القوي من الجهات المانحة ومؤسسات التمويل الإنمائي، لعبت البنوك التجارية المحلية والتعاونيات دوراً محفزاً لتنفيذ خطط التمويل العام لتطبيقات الطاقة المتجددة صغيرة النطاق، مثل أنظمة الطاقة الشمسية الكهروضوئية على الأسطح وسخانات المياه العاملة بالطاقة الشمسية، من خلال البنك المركزي الأردني وبرنامج صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة. كما تم توفير التمويل لإجراء عمليات تدقيق لاستهلاك الطاقة لدى كبار مستهلكي الطاقة.

وبغية توسيع نطاق اعتماد الطاقة المتجددة، يجب حشد مستويات أكبر بكثير من رأس المال المحلي في قطاعي المرافق والطاقة الموزعة، وكذلك في قطاعي النقل والتسخين/التبريد. كما ستكون هناك حاجة إلى إقامة استثمارات كبيرة في مجال ترشيد الطاقة وتطوير البنية التحتية التكميلية، مثل البنية التحتية لشحن المركبات الكهربائية، وشبكات النقل والتوزيع، والتخزين. ومع وجود رصيد قوي من مؤسسات التمويل الدولية المساهمة في قطاع الطاقة المتجددة في الأردن، ثمة حاجة إلى تكريس الاهتمام لزيادة قدرة مؤسسات التمويل المحلية على حشد رأس مال أكبر لدعم هذا القطاع.

18 http://www.trt.it/en/PROGETTI/development-of-long-term-national-transport-strategy-for-jordan/

الإجراء العاشر: دعم إمكانات مؤسسات التمويل المحلية ومطوري المشاريع

تساهم بعض البنوك المحلية مع بنوك الإنمائية متعددة الأطراف في تمويل المشاريع الكبيرة، مع ذلك تبقى مشاركتها في تمويل مشاريع الطاقة المتجددة على نطاق المرافق الخدمية خجولة للغاية. وينطبق هذا بشكل خاص على تمويل المشاريع التي تتطلب استثمارات أكبر، ومدة استحقاق أطول، ومستوىً أعلى من التوثيق. ومع مرور الوقت، يتبلور فهم أفضل للقطاع ويتم تطوير الإمكانات وفقاً لذلك. ويمكن لتسهيلات القروض ووسائل الحد من المخاطر التي تتبناها مؤسسات التمويل الدولية، بما فيها البنوك الإنمائية متعددة الأطراف والبنوك الإنمائية الوطنية، أن تساهم في زيادة خبرة البنوك المحلية، وحشد المزيد من رأس المال المحلي لتطوير مشاريع الطاقة المتجددة.

وإلى جانب تمويل مشاريع الطاقة المتجددة، ثمة حاجات استثمارية كبيرة لترشيد الطاقة (مثل المصابيح العاملة بتقنية الديودات الباعثة للضوء LED، واستبدال المعدات الصناعية)، وتطوير بنية التحتية متكاملة (مثل التخزين الموزّع، والمركبات الكهربائية، ومرافق الشحن). ونظراً لطبيعة هذه الاستثمارات من حيث التوزّع، فإن على مؤسسات التمويل المحلية أن تساهم في تصميم منتجات تمويلية تناسب هذه الاحتياجات الاستثمارية. فمثلاً؛ يتعين على إدارات تمويل المركبات في البنوك، الأخذ بعين الاعتبار خطوط الإقراض المخصصة للسيارات الكهربائية، وربط قروض الإسكان بتمويل الطاقة الشمسية على الأسطح والتمويل المؤسسي باستثمارات ترشيد الطاقة. لكن ضعف قدرة البنوك المحلية على فهم فرص التمويل الناشئة، قد يعيق هذه البنوك عن تصميم منتجات وخدمات مخصصة لشرائح متنوعة من المستهلكين.

كما يعاني مطورو وداعمو مشاريع الطاقة المتجددة من نقص في الإمكانات أيضاً. ولا شكّ أن محدودية المهارات في إعداد وثائق المشروع، ووضع خطط الأعمال، وتقدير تكاليف المشروع بشكل دقيق، والبحث عن تمويل، تفضي حتماً إلى ضعف جودة العروض المقدمة إلى مؤسسات التمويل.

التوصيات:

- إن تطوير إمكانات وحدات الإقراض الأخضر في البنوك التجارية المحلية بخصوص الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة والتقنيات الجديدة (مثل التخزين، والبنية التحتية للشحن الكهربائي، وترشيد استهلاك الطاقة في القطاعات الصناعية)؛ من شأنه تحسين تطبيق برامج صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة (JREEEF) والبنك المركزي الأردني، فضلاً عن زيادة إمكانية الحصول على التمويل الدولي (مثل تمويل المناخ). ويمكن اتخاذ هذه الإجراءات بالتعاون مع جمعية البنوك.
- رفع مستوى الوعي بين مؤسسات التمويل (متضمنة فروع البنوك) حول المجالات التكنولوجية التي تشملها برامج التمويل المختلفة.
- تشجيع مؤسسات التمويل الدولية؛ بما فيها البنوك الإنمائية متعددة الأطراف والبنوك الإنمائية الوطنية، على توفير تسهيلات القروض ووسائل الحد من المخاطر، بشكل يساهم في زيادة خبرة البنوك المحلية وانكشافها على قطاع الطاقة المتجددة.
- إعداد مبادرات لبناء قدرات المطورين في مجالات إعداد عروض المشاريع وخطط الأعمال القابلة للتمويل، والتي تشتمل على الطاقة المتجددة وترشيدها وتقنياتها الناشئة (مثل التخزين).
- الأخذ بعين الاعتبار متطلبات الإقراض للبنوك المحلية لتتماهى مع بعض القطاعات ذات الأولوية، لا سيما الطاقة المتجددة.

الإجراء11: تحسين الوصول إلى برامج التمويل العام

دعماً لتنفيذ القانون رقم 13 لعام 2012 المتعلق بقانون الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة والتعديلات اللاحقة، تم وضع العديد من خطط التمويل العام بمشاركة البنك المركزي الأردني، وصندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة (JREEEF)، والتعاونيات، والبنوك التجارية، والجهات المانحة.

يتم تقديم تسهيلات التمويل الميسر من البنك المركزي الأردني عبر البنوك التجارية بمبلغ قدره 4 ملايين دينار أردني. إلا أن الصعوبة في الحصول على هذا التمويل تكمن في حصر هذه القروض بالمستهلكين النهائيين وليس مطوري المشروع أنفسهم. وقد لا يرغب بعض المستهلكين النهائيين في تحمل أعباء الديون فتنخفض نسبة الإقدام على سحب القروض، ولا يستفيد البرنامج كذلك من إقراض المحفظة لمطوري المشاريع. ومن الصعوبات الأخرى التي يواجهها داعمو المشاريع هي المستويات المتباينة لإلمام فروع البنوك المحلية بشروط البرنامج، ومدى قدرة هذه الفروع على تقييم العروض في الوقت الملائم. وأخيراً، فإن تطبيق معيار العناية الواجبة أثناء تقييم تطبيقات المشروع هو نفسه بصرف النظر عن مبلغ التمويل المطلوب، مما يسفر عن زيادة فترات الانتظار وتكاليف المعاملات على المشاريع الصغيرة.

ومع ذلك، حظي تسهيل الإقراض الميسر من البنك المركزي الأردني بإقبال قوي، وقد ساهم في تطوير مشاريع ليست كبيرة كفاية للحصول على تمويل المشاريع، ولكنها ليست صغيرة بما يكفي لبرامج التمويل البديلة من صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة (JREEEF) والجهات المانحة.

ويمكن لتسهيلات الإقراض المصممة حسب احتياجات المُقترض، مع حدود ومخصصات استثمار أعلى لمُقرضي المحافظ المعتمدين، المساهمة بصورة كبيرة في تسريع نشر الطاقة المتجددة وترشيد استهلاك الطاقة عبر مختلف القطاعات (الصناعة، والتجارة، والنقل، على سبيل المثال).

ويغطي التمويل من صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة (JREEEF) أنظمة الطاقة الصغيرة، ويأتي معظم هذا التموّيل من الصناديق المحلية ومساهمات من مؤسسات مالية دولية وعدد من الجهات المانحة. وقد نجح الصندوق في تنفيذ عدة برامج تمويلية اشتملت على: سخانات المياه الشمسية؛ والطاقة الشمسية على الأسطح للمنازل والمباني العامة والمؤسسات التجارية؛ والتدفئة للمدارس؛ وخدمات تدقيق الطاقة للصناعة. ولتنفيذ برامج التمويل، أبرم الصندوق شراكات مع عدة جهات، بما فيها منظمات مجتمعية، لتركيب أكثر من 20 ألف سخان مياه شمسي. تلا ذلك إبرام شراكة مع بنوك تجارية، وهو ما يمثّل تحدياً نظراً لغياب الوعي والقدرة ضمن البنوك على تنفيذ برامج الإقراض الصغيرة.

التوصيات

- تصميم تسهيلات إقراض حسب احتياجات المُقترض، مع حدود ومخصصات استثمار أعلى لمُقرضي المحافظ المعتمدين من أجل دعم استخدام الطاقة المتجددة في قطاعات معينة (الصناعة، والتجارة، والنقل، على سبيل المثال)، وذلك بالشراكة مع مؤسسات التمويل الإنمائي، وبالاستفادة من تجربة برنامج البنك المركزي الأردني في هذا المجال.

- إرساء معايير متميزة في العناية الواجبة للعروض التي تسعى للحصول على تمويل من البنوك التجارية بناءً على حجم المشروع، وذلك اختصاراً للوقت وتكاليف معاملات المشاريع الصغيرة.

- تقديم تسهيلات تمويل لتطبيقات الطاقة المتجددة حسب كل قطاع، مثل سخانات المياه الشمسية، بالاستناد إلى تجربة الصندوق وبإشراف نماذج متنوعة مثل شركات خدمات الطاقة

- تصميم محفزات لحلول الطاقة المتجددة قائمة على الأدوات، مثل الصناديق الدوّارة، لتعزيز ثقة القطاع الخاص والمستهلكين، والمساهمة في تطوير السوق على المدى الطويل. ويمكن الاستفادة من تطبيق أداة الصندوق الدوّار في مجال سخانات المياه الشمسية مثل مشاريع شركة "كووتر" في محافظة عجلون ولواء دير علا.

- زيادة مستوى وعي المستهلكين بالبرنامج الجديد الذي أطلقه صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة (JREEEF) من أجل سخانات المياه الشمسية في أكتوبر 2019.

- ضمان رسملة الصناديق الاستثمارية الحالية، مثل صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة (JREEEF)، والاستفادة من التمويل المحلي والدولي لدعم تنمية السوق على المدى الطويل.

7.5 ترسيخ دعائم القطاعات المحلية وتوفير فرص العمل في مجال الطاقة المتجددة

تشكل تقنيات الطاقة المتجددة فرصة لخفض تكلفة الطاقة في الأردن، فضلاً عن المساهمة في تحقيق أهداف أمن الطاقة والحفاظ على البيئة في البلاد. ويمكن تعزيز فوائد تحول الطاقة من خلال ضمان المشاركة الفاعلة لقطاع الطاقة المتجددة المحلي، وبالتالي المساهمة في توفير فرص عمل وفوائد اجتماعية واقتصادية على أوسع نطاق. ويمتاز قطاع الطاقة المتجددة في الأردن ببنيان متين، حيث توظّف مئات الشركات المسجلة آلاف الأشخاص في أجزاء مختلفة من سلسلة القيمة. وتكفل الإجراءات الموجهة تمتّع الصناعة المحلية بمنظومة مناسبة قادرة على توفير المنتجات المتنوعة والخدمات اللازمة لتحوّل الطاقة في الأردن، وكذلك إقليمياً وعالمياً.

الإجراء 12: الاستفادة من إمكانات القطاعات الأخرى ومضاعفة فرص العمل في قطاع الطاقة المتجددة

يهيّئ تحول نظام الطاقة القائم على الطاقة المتجددة الفرصة لتطوير القطاعات التصنيعية وغير التصنيعية الجديدة فضلاً عن توفير فرص عمل. وإن تحقيق هذه الفوائد يتطلب مزيجاً واسعاً من السياسات التي تتجاوز التركيز على نشر التقنيات فقط. ويشمل ذلك سياسات القطاع، وتنمية المهارات، وتعزيز إمكانات البحث والتطوير.

ودعماً لتطوير الصناعة المحلية في الأردن؛ نفّذت المملكة العديد من المبادرات بما فيها إدراج متطلبات المحتوى المحلي. وتتمتع قاعدة التصنيع المحلية الحالية للطاقة المتجددة بحضور قوي في بعض المجالات؛ مثل الوحدات والكابلات وهياكل التركيب وسخانات المياه الشمسية، مع توفير العديد من الفرص الجديدة (تسخين المياه بالطاقة الشمسية باستخدام الطاقة الكهروضوئية، والوحدات أحادية المحور وثنائية الاتجاه، على سبيل المثال لا الحصر).

وعلى أي حال؛ فإن الشركات المحلية لا تزال تواجه العديد من الصعوبات. ويعتبر حجم السوق المحلية وسوق التصدير من المحددات الرئيسية لجاذبية التصنيع المحلي. وعلى المستوى المحلي، أثرت التغيرات المفاجئة في سياسات القطاع - مثل تعليق المشاريع الجديدة التي تزيد طاقتها الإنتاجية على 1 ميجاواط - بشكل سلبي على احتمالات نمو الشركات المحلية في السوق. ومن المتوقع أن توفر الاستراتيجية الشمولية المحدثة في قطاع الطاقة رؤية وافية للمستثمرين المحليين والدوليين

لوضع خطط تساعد في زيادة القدرة محلياً، بالإضافة إلى تنويع المنتجات/ الخدمات لتلبية متطلبات الأسواق المحلية والإقليمية. وبالرغم من وجود تنظيم محلي للمحتوى[19]، إلا أنه ينبغي إجراء تقييم دقيق لتعريفه ومدى كفاءته وتأثيره على التكاليف والجودة.

وعدا عن تصنيع تقنيات الطاقة المتجددة، ثمة فرص جديدة لخلق القيمة تتراوح بين عمليات التشغيل والصيانة، والتصميم، والخدمات الهندسية والمالية، وصولاً إلى الحلول المبتكرة مثل الأتمتة الصناعية، والقياس الذكي، والبنية التحتية للهيدروجين. ويمثّل بناء المهارات الكافية لتلبية احتياجات قطاع الطاقة المتجددة سريع النمو، أحد التحديات الرئيسية التي تواجه القطاع عموماً. ويعتبر تحديد الاحتياجات المستقبلية من المهارات وإبرام شراكات مع معاهد التدريب والجامعات ومؤسسات الصناعة، من الخطوات المهمة للمساهمة في تطوير المناهج وتقديم تدريب جيد للقوى العاملة. وينبغي أن تكون فرص تنمية المهارات والتدريب متكافئة للجنسين، وذلك بهدف رفع مستوى مشاركتهما في العمل في مجال الطاقة المتجددة.

التوصيات

- وضع سياسات صناعية شاملة توفر رؤية لتطوير قطاع صناعي محلي متين الأسس (التصنيعي وغير التصنيعي، بما في ذلك التشغيل والصيانة) يقوم على الطاقة المتجددة وكفاءة استهلاك الطاقة والحلول التكميلية (مثل التخزين والشبكات الذكية والهيدروجين الأخضر).

- إعداد رؤية مستقبلية طويلة الأمد للطلب على الطاقة المتجددة، وذلك لتمكين القطاع الخاص من التخطيط لزيادة القدرة وتنويع المنتجات/ الخدمات.

- مراجعة عمليات الشراء العامة الحالية لتحديد مزايا التصميم؛ مثل أصول متطلبات المعدات، والتي تشكل عقبة كبيرة أمام الموردين المحليين للمشاركة في القطاع.

- تعزيز حوافز التصدير المتاحة لمنتجات وخدمات الطاقة المتجددة المحلية، وذلك بناءً على الاتفاقيات الإقليمية مثل السوق العربية المشتركة.

- دراسة كيفية تحسين اللوائح التنظيمية للمحتوى المحلي وتعريفها ومدى كفاءتها وتأثيرها على التكاليف والجودة.

- تطوير مراكز للابتكار ومشاريع تجريبية لإيجاد الحلول اللازمة لدمج الطاقة المتجددة في القطاعات المختلفة، وبالتالي تعزيز المعرفة والخبرة.

- وضع خطة وطنية رئيسية لتعزيز فرص العمل المحلية في مجال الطاقة المتجددة، وذلك بالتعاون مع وزارة الطاقة والثروة المعدنية؛ ووزارة التعليم العالي والبحث العلمي؛ ووزارة العمل؛ وهيئة تنظيم قطاع الطاقة والمعادن؛ ووزارة الصناعة والتجارة والتموين. ويجب أن تحدد هذه الخطة الاحتياجات المستقبلية من المهارات في مختلف أجزاء سلسلة القيمة للطاقة المتجددة؛ بما في ذلك التصنيع والتشغيل والصيانة، بالإضافة إلى التقنيات التكميلية مثل بطاريات التخزين والمركبات الكهربائية.

- التركيز على برامج التعليم والتدريب والشراكات بين الصناعة والجامعات لضمان تطوير المهارات في القطاع.

الإجراء 13: رفع سوية الوعي وتعزيز قاعدة المعلومات حول الطاقة المتجددة

إن تدني مستوى الوعي بين أصحاب المصلحة فيما يخص تكاليف وفوائد وفرص حلول الطاقة المتجددة، يشكّل عقبة رئيسية أمام توسع القطاع. ويشهد القطاع تطوراً سريعاً مع انخفاض التكاليف وظهور تقنيات وتطبيقات جديدة للاستخدامات النهائية في المجالات السكنية والتجارية والصناعية والنقل، مما يؤدي إلى تفاوت في المعلومات بين صنّاع السياسات والصناعة والمستهلكين. ويؤثر هذا الأمر مباشرةً على عملية اتخاذ القرارات الصائبة والإقبال على حلول الطاقة المتجددة برغم كونها حالة اقتصادية قوية تُشجع على تبنيها. كما لوحظ غياب الوعي بين المستهلكين فيما يتعلق بالسياسات الحالية والحوافز المالية التي تقدمها الحكومة. ويعتبر رفع حصة الطاقة المتجددة المتغيرة في مزيج الطاقة؛ وخلق الوعي لدى المستخدمين النهائيين؛ وتغيير السلوكيات؛ وتعزيز القدرة على تبني تقنيات جديدة (السيارات الكهربائية على سبيل المثال)، أمراً ضرورياً للغاية لتنويع مزيج الطاقة الأردني بنجاح.

ويشكّل الوصول إلى البيانات المحدّثة أمراً بالغ الأهمية للتخطيط واتخاذ قرارات متبصّرة وتطوير برامج التوعية. ومع ذلك، ليس من السهل الوصول إلى البيانات المفصّلة الخاصة باستخدام الطاقة واستهلاكها على مستوى القطاع الفرعي. أما في الصناعة، مثلاً، قد يفيد الوصول إلى بيانات استخدام الطاقة على مستوى محطات توليد الطاقة في إجراء مقارنة معيارية على المستويين الوطني والإقليمي؛ ولدعم عمليات التخطيط على المستوى الوطني؛ وتقييم جدوى الطاقة المتجددة ومعايير ترشيد الطاقة. وإن تنفيذ متطلبات تدقيق الطاقة بموجب نظام تنظيم إجراءات ووسائل ترشيد الطاقة وتحسين كفاءتها رقم (73) لعام 2012، يوفر فعلياً أساساً سليماً لجمع بيانات موحدة مفصّلة على مستوى الصناعة عموماً.

19 محدد حالياً بنسبة 35٪ للطاقة الشمسية الكهروضوئية على مستوى المرافق و20٪ لمشاريع طاقة الرياح

التوصيات

- نشر دراسة الجدوى الوافية للطاقة المتجددة في الأردن ومزاياها الاجتماعية والاقتصادية والبيئية طويلة الأمد. وينبغي على صانعي القرار الحكوميين والمحليين مثل وزارة الطاقة والثروة المعدنية، ووزارة البيئة، والمؤسسات الأخرى ذات الصلة، إيصال هذه الرسالة الرئيسية على نحوٍ فاعلٍ.

- تصميم حملات عامة مخصصة للتعريف بخيارات الطاقة المتجددة المتوفرة وتكاليفها ومزاياها، فضلاً عن خطط التمويل المتيسرة.

- تصميم برامج وحملات توعوية تستهدف مجموعات المستخدمين النهائيين المحتملين؛ في الصناعات والأعمال التجارية (الفنادق مثلاً) والقطاع السكني والمياه على سبيل المثال، لاغتنام فرص تبنّي الطاقة المتجددة مستفيدين من دراسات حالة حول الفوائد المكتسبة.

- رفع مستوى الوعي بالمزايا الاجتماعية والاقتصادية والبيئية للطاقة المتجددة من خلال وسائل الإعلام ووكالات الإعلام العامة.

- تعزيز قاعدة البيانات والمعلومات المتعلقة باستخدام الطاقة على مستوى القطاع الفرعي وخاصة الصناعة. وتم تفويض دائرة الإحصاءات العامة قانونياً بجمع البيانات. وبالنسبة للصناعة، ثمة حاجة إلى التعاون مع وزارة الطاقة والثروة المعدنية وغرفة الصناعة والتجارة لتوحيد وجمع بيانات الطاقة الخاصة بالصناعة.

المراجع

أيوب أبو ديّة (2015)، ورقة سياسات: من فوضى الطاقة إلى إدارتها: دراسة حالة الأردن (2007 - 2020)، مؤسسة "فريدريش إيبرت"، عمّان، https://library.fes.de/pdf-files/bueros/amman/11188.pdf.

معن علي العياصرة، (2018)، لمحة عن إمكانات الطاقة المتجددة في القطاع الصناعي في الأردن، وحدة الطاقة والاستدامة البيئية، غرفة صناعة الأردن، https://cmimarseille.org/menacspkip/wp-content/uploads/2018/09/1c-jci-maen.pdf.

ليث الرحاحلة، (2018)، "الحالة الراهنة للطاقات المتجددة في الأردن"، منشورات جامعة كاريليا للعلوم التطبيقية سي: التقارير، 54، جوينسو، فنلندا. http://finpetra.karelia.fi/wp-content/uploads/2019/03/Jordan-report-renewable-energy.pdf.

هشام السلامي، واسماعيل الحنطي (2017)، "إمكانات ومعوقات ترشيد الطاقة في القطاع السكني الأردني عبر العزل الحراري"، المجلة الأردنية للهندسة الميكانيكية والصناعية، المجلّد 11 / 3، الصفحات: من 145-141، http://jjmie.hu.edu.jo/vol-11-3/JJMIE-112-16-01.pdf.

أريانا باريلارو (2019)، آفاق تحويل النفايات إلى طاقة في الأردن، "إكو مينا"، www.ecomena.org/waste-energy-jordan.

بنك الأردن (2017)، بنك الأردن وصندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة يوقّعان اتفاقية شراكة استراتيجية، بنك الأردن، www.bankofjordan.com/news/bank-jordan-and-jreeef-sign-cooperation-agreement.

إيميليانو بيليني (2019)، الأردن تجدد الخصومات الشمسية على الألواح الشمسية الكهروضوئية السكنية، "مجلة بي في"، www.pv-magazine.com/2019/11/15/jordan-renews-solar-rebates-for-residential-pv.

إيميليانو بيليني (2018)، الأردن تحصل على قرض بقيمة 265 مليون دولار لتحسين قدرات الشبكة وتعزيز مساهمة الطاقة الشمسية، "مجلة بي في"، www.pv-magazine.com/2018/12/04/jordan-gets-265-million-loan-to-improve-grid-capabilities-integrate-more-solar/.

"بلومبرغ لتمويل الطاقة الجديدة" (2019أ)، ازدهار استثمارات تخزين الطاقة مع انخفاض أسعار البطاريات إلى النصف خلال العقد المقبل، https://about.bnef.com/blog/energy-storage-investments-boom-battery-costs-halve-next-decade/.

"بلومبرغ لتمويل الطاقة الجديدة" (2019ب)، "كلايمتسكوب" 2019: نظرة على الأسواق الناشئة 2019، http://global-climatescope.org/assets/data/reports/climatescope-2019-report-en.pdf.

ستانلي كارفالو (2018)، مصدر تستكمل تمويلا بقيمة 188 مليون دولار لمشروع للطاقة الشمسية في الأردن www.reuters.com/article/emirates-jordan-renewables/abu-dhabis-masdar-seals-188-mln-funding-for-jordan-solar-project-idUSL8N1PC3RP.

تشان، ليلي ومو كانتنر (2019)، توجّهات، وتحديات، وفرص العمل أمام اللاجئين في الأردن، مؤسسة عبد الله الغرير للتعليم، دبي، https://data2.unhcr.org/en/documents/download/71005.

"كلايميتسكوب" / "بلومبرغ لأبحاث تمويل الطاقة الجديدة"، (2019)، الاستثمار في الطاقة النظيفة – الأردن، https://global-climatescope.org/results/JO#clean-energy-investment.

"مركز الطاقة المتجددة وادخارها" CRES (2008) ، دراسة تحليلية للسوق – الأردن، Solarbuild - WP3، www.cres.gr/solarbuild/pdf/Solarbuild-Jordan.pdf.

دائرة النقل في دلهي (2018)، سياسة المركبات الكهربائية في دلهي 2018، https://transport.delhi.gov.in/sites/default/files/All-PDF/Electric%20Policy%202018.pdf.

البنك الأوروبي لإعادة البناء والتنمية (2016)، البنك الأوروبي لإعادة البناء والتنمية يدعم الطاقة الشمسية في الأردن، www.ebrd.com/news/2016/ebrd-supports-solar-power-in-jordan.html

البنك الأوروبي لإعادة البناء والتنمية (بدون تاريخ)، محطة ريشا للطاقة الشمسية الكهروضوئية، البنك الأوروبي لإعادة البناء والتنمية، www.ebrd.com/work-with-us/projects/psd/risha-solar-pv-project.html.

مجلس السياسات الاقتصادية (2017)، خطة تحفيز النمو الاقتصادي الأردني 2018-2022، www.ssif.gov.jo/UploadFiles/JEGProgramEnglish.pdf.

جمعية "إدامة" (2020)، مستقبل قطاع الطاقة المتجددة في الأردن بعد جائحة "كوفيد-19"، https://edama.jo/blog/press/.

جمعية "إدامة" (2019أ)، مجلس الوزراء يوقف منح الموافقات لمشاريع الطاقة المتجددة، https://edama.jo/wp-content/uploads/2019/01/The-Cabinet-Resolution-on-Suspending-Approvals-for-Renewable-Energy-Projects.pdf.

جمعية "إدامة" (2019 ب)، الطاقة الشمسية غير المركزية في الأردن: تسهيل الإجراءات الإدارية لتحقيق الاستفادة القصوى من المزايا الاقتصادية والاجتماعية، جمعية "إدامة"، www.solarpowereurope.org/wp-content/uploads/2019/09/20190806_SolarPower-Europe_EDAMA_Decentralised-Solar-in-Jordan.pdf.

جمعية "إدامة" (2019 ج)، إمكانات وتحدّيات قطاع الطاقة المتجددة،
https://edama.jo/wp-content/uploads/2019/07/Renewable-Energy-Sector-Opportunities-Challenges.pdf.

بنك الاستثمار الأوروبي و"أيرينا" (2015)، تقييم إمكانات تطوير الطاقة المتجددة في بلدان منطقة البحر المتوسط، بنك الاستثمار الأوروبي والوكالة الدولية للطاقة المتجددة،
www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2015/femip_study_evaluating_renewable_energy_manufacturing_potential_en.pdf.

تالا العيسى (2017)، أسباب انتشار السيارات الكهربائية في شوارع الأردن [مقابلة]، منصة "ومضة"،
www.wamda.com/memakersge/2017/10/reasons-mushrooming-electric-cars-jordans-roads-qa.

هيئة تنظيم قطاع الطاقة والمعادن (2015)، الأدوات والتوجيهات التنظيمية لقطاع الطاقة المتجددة، هيئة تنظيم قطاع الطاقة والمعادن،
www.medreg-regulators.org/Portals/_default/Skede/Allegati/Skeda4504-109-2015.9.30/A_Mohammad_RES.pdf?IDUNI=hz2iavexeyuhmnk1qiwnzbxz42.

وايلون فيربانكس، (2019)، شركة الكهرباء الوطنية الأردنية: هل ستتوقف خسائر التشغيل؟، "ميدل إيست إيكونوميك سيرفي"،
www.mees.com/2019/5/31/economics-finance/jordans-nepco-an-end-to-operating-losses/0f28d890-83a8-11e9-885a-4d6a9a764eb2.

مؤسسة فريدريش إيبرت (2019)، توصيات بشأن وسائل النقل الكهربائية في الأردن،
http://library.fes.de/pdf-files/bueros/amman/15635.pdf.

المعهد العالمي للنموّ الأخضر (2018)، النقل المستدام في الأردن: المعهد العالمي للنموّ الأخضر يتناول موضوع حافلات النقل السريع في عمّان، المعهد العالمي للنمو الأخضر،
https://gggi.org/sustainable-transport-in-jordan-gggi-makes-the-case-for-electric-brt-buses-in-amman/.

محمد غزال (2016)، الأردن توقع اتفاقية لإنشاء محطة طاقة تعمل بالفحم،
www.jordantimes.com/news/local/jordan-signs-deal-coal-fuelled-power-plant.

هال ماكس (2020)، الأردن تغلق مشاريع الطاقة الشمسية غير المدعومة، "مجلة بي في"،
www.pv-magazine.com/2020/03/31/jordan-switches-off-all-large-scale-solar/.

رسمي حمزة، (2018)، تطوير برامج ترشيد الطاقة وتطبيقها على الأجهزة المنزلية وقطاع التبريد والتكييف (منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا)،
www.ozonactionmeetings.org/system/files/rasmi_hamzeh-_implementing_ee_programs_rac.pdf.

الوكالة الدولية للطاقة (2020)، سياسات الطاقة في الأردن، الوكالة الدولية للطاقة،
www.iea.org/policies/5349-directive-governing-the-sale-of-electrical-energy-generated-from-renewable-energy-systems-net-metering.

الوكالة الدولية للطاقة (2017)، الاستهلاك الفرديّ للكهرباء، على مستوى العالم 1990 - 2017، الوكالة الدولية للطاقة،
www.iea.org/statistics/?country=WORLD&year=2016&category=Electricity&indicator=ElecConsPer Capita&mode =chart&dataTable =INDICATORS.

الوكالة الدولية للطاقة – برنامج التسخين والتبريد بالطاقة الشمسية (2019)، الطاقة الشمسية حول العالم: تقرير حول توجّهات وتطورات السوق العالمية لعام 2018، برنامج الوكالة الدولية للطاقة للتسخين والتبريد بالطاقة الشمسية،
www.iea-shc.org/Data/Sites/1/publications/Solar-Heat-Worldwide-2019.pdf.

صندوق النقد الدولي (2019)، الأردن – مراجعة القطاع، تقرير صندوق النقد الدولي حول الأردن رقم 19 / 127، صندوق النقد الدولي،
www.imf.org/~/media/Files/Publications/CR/2019/1JOREA2019001.ashx.

"مجلة البنية التحتية" (2013)، الأردن تطلق الجولة الثانية من عروض التمويل المباشرة لدعم الطاقة المتجددة،
www.mesia.com/wp-content/uploads/2017/09/Jordan-Launches-Round-2-of-Direct-Proposals-Process-for-Renewable-Energy.pdf

الوكالة الدولية للطاقة المتجددة "آيرينا" (2020 أ)، التخطيط لقطّاع الطاقة في الدول العربية: دمج مختلف مصادر الطاقة المتجددة، الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، أبوظبي، https://irena.org/publications/2020/Jan/Arab-VRE-planning.

الوكالة الدولية للطاقة المتجددة "آيرينا" (2020ب)، إطار عمل تقييم تخزين الطاقة: تقييم قيمة النظام والتحقق من جدوى المشاريع، الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، أبوظبي،
https://irena.org/publications/2020/Mar/Electricity-Storage-Valuation-Framework-2020.

الوكالة الدولية للطاقة المتجددة "آيرينا" (2020ت)، تكاليف توليد الطاقة عبر المصادر المتجددة خلال عام 2019، الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، أبوظبي،
https://irena.org/publications/2020/Jun/Renewable-Power-Costs-in-2019.

الوكالة الدولية للطاقة المتجددة "آيرينا" (2020ث)، الآفاق العالمية للطاقة المتجددة: تحوّل الطاقة بحلول عام 2050، ورقة حقائق بشأن منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، الوكالة الدولية للطاقات المتجددة، أبوظبي،
www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Apr/IRENA_GRO_R07_MENA.pdf?la=en&hash=B8636B0BE086FE7033F120A6E9AA385F21A48747.

الوكالة الدولية للطاقة المتجددة "آيرينا" (2019أ)، مزادات الطاقة المتجددة: الوضع الراهن والتوجّهات بعيداً عن الأسعار، الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، أبوظبي،
www.irena.org/publications/2019/Dec/Renewable-energy-auctions-Status-and-trends-beyond-price.

الوكالة الدولية للطاقة المتجددة "آيرينا" (2019ب)، سيناريوهات تحول الطاقة طويل الأمد، الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، أبوظبي.

الوكالة الدولية للطاقة المتجددة "آيرينا" (2019ت)، البيئة الابتكارية لمستقبلٍ يرتكز على الطاقة المتجددة: حلول دمج مختلف مصادر الطاقة المتجددة، الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، أبوظبي.

الوكالة الدولية للطاقة المتجددة "آيرينا" (2018أ)، مرونة نظام الطاقة لناحية تحوّل الطاقة، الجزء الأول: لمحة عامة عن صنّاع السياسة، الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، أبوظبي،
www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Nov/IRENA_Power_system_flexibility_1_2018.pdf.

الوكالة الدولية للطاقة المتجددة "آيرينا" (2018 ب)، توليد الهيدروجين عبر الطاقة المتجددة: الآفاق التقنية لتحوّل الطاقة، الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، أبوظبي.

الوكالة الدولية للطاقة المتجددة "آيرينا" (2017)، مزايا الطاقة المتجددة: اغتنام الإمكانات المحلية في توليد الطاقة الشمسية الكهروضوئية، الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، أبوظبي،
www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2017/Jun/IRENA_Leveraging_for_Solar_PV_2017.pdf.

الوكالة الدولية للطاقة المتجددة ولجنة الأمم المتحدة الاقتصادية والاجتماعية لغرب آسيا (2018)، تقييم إمكانات تصنيع تقنيات الطاقة المتجددة في المنطقة العربية: الأردن، لبنان، الإمارات العربية المتحدة، الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، أبوظبي،
https://irena.org/publications/2018/Oct/Evaluating-renewable-energy-manufacturing-potential-in-the-Arab-region.

الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، الوكالة الدولية للطاقة، شبكة سياسة الطاقة المتجددة للقرن الحادي والعشرين" (2018) (REN21)، سياسات الطاقة المتجددة خلال فترة التحوّل، الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية / الوكالة الدولية للطاقة، وشبكة سياسة الطاقة المتجددة للقرن الحادي والعشرين.

دائرة الإحصاءات العامة في الأردن (2020أ)، الصفحة الرئيسية للدائرة، http://dosweb.dos.gov.jo/ (تمّ زيارتها في 1 أبريل 2020).

دائرة الإحصاءات العامة في الأردن (2020ب)، نمو الناتج المحلي الإجمالي بنسبة 1.9% بالأسعار الثابتة في الربع الثالث من عام 2019، http://dos.gov.jo/dos_home_e/main/archive/GDP/2020/Q3.pdf.

دائرة الإحصاءات العامة في الأردن (2020 ج)، 19.0 % معدل البطالة خلال الربع الرابع من عام 2019،
http://dos.gov.jo/dos_home_e/main/archive/Unemp/2020/Emp_Q4_2019.pdf.

دائرة الإحصاءات العامة في الأردن (2019)، الكتاب الإحصائي السنوي الأردني 2018،
http://dosweb.dos.gov.jo/DataBank/Yearbook_2018/Transport.pdf.

السفارة الأردنية (2019)، وزير الطاقة يؤكد أن الأردن ستزوّد العراق بالكهرباء وفق برنامج تنفيذي،
http://jordanembassyus.org/news/jordan-provide-iraq-electricity-under-executive-program-says-energy-minister.

ذا جوردن تايمز (2020أ)، شركة الكهرباء الوطنية تبدأ التشغيل التجريبي لضخّ الغاز من "نوبل إنرجي"،
https://jordantimes.com/news/local/nepco-begins-gas-pumping-trial-run-noble-energy.

ذا جوردن تايمز (2020ب)، الأردن تسعى لاغتنام الطاقة الشمسية في إنارة الشوارع – هالة زواتي،
https://jordantimes.com/news/local/jordan-harness-solar-energy-power-street-lights-%E2%80%94-zawati.

ذا جوردن تايمز (2020ت)، القطاع الصناعي يعتزم الاستفادة من برنامج الطاقة الشمسية،
www.jordantimes.com/news/local/industrial-sector-benefit-solar-energy-scheme.

"جوردن تايمز" (2019 أ)، محطة طاقة تعمل بالصخر الزيتي لتوليد 15% من كهرباء الأردن بحلول شهر مايو المقبل،
www.jordantimes.com/news/local/oil-shale-power-station-generate-15-jordans-electricity-needs-next-may.

جوردن تايمز (2019 ب)، زواتي: نفذّ صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة مشاريع للطاقة المتجددة بقيمة 50 مليون دينار خلال أربع سنوات،
www.jordantimes.com/news/local/jreeef-implements-jd50m-worth-renewable-energy-projects-four-years-—-zawati.

صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة (2020)، ترشيح برنامج مجتمعي لتركيب سخانات مياه عاملة بالطاقة الشمسية للفوز بجائزة "خط الاستواء 2020"، صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة،
http://prize.equatorinitiative.org/wp-content/uploads/formidable/6/Nomination-Document-JREEEF-1.pdf.

شركة "التبغ اليابانية الدولية" (2018)، تفعيل قدرتنا على النموّ: لمحة عامة عن المصنع والمشاريع في الأردن، شركة "التبغ اليابانية الدولية"،
https://cmimarseille.org/menacspkip/wp-content/uploads/2018/09/7.B-JTI.pdf.

خبّرني (2019)، زواتي: استبدال 150 ألف وحدة إنارة منزلية (باللغة العربية)،
www.khaberni.com/news/زواتي-استبدال-150-ألف-وحدة-إنارة-منزلية296029-.

طاهر خليلي (2017)، الأردن تتصدّر بلدان منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا في مجال المركبات الكهربائية،
http://futurefuelstrategies.com/2017/09/14/jordan-positioning-leader-evs-mena-region/.

لافارج هولسيم (2017)، "لافارج هولسيم" توقّع اتفاقية لإنشاء محطة توليد كهرباء بالطاقة الشمسية في الأردن،
www.lafargeholcim.com/solar-power-plant-jordan.

تافلاين لايلن (2012)، "ميناجيوثيرمال" تنجز أكبر نظام للطاقة الحرارية الجوفية في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا،
www.greenprophet.com/2012/10/mena-geothermal-jordan-aum/.

ماريا مايش (2017)، "فوتواتيو" تكمل عملية الإغلاق المالي لمشاريع طاقة شمسية في الأردن باستطاعة 133 ميجاواط، مجلة "بي في"
www.pv-magazine.com/2017/03/28/fotowatio-reaches-financial-close-for-133-mw-jordan-solar-projects/.

يعقوب مرار (2019)، برنامج الطاقة المتجددة في الأردن: عرض تقديمي لورشة عمل في إطار مشروع "المبادرة الإقليمية لتعزيز تطبيقات الطاقات المتجددة صغيرة السعة في المناطق الريفية في المنطقة العربية (REGEND)" التي تنفذها اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا "الاسكوا"،
www.unescwa.org/sites/www.unescwa.org/files/events/files/1.1_renewable_energy_projects_in_jordan_-_memr_-_mar-.rar_0.pdf.

رابطة البحر المتوسط للوكالات الوطنية لإدارة الطاقة (2019)، تحويل 300 مضخة ريّ للعمل على الطاقة الشمسية دعماً للمزارعين في الأردن،
www.medener.org/en/300-solar-water-pumps-for-jordanian-farmers/.

وزارة الطاقة والثروة المعدنية (2019أ)، Ma

وزارة الطاقة والثروة المعدنية (2019ب)، التقرير السنوي للطاقة 2019 – حقائق وإحصاءات، وزارة الطاقة والثروة المعدنية،
https://www.memr.gov.jo/ebv4.0/root_storage/ar/eb_list_page/memr_annual_report_2019_-_15.5.2020.pdf

وزارة الطاقة والثروة المعدنية (2019ب)، ميزان الطاقة (2005 - 2018)، وزارة الطاقة والثروة المعدنية،
https://www.memr.gov.jo/ebv4.0/root_storage/ar/eb_list_page/%D9%85%D9%8A%D8%B2%D8%A7%D9%86_%D8%A7%D9%84%D8%B7%D8%A7%D9%82%D8%A9.pdf

وزارة الطاقة والثروة المعدنية (2019 ج)، ضمن المبادرة الملكية لتدفئة المدارس (باللغة العربية)، وزارة الطاقة والثروة المعدنية،
https://memr.gov.jo/Ar/NewsDetails/ضمن_المبادرة_الملكية_لتدفئة_المدارس.

ميدل إيست أونلاين (2020)، الأردن تقطع أشواطاً في إنتاج الطاقة المتجددة،
https://middle-east-online.com/en/jordan-making-strides-renewable-energy-production

ميرسي كوربس (2017)، تقييم نظام السوق عبر سلسلة قيمة زيت الزيتون: محافظات إربد والمفرق، الأردن،
https://data2.unhcr.org/en/documents/download/62035.

جمعية الشرق الأوسط لصناعات الطاقة الشمسية (2019)، تقرير آفاق الطاقة الشمسية 2019، جمعية الشرق الأوسط لصناعات الطاقة الشمسية،
www.mesia.com/wp-content/uploads/2019/01/MESIA-Solar-Outlook-Report-Single-2019.pdf.

جمعية الشرق الأوسط لصناعات الطاقة الشمسية (2018)، المبادرة الملكية لتدفئة المدارس من تنفيذ صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة ينال جائزة أفضل مشروع في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا لعام 2018، جمعية الشرق الأوسط لصناعات الطاقة الشمسية"، www.mesia.com/2018/01/28/schools-heating-program-his-majestys-initiative-implemented-by-jreeef-wins-best-mena-project-award-of-2018/.

شركة الكهرباء الوطنية (2020 أ)، تسجيل رقم قياسي جديد للحمل الكهربائي، شركة الكهرباء الوطنية،
www.nepco.com.jo/en/news_page_en.aspx?news_year=2020&news_ser_no=12.

شركة الكهرباء الوطنية (2020 ب)، 4.7% ارتفاع صادرات الكهرباء في 2019، شركة الكهرباء الوطنية، www.nepco.com.jo/en/news_page_en.aspx?news_year=2020&news_ser_no=16.

شركة الكهرباء الوطنية (2020 ج)، زواتي: الأردن يعمل على تعزيز وتطوير النظام الكهربائي الأردني وتنويع خليط الطاقة المستخدمة في توليد الكهرباء، شركة الكهرباء الوطنية، www.nepco.com.jo/en/news_page_en.aspx?news_year=2020&news_ser_no=31.

شركة الكهرباء الوطنية (2019 أ)، التقرير السنوي 2018، شركة الكهرباء الوطنية، www.nepco.com.jo/store/docs/web/2018_en.pdf.

شركة الكهرباء الوطنية (2019 ب)، النشرة السنوية 2018، شركة الكهرباء الوطنية، www.nepco.com.jo/images/bulletin/NEPCO_bulletin_en_2.jpg.

شركة الكهرباء الوطنية (2019 ج)، شركة الكهرباء الوطنية و"فجر" توقعان اتفاقيتين لتزويد "الفوسفات" و"مجموعة نقل" بالغاز، شركة الكهرباء الوطنية، www.nepco.com.jo/en/news_page_en.aspx?news_year=2019&news_ser_no=44.

شركة الكهرباء الوطنية (2018)، التقرير السنوي للعام 2017، شركة الكهرباء الوطنية، www.nepco.com.jo/store/docs/web/2017_en.pdf.

رويترز إيفينتس (2015)، انخفاض تعرفة الطاقة الكهروضوئية في الأردن بنسبة 50% في جولة العطاءات الثانية، https://analysis.newenergyupdate.com/pv-insider/photovoltaics/jordan-pv-tariffs-drop-50-second-tender-round.

المجلس النرويجي للاجئين (2020)، اتصال شخصي، لما غريبة.

ندى عبد الرحيم ونجوى عيد (2017)، مشاريع الطاقة في الأردن، www.flandersinvestmentandtrade.com/export/sites/trade/files/market_studies/Energy projects in Jordan.pdf.

المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة (2020)، المملكة الأردنية الهاشمية تصدر تعليمات منح شهادة وعلامة شمسي الخاصة بالأنظمة الشمسية الحرارية بالجريدة الرسمية، www.rcreee.org/news/jordan-adopts-shamci-mark-and-certificate-solar-thermal-products-granting-instructions-issued.

منظمة حلول الطّاقة المتجدّدة من أجل المتوسّط (2019) (RES4MED)، توسيع نطاق الطاقة المتجددة في الأردن، منظمة حلول الطّاقة المتجدّدة من أجل المتوسّط، www.res4med.org/wp-content/uploads/2019/03/Scaling-Up-Renewable-Energy-Development-in-Jordan.pdf.

الديوان الملكي الهاشمي (2020)، الملك: أهمية تعافي الاقتصاد من الآثار الناجمة عن جائحة كورونا بأقصى سرعة ممكنة، https://kingabdullah.jo/en/news/king-stresses-importance-quick-economic-recovery-covid-19-impact.

الديوان الملكي الهاشمي (2015)، الملك يوجه بتنفيذ مشروع التدفئة المركزية للمدارس الحكومية، https://kingabdullah.jo/en/news/king-orders-providing-public-schools-central-heating.

روت فيفتي (2018)، كيف لسخّانات المياه المنزلية البسيطة أن تساهم بشكلٍ كبير في التخزين، www.route-fifty.com/smart-cities/2018/12/water-heaters-power-grid-storage/153391/ (تم زيارة الصفحة في 14 سبتمبر 2020).

عبدالكريم سعودي و علي صوارية (2015)، مصادر الطاقة الحرارية الجوفية في الأردن، ورقة محدثة عن البلد، https://pangea.stanford.edu/ERE/db/WGC/papers/WGC/2015/01049.pdf.

سولار كونسينترا (2017)، استثمار التسخين بالطاقة الشمسية في العمليات الصناعية، www.solarconcentra.org/wp-content/uploads/2017/07/Solar-Concentra.GT_.Media_.Temperatura.Situación-Mer-cado.SHIP_.pdf.

نبيل طوالبة وحنان أبو سماحة وأحمد السلايمة (2020)، "إمكانات الطلب وإدارته في الأردن"، مجلة الهندسة البيئية، المجلد 21 / 1، www.jeeng.net/Demand-Side-Management-and-its-Possibilities-in-Jordan,113417,0,2.html.

اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (2015)، المملكة الأردنية الهاشمية تنوي القيام بالإسهامات المحددة وطنياً، اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Jordan First/Jordan INDCs Final.pdf.

المفوضية السامية للأمم المتحدة لشؤون اللاجئين (2020)، براعة الأردن في الاستجابة لوضع اللاجئين وحمايتهم، المفوضية السامية للأمم المتحدة لشؤون اللاجئين، https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/73311.pdf.

المفوضية السامية للأمم المتحدة لشؤون اللاجئين (2019 أ)، استراتيجية عالمية للطاقة المستدامة: استراتيجية المفوضية السامية للأمم المتحدة لشؤون اللاجئين 2019 – 2024، المفوضية السامية للأمم المتحدة لحقوق اللاجئين، www.unhcr.org/5db16a4a4.pdf.

المفوضية السامية للأمم المتحدة لشؤون اللاجئين (2019 ب)، الأردن – ورقة حقائق، المفوضية السامية للأمم المتحدة لشؤون اللاجئين، http://reporting.unhcr.org/sites/default/files/UNHCR%20Jordan%20Fact%20Sheet%20-%20November%202019_0.pdf.

الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية (2015)، تقرير دراسة الأحمال المنزلية الوطنية لعام 2015، الوكالة الأمريكية للتنمية الدولية، https://jordankmportal.com/resources/national-household-load-survey-report

هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية (2019)، الكتاب الإحصائي السنوي للمعادن – الأردن، هيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية، https://prd-wret.s3-us-west-2.amazonaws.com/assets/palladium/production/atoms/files/myb3-2015-jo.pdf.

غراهام فينتر ومارك نورمان (2019)، الأردن – العودة إلى المستقبل، "بروجكت فاينانس إنترناشونال"، www.cov.com/-/media/files/corporate/publications/2019/03/jordan_back_to_the_future.pdf.

فرتسيلا (بدون تاريخ)، محطة IPP4 الهجينة في الأردن تجمع محطة توليد الطاقة الذكية باستطاعة 250 ميجاواط + محطة للطاقة الشمسية الكهروضوئية باستطاعة 46 ميجاواط، www.wartsila.com/energy/learn-more/references/ipps/ipp4-hybrid-jordan.

فيرنر فايس ومونيكا سبورك دور (2020)، الطاقة الشمسية حول العالم: نموّ السوق العالمية وتوجّهاتها في 2019، www.iea-shc.org/Data/Sites/1/publications/Solar-Heat-Worldwide-2020.pdf.

ماريان ويلون (2019)، "أورانج الأردن" تضيف 37 ميجاواط من الطاقة الشمسية في إطار مخطط النقل بالعبور، مجلة "بي في"، www.pv-magazine.com/2019/08/01/orange-jordan-adds-37-mw-of-solar-under-wheeling-scheme/.

البنك الدولي (2019)، نموّ الناتج المحلي الإجمالي (% سنوياً) – الأردن، قاعدة بيانات البنك الدولي، https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?locations=JO.

البنك الدولي (2017)، أكثر من 200 شركة ناشئة ابتكارية في الأردن ستستفيد من التمويل في مراحل نموها الأولى، www.worldbank.org/en/news/press-release/2017/06/23/over-200-innovative-start-ups-in-jordan-to-benefit-from-early-stage-financing.

وكالة أنباء شيَنْخوا (2019أ)، الأردن يعلن نيّته لزيادة الكهرباء المصدّرة إلى فلسطين، www.xinhuanet.com/english/2019-10/22/c_138494237.htm - :~:targetText=AMMAN, Oct. 22 (Xinhua,30 megawatts to 100 megawatts.

وكالة أنباء شيَنْخوا (2019ب)، إجراءات جديدة في الأردن لحفز الاقتصاد وخفض الإنفاق، www.xinhuanet.com/english/2019-11/19/c_138564887.htm.

سامر زوايدة (2018)، نظام تصنيف الأبنية الخضراء في الأردن، www.ecomena.org/green-building-jordan/.

بلقيس زيدان (2019)، إجراءات حكومية جديدة لقطاع السيارات تتمحور حول دعم المواطنين، https://jordantimes.com/news/local/%E2%80%98new-govt-measures-automobile-sector-will-primarily-benefit-citizens%E2%80%99.

IRENA
International Renewable Energy Agency

P.O. Box 236
Abu Dhabi, United Arab Emirates
Tel: +971 2 4179000
www.irena.org

Copyright © IRENA