



من خلال تطبيق نموذج منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا للتحويل الطاقوي متعدد المراحل والمرتكز على مصادر الطاقة المتجددة، في دولة إسرائيل، تستعرض هذه الدراسة رؤية توجيهية لدعم التطوير الاستراتيجي وقيادة سيروية التحويل الطاقوي.



الانتقال إلى نظام طاقوي مرتكز على مصادر الطاقة المتجددة من شأنه التقليل من الاعتماد على الواردات وزيادة الأمن الطاقوي في إسرائيل.



القضايا الرئيسية التي يجب معالجتها لدعم سيروية التحويل الطاقوي في إسرائيل هي توسيع نطاق خيارات المرونة، مناقشة الدور بعيد المدى للغاز الطبيعي، تعزيز المشاركة والوعي، واستكشاف الدور المستقبلي لعملية "تحويل الطاقة إلى إكس" في نظام الطاقة.

التغيّر المناخي، الطاقة والبيئة

التحوّل المستدام لنظام الطاقة في إسرائيل

تطوير نموذج متعدد المراحل

سيبيل راكيل إيرسوي، جوليا تيرابون-بفاف، طارق أبو حامد وجوزيف كادار

أيلول ٢٠٢١

التغيّر المناخي، الطاقة والبيئة

التحوّل المستدام لنظام الطاقة في إسرائيل

تطوير نموذج متعدد المراحل

 Wuppertal
Institut



מכון הערבה

Arava Institute

معهد وادي عربية

فهرس المحتويات

٢	مقدّمة	١
٤	النموذج التصوّري	٢
٤	النماذج البدائية متعددة المراحل	٢,١
٦	منظور متعدد المستويات ومراحل التحوّل الثلاث	٢,٢
٦	إضافات على النموذج متعدد المراحل لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا	٢,٣
٨	النموذج متعدد المراحل لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا	٣
٨	خصائص منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا	٣,١
٩	ملاءمة فرضيات النموذج لخصائص دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا	٣,٢
٩	مراحل التحوّل الطاقوي في دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا	٣,٣
١٠	تطبيق النموذج متعدد المراحل في دولة إسرائيل، كدراسة حالة	٣,٤
١١	جمع المعطيات	٣,٥
١٦	تطبيق النموذج في إسرائيل	٤
١٦	تصنيف عملية تحول نظام الطاقة في إسرائيل بحسب النموذج متعدد المراحل	٤,١
٣٤	تقييم الوضع الحالي والنزعات القائمة على مستوى المشهد العام وعلى مستوى النظام الطاقوي	٤,١,١
٣٦	تقييم النزعات القائمة على مستوى القطاع العيني	٤,١,٢
٣٦	خطوات ضرورية للانتقال إلى المرحلة التالية	٤,١,٣
٣٧	نظرة مستقبلية للمراحل التالية في عملية التحول الطاقوي	٤,٢
٣٩	استنتاجات ونظرة مستقبلية	٥
٤٠	قائمة المراجع	
٤٥	قائمة الجداول	
٤٥	قائمة الرسومات التوضيحية	

١ مقدّمة

الإمكانات الكامنة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا لإنتاج الطاقة المتجددة، خاصةً الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، تحمل في طياتها فرصة إنتاج طاقة كهربائية محايدة لثاني أكسيد الكربون، والنهوض بالاقتصاد. مع ذلك، لا تزال معظم دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا تستخدم الوقود الأحفوري كمصدر رئيسي للطاقة، والاعتماد على استيراد الوقود الأحفوري في بعض الدول ذات الكثافة السكانية العالية ينطوي على مخاطر من حيث الأمن الطاقوي وإنفاق الميزانية العامة.

إنّ الانتقال إلى نظام طاقي قائم على مصادر الطاقة المتجددة ينطوي على استخدام واسع النطاق لتكنولوجيا الطاقة المتجددة، الاستعانة ببنى تحتية مساعدة، وضع أطر تنظيمية مناسبة، وخلق أسواق وصناعات جديدة. لذلك، من المهم فهم الاعتماد المتبادل بين الجانبين الاجتماعي-التقني في نظام الطاقة، والدينامية الرئيسية للابتكار النظامي، وبالإضافة إلى ذلك، فإنّ بلورة رؤية واضحة لهدف واتجاه سيرورة التحوّل الطاقوي تسهّل تحقيق الهدف الرئيسي المنشود. (Weber and Rohracher, 2012). وعليه، فإنّ الفهم المعزّز لسيرورات التحوّل الطاقم يساهم في إقامة حوار بناء حول سيرورات تطوير الأنظمة الطاقوية المستقبلية، بغية تطوير الاستراتيجيات اللازمة للانتقال إلى نظام طاقة يرتكز على مصادر الطاقة المتجددة.

لتعزيز فهم هذه السيرورات، تم تطوير نموذج متعدد المراحل للتحوّلات الطاقوية المرتركة على مصادر الطاقة المتجددة في دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. يبيّن هذا النموذج سيرورة تحوّل طاقي مكونة من عدة مراحل انتقالية. يستند هذا النموذج إلى نموذج ألماني متعدد المراحل، ويُسكّم لاحقاً بواسطة التعلّم والفهم الواضح لكيفية إدارة سيرورة التحوّل، ولخصائص منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. المراحل معرّفة وفقاً للعوامل والسيرورات الرئيسية التي تتشكّل منها كل مرحلة، وتم أيضاً تسليط الضوء على الاختلافات النوعية. المحور الرئيسي لكلّ مرحلة هو التطور التكنولوجي، بالإضافة إلى المعارف حول التطورات المتشابهة في الأسواق، البنى التحتية والمجتمع.

المعارف المكتملة من مجال أبحاث الاستدامة تشكّل ركيزة إضافية في إدارة سيرورة التغيير طويل الأجل في أنظمة الطاقة، بالإضافة إلى مراحل التحوّل. وعليه، فإنّ النموذج متعدد المراحل هو عبارة عن موجز لسيرورة تحوّل مركّبة، ويسهّل من التطوير المبكر لاستراتيجيات وأدوات سياساتية وفقاً لمُتطلبات المراحل المختلفة التي تشكّل معاً الرؤية التوجيهية الشمولية.

في هذه الدراسة، يُطبّق النموذج متعدد المراحل القائم في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا في دولة إسرائيل. الوضع الحالي في إسرائيل سيقم ويُحلّل

تواجه منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا العديد من التحديات، مثل زيادة النمو السكاني، تباطؤ النمو الاقتصادي، معدلات البطالة المرتفعة، والإجهاد البيئي. تتفاقم هذه التحديات في ظل القضايا العالمية والإقليمية، مثل تغيّر المناخ. تغيّر المناخ بالنسبة لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، المعرّضة في الوقت الحالي لحدّ عالٍ من المخاطر بسبب ظروفها الجغرافية والبيئية، يعني أنّها ستكون أكثر توتّراً بالعواقب السلبية في المستقبل. الجفاف سيزداد ودرجات الحرارة سترتفع في إحدى المناطق الأكثر عرضة للإجهاد المائي في العالم. وفي ظل التركيز السكاني الشديد في البلدات الحضرية في المناطق الساحلية، سيكون السكان أكثر عرضةً لشح المياه، العواصف، الفيضانات وارتفاع درجات الحرارة. في القطاع الزراعي، من المتوقّع أن تؤدي آثار التغيّر المناخي إلى خفض مستويات الإنتاج، مقابل ازدياد الطلب على الأغذية بسبب التضخم السكاني وتغيّر الأمطار الاستهلاكية. بالإضافة إلى ذلك، فإنّ خطر تضرّر البنى التحتية الحيوية أخذ في الازدياد، وتكاليف الصيانة وإعادة البناء تشكّل عبئاً إضافياً على الموارد المادية المحدودة أصلاً. هذه التحديات متعددة المستويات، الناتجة عن التفاعل بين عوامل اقتصادية، اجتماعية، ومناخية، لا يجب أن تكون موضع تجاهل، لما تحمله من مخاطر على الازدهار وعلى النمو الاقتصادي والاجتماعي-وبالتالي، على استقرار المنطقة.

قضايا الطاقة مشمولة في العديد من هذه التحديات. تعتمد المنطقة بقدر كبير على النفط والغاز الطبيعي لتلبية احتياجاتها الطاقوية. ومع أنّ المنطقة تعتبر مزود طاقة رئيسي، إلا أنّ العديد من دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا تُجاهد من أجل تلبية الطلب المتزايد على الطاقة على المستوى المحلي. الانتقال إلى أنظمة طاقوية قائمة على مصادر الطاقة المتجددة هو طريقة واعدة لتلبية الطلب المتزايد على الطاقة، ويساهم في نفس الوقت في التقليل من انبعاثات غازات الدفيئة (GHG)، بموجب اتفاقية باريس للمناخ. بالإضافة إلى ذلك، فإنّ استخدام مصادر الطاقة المتجددة من شأنه تعزيز النمو الاقتصادي، زيادة معدّلات التشغيل المحلي والحدّ من القيود المالية.

تبعاً لذلك، وعلى خلفية الطلب المتزايد على الطاقة نتيجة النمو السكاني، تغيّر العادات الاستهلاكية، التخصّص المتزايد، وعوامل أخرى- بما في ذلك التصنيع، تحلية المياه، والاستخدام المتزايد للطاقة الكهربائية للتبريد- تحظى مصادر الطاقة المتجددة باهتمام خاص في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا (MENA). لضمان الأمن الطاقوي طويل الأمد وتحقيق الغايات المتعلقة بالتغيّر المناخي، قامت معظم دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا بتطوير خطط طموحة لزيادة إنتاجها للطاقة المتجددة.

مقارنةً بالنموذج متعدد المراحل. أجريت مقابلات مع خبراء لاكتساب المعارف اللازمة لتحديد المركّبات المجرّدة والمعرّفة سابقاً للنموذج. لذلك، اقترحت خطوات إضافية للتحوّل الطاقوي- استناداً إلى خطوات النموذج متعدد المراحل. تطبيق النموذج يستند إلى نتائج تم التوصل إليها في دراسات ومشاريع سابقة أجريت في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، أمّا المعطيات العينينة لدراسة الحالة هذه جُمعت خصيصاً لأغراض هذه الدراسة من قبل الشريك المحلي، معهد وادي عربة للدراسات البيئية.

النموذج التصوري

٢.١. النماذج البدائية متعددة المراحل^١

الخيارات المرنة التي تلائم بين إمدادات الطاقة المتغيرة من منشآت الطاقة الشمسية والريحية، والطلب على الطاقة الكهربائية، وذلك من خلال توسيع نطاق الشبكات، وتعزيز المرونة في الإنتاج، التخزين وإدارة الطلب على طاقة الوقود الأحفوري المتبقي. أضيف إلى ذلك أن تطوير تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (ICT) من شأنه تعزيز المرونة في إدارة الطلب على الطاقة. بواسطة استخدام تكنولوجيا "طاقة-إلى-وقود/طاقة-إلى-غاز"، سيكون بالإمكان إنشاء رابط وثيق بين مختلف القطاعات. يتضمن ذلك ملاءمة الأنظمة، البنى التحتية وتصميم سوق جديد. ولأن الطلب على الطاقة يزداد بأربعة أو خمسة أضعاف في الأنظمة الطاقوية منخفضة الكربون والمركزة على مصادر الطاقة المتجددة، فإنّ تحسين الاستخدام الفعال للطاقة هو شرط مسبق للتحوّل الطاقوي الناجح. تطبيق مبدأ "الاستخدام الفعال للطاقة أولاً" يعني أن الاستخدام الفعال للطاقة يُعتبر عاملاً أساسياً في البنى التحتية الطاقوية المستقبلية، وبالتالي، يجب أخذه بعين الاعتبار كسائر الخيارات الأخرى مثل مصادر الطاقة المتجددة، تأمين إمدادات الطاقة والتوصيل بيني (المديرية العامة للطاقة التابعة للمفوضية الأوروبية، ٢٠١٩). يستعرض النموذج متعدد المراحل الاعتماد المتبادل بين الجانبين الاجتماعي-التقني للتطورات الموصوفة في هذه الورقة، والتي تعتمد على بعضها البعض من حيث الترتيب الزمني. المراحل الأربع ضرورية لتحقيق نظام طاقة يركز كلياً على مصادر طاقة متجددة. في المرحلة الأولى، تكنولوجيا الطاقة المتجددة تطوّر وتُطرح في الأسواق. خفض التكاليف يتحقق بواسطة برامج البحث والتطوير (R&D) وسياسات الطرح الأولي للمنتج في السوق. في المرحلة الثانية، توضع التدابير الخاصة لدمج الطاقة الكهربائية المتجددة في نظام الطاقة، بما في ذلك مرونة إنتاج الطاقة الأحفورية المتبقية، تطوير وإدماج آليات التخزين وتعزيز المرونة في تغيير أنماط استهلاك الطاقة من قبل المستخدمين النهائيين، على مختلف أنواعهم. في المرحلة الثالثة، ولزيادة نسبة مصادر الطاقة المتجددة، من الضروري تخزين الطاقة الكهربائية المتجددة على المدى البعيد، للموازنة مع الفترات التي يفوق فيها العرض الطلب. في هذه المرحلة، يصبح استخدام تكنولوجيا "طاقة-إلى-وقود" و "طاقة-إلى-غاز" جزءاً لا يتجزأ من نظام الطاقة، وتزداد أهمية استيراد ناقلات الطاقة المركزة على مصادر الطاقة المتجددة. في المرحلة الرابعة، تستبدل مصادر الطاقة المتجددة الوقود الأحفوري كلياً في جميع القطاعات. يجب الربط بين جميع هذه المراحل بسلسلة تساهم في تحقيق الغاية المنشودة، وهي نظام طاقة يركز بنسبة ١٠٠٪ على مصادر الطاقة المتجددة. لاستعراض التغييرات بعيدة المدى في أنظمة الطاقة في هذه المراحل الأربع، تضاف إلى النموذج متعدد المراحل معارف مستخلصة من بحث في مجال التحوّل

طوّر النموذج متعدد المراحل للتحويلات الطاقوية، نحو أنظمة طاقة منخفضة الكربون وقائمة على مصادر الطاقة المتجددة في دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا من قبل Fishedick وآخرين (٢٠٢٠)، استناداً إلى النماذج متعددة المراحل لسيرورات تحوّل نظام الطاقة الألماني التي طورها Fishedick وآخرون (٢٠١٤) و Henning وآخرون (٢٠١٥). طوّر هذا الأخير نموذجاً مكوناً من أربع مراحل لتحوّل نظام الطاقة الألماني نحو نظام طاقة منزوع الكربون، يركز على مصادر الطاقة المتجددة. ترتبط المراحل الأربع للنماذج بالفرضيات الأساسية المستخلصة من الخصائص الرئيسية لمصادر الطاقة المتجددة، المعنونة بـ: "الانطلاق نحو مصادر الطاقة المتجددة"، "دمج تقنيات الطاقة المتجددة في نظام الطاقة"، "طاقة إلى وقود/غاز" و "نحو طاقة متجددة بنسبة ١٠٠٪".

تتوقّع دراسات سيناريوهات الطاقة أن معظم الدول، بما في ذلك دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، ستقوم مستقبلاً بتوليد الطاقة الكهربائية أساساً من مصادر الطاقة الشمسية والريحية. أما المصادر الأخرى، كالكتلة الحيوية و الطاقة المائية، فمن المتوقع أن تكون محدودة بسبب حماية الطبيعة، عدم المنالية والمنافسة مع مستخدمين آخرين (BP، ٢٠١٨؛ IEA، ٢٠١٧). لذلك، فإنّ أحد الافتراضات الرئيسية للنموذج متعدد المراحل هو الزيادة الكبيرة في نسبة الطاقة الشمسية والريحية في المزيج الطاقوي. يشمل ذلك الاستخدام المباشر للطاقة الكهربائية في قطاعات الاستخدام النهائي، التي تعتمد حالياً على الوقود الأحفوري والغاز الطبيعي بشكل أساسي. من المتوقع أيضاً أن يكون للتنقلية الكهربائية في قطاع النقل والمضخات الحرارية في قطاع البناء دور مهم. القطاعات التي يصعب تكنولوجياً أن تصبح منزوعة الكربون تشمل الطيران، الملاحة البحرية، المركبات المتينة (مركبات التشغيل الثقيل) والحرارة عالية الحرارة في الصناعة. في هذه القطاعات، فإن وقود وغازات الهيدروجين الاصطناعية (طاقة إلى وقود/طاقة إلى غاز) يمكن أن تستبدل الوقود الأحفوري والغاز الطبيعي. يمكن الحصول على الهيدروجين المطلوب من الطاقة المتجددة بواسطة الكهرلة.

وعليه، فإنّ إنتاج الطاقة والطلب عليها يجب أن يكونا متوائمين، وإلا، ستكون هناك حاجة لاعتماد إمكانيات تخزين مختلفة. ولكن تخزين الطاقة الكهربائية ينطوي على تحديات لمعظم الدول، والإمكانات تبقى محدودة بسبب الظروف الجغرافية. بالتالي، يجب استخدام مزيج من

(Holtz et al., 2018) يستند النصّ إلى

النموذج التصوري

المركزي" يستملك النظام الاجتماعي-التقني الذي يسيطر على القطاع المستهدف. في هذه الدراسة، "النظام المركزي" هو قطاع الطاقة. يتكون النظام المركزي من تقنيات، أنظمة، أمشاط استخدام، بني تحتية وخطابات ثقافية تكوّن معاً أنظمة اجتماعية-تقنية. لخلق التغييرات المنشودة في النظام الطاقوي على مستوى "النظام المركزي" ولتجنب الإملات التي تقضي بالتعامل مع جهات محددة والتبعية لمسار محدد، فإنّ الابتكارات والتجديدات على مستوى "القطاع العيني" تعتبر إضافة لأنّها تشكل قاعدة أساسية للتغير المنهجي.

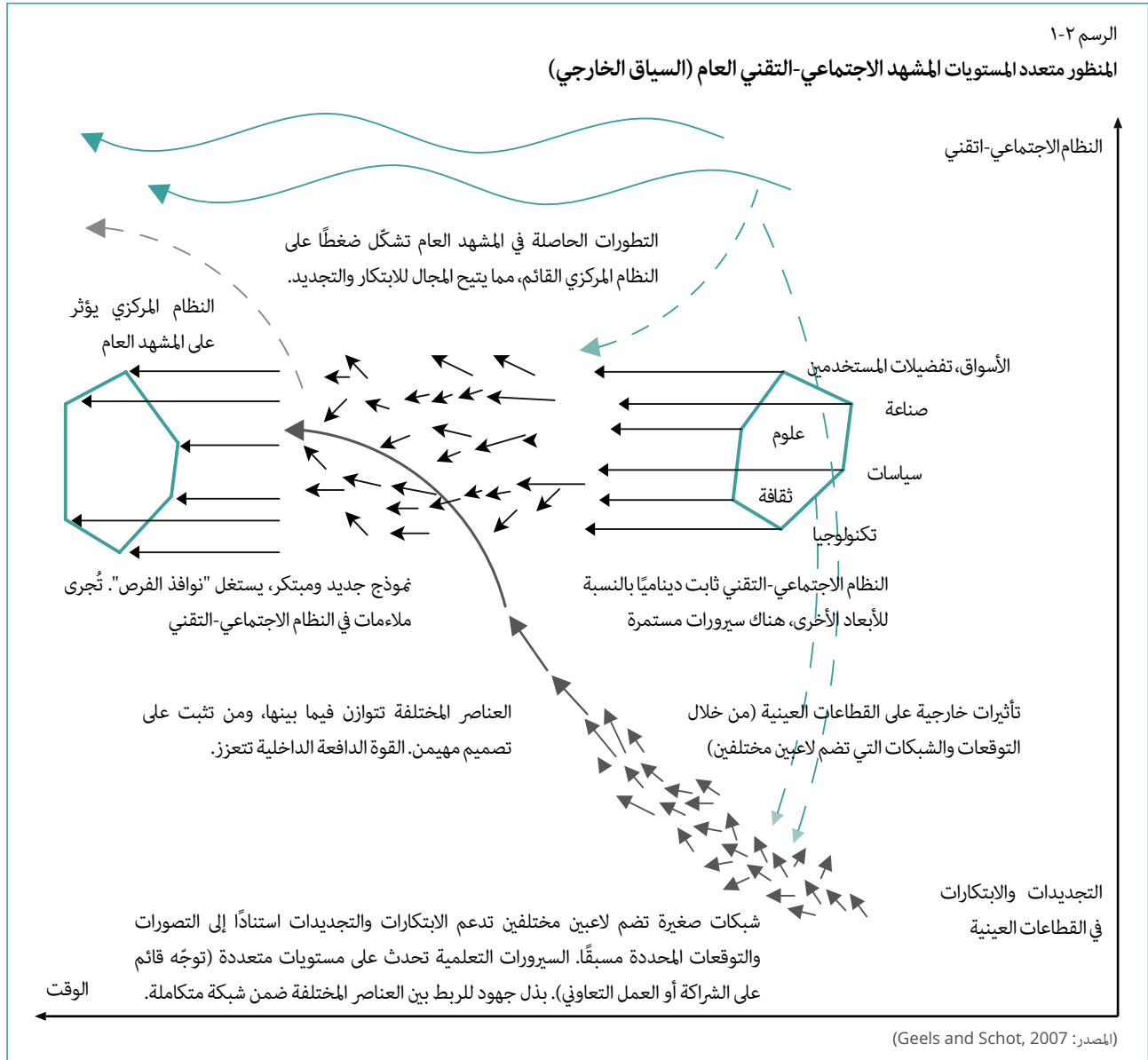
تتطور القطاعات العينية في فضاءات محمية، مثل مختبرات البحث والتطوير وتكتسب زخمًا عندما تلقى التصورات والتوقعات قبولاً على نطاق واسع. لذلك، فإنّ إنشاء شبكة بين اللاعبين المختلفين من شأنها نشر وتعميم المعرفة وخلق تغيير مجتمعي هو أمر مهم جدًا لسيروية التحوّل الطاقوي (Geels, 2012). إنّ توجيه سيروية التحوّل الطاقوي يتطلب التجريب والتعلّم، المتابعة المستمرة، الانعكاسية، قابلية التكيف، وتنسيق سياساتي بين مختلف المستويات والقطاعات (Hoogma et al., 2005; Weber and Rohracher, 2009; Voß e t al., 2007; Loorbach, 2007). إنّ تطوير القطاعات العينية في إطار "الإدارة الاستراتيجية لقطاع

الطاقوي المستدام، والذي يتناول دينامية التغييرات الجذرية بعيدة المدى في الأنظمة المجتمعية الفرعية، مثل نظام الطاقة.

٢.٢ منظور متعدد المستويات ومراحل التحوّل الثلاث

التحوّل الطاقوي لا يمكن أن يكون موجّهًا بالكامل، ولا يمكن توقّعه أو التحكم فيه. تشتمل هذه العملية على العديد من اللاعبين والسيرويات، الأمر الذي ينطوي على قدر عالٍ من الاعتماد المتبادل وعدم اليقين حيال التطورات الاقتصادية، التكنولوجية والاجتماعية-الثقافية. بسبب ترابط السيرويات والأبعاد المختلفة، فإنّ الأبحاث التي تعنى بالتحوّل الطاقوي تتبنى نهجًا متداخلة من الناحية المعرفية. المنظور متعدد المستويات (MLP) هو إطار نظري هام يساعد على تصوّر دينامية التحوّل الطاقوي، ويشكّل قاعدة أساسية لبلورة تدابير الحوكمة (الرسم ١-٢).

وفي حين أنّ النزعات الشائعة على مستوى "المشهد العام"، مثل التحولات الديمغرافية، التغير المناخي، الأزمات الاقتصادية وغيرها، تؤثر على مستوى "النظام المركزي" وعلى مستوى "القطاع العيني"، فإنّ مستوى "النظام



ضرورية، يتحقق "النمو القائم على السوق". في هذه المرحلة، تُدمج تكنولوجيا الطاقة المتجددة في النظام بشكل كامل.

٢,٣. إضافات على النموذج متعدد المراحل

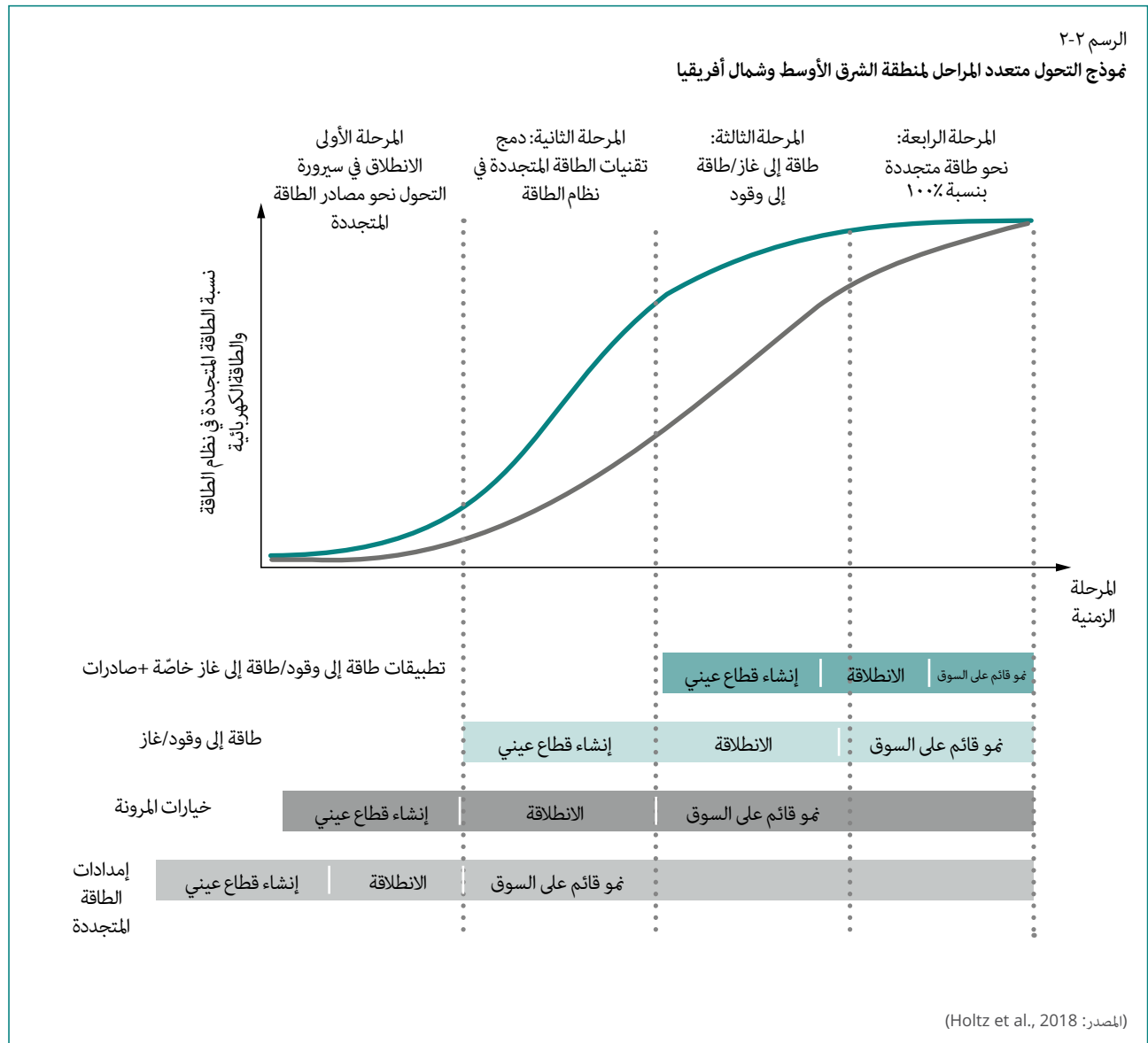
لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

بناءً على الفرضية بأن النموذج متعدد المراحل للتحوّل الطاقوي الألماني الذي طرحه Fishedick وآخرون (٢٠١٤) و Henning وآخرون (٢٠١٥) مناسب لدول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، فإن مراحل التحوّل الأربع لا تتغير. مستوى "النظام"، المستعار من النماذج البدائية متعددة المراحل، يحدد الغايات الواضحة لتطوير النظام على شكل مبادئ توجيهية يستعين بها صناع القرار. ولأنّ سيرورات إنشاء القطاعات العينية ضرورية لتحسين جودة الابتكارات في هذه القطاعات، أضيف مستوى "القطاع العيني" إلى النموذج البدائي متعدد المراحل الذي طرحه Fishedick وآخرون (٢٠٢٠). تحددت لكل مرحلة مجموعة ابتكارات عينية: تكنولوجيا الطاقة المتجددة (المرحلة ١)، خيارات المرونة (المرحلة ٢)، تقنيات طاقة-إلى-غاز/وقود (المرحلة ٣)، وقطاعات يصعب أن

الطاقة" هو شرط مسبق مهم جداً لإحداث تغيير جذري. في مراحل سيرورة التحوّل، يمكننا تمييز ثلاث مراحل ذات توجّه سياسي: "إنشاء قطاع عيني"، "الانطلاقة" و "النمو القائم على السوق".

في مرحلة "إنشاء القطاع العيني"، يتطور القطاع العيني ويكتمل فهو ليقدم حلولاً قابلة للتطبيق من قبل النظام المركزي. في هذه المرحلة، فإنّ التوقعات والتصورات التي توجّهنا نحو سيرورة تعلمية تكون مهمة جداً. بالإضافة إلى ذلك، فإنّ تداخل اللاعبين والشبكات الاجتماعية من شأنه أن يدعم إنشاء سلاسل القيمة الضرورية، والسيرورات التعلمية الحاصلة على المستويات المختلفة قد تُسهّم في التقدم التكنولوجي.

في مرحلة "الانطلاقة"، يتم تعميم الابتكارات الحاصلة في القطاع العيني من خلال اللاعبين المتداخلين، الحصة السوقية وإنتاج نسخة مطابقة في مواقع أخرى. تسري في هذه المرحلة معادلة السعر مقابل الإداء، أما البنى التحتية والأسواق الضرورية، فيجب أن تكون متاحة. تعديل القوانين والتشريعات وتعزيز الوعي والقبول المجتمعي يساهمان في إزالة العقابيل أمام تعميم الابتكارات أعلاه. عندما يصبح ابتكار القطاع العيني تنافسياً بالكامل من حيث السعر، وعندما لا تعود الآليات السياساتية الداعمة



تكون منزوعة الكربون، مثل الصناعة الثقيلة والطيران (المرحلة الرابعة). في مرحلة الانطلاقة، تعتمد كل مجموعة ابتكارات على سيرورة إنشاء القطاع العيني الحاصلة في المرحلة السابقة. بالتالي، فإن تدابير الحوكمة تدعم سيرورات انطلاقة الابتكارات وتحسين جودتها في هذه المرحلة. في المراحل التالية، يستمر تعميم مجموعات الابتكارات من خلال النمو القائم على السوق (Fischedick et al, ٢٠٢٠). نتيجة لذلك، فإن مستوى "القطاع العيني" يسلط الضوء على السيرورات التي يجب أن تحدث لكي يحقق النظام أهدافه. تغيير نهج تعميم التقنيات في السوق معروض في المستوى "التقني-الاقتصادي"، أما مراحل الحوكمة، فهي تبقى في مستوى "الحوكمة". الهدف من وراء هذا المستوى هو ربط التطورات الحاصلة في المستوى التقني-الاقتصادي بتوجهات الحوكمة، لدعم مراحل التحول الطاقوي. يشمل ذلك تدابير الحوكمة العينية، مع التركيز بشكل خاص على بناء نظام طاقة يرتكز على مصادر الطاقة المتجددة. العوامل المختلفة كالقدرات، البنى التحتية، الأسواق وزعزعة استقرار النظام الطاقوي القائم والمرتكز على الوقود الأحفوري تضاف إلى النموذج متعدد المراحل. ولكن هذه الجوانب هي انعكاس لسيرورة الحوكمة، ويجب تقييم كل منها على حدة وملاءمتها لكل دولة من دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا.

تولي هذه الدراسة اهتمامًا خاصًا لمستوى "المشهد العام" ومساهمته في الضغط على الأنظمة المركزية القائمة وإتاحة الفرصة لخلق تغيير في النظام الطاقوي. الأسئلة حول تأثير الأطر الدولية على التغير المناخي، الصراعات العالمية والإقليمية والأثر بعيد المدى لجائحة كوفيد ١٩ على سيرورات التحول الطاقوي متناولة في دراسات حالة منفصلة لكل دولة على حدة. بالإضافة إلى ذلك، وإلى جانب التركيز على ضرورة تحسين كفاءة استخدام الطاقة في جميع المراحل بشكل متواصل، فإن النموذج مدعم بكفاءة استخدام الموارد. ينطوي ذلك على تقليل الكثافة المادية من خلال إجراءات تعزيز الكفاءة ومبادئ الاقتصاد الدائري.

النموذج متعدد المراحل لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

٣.١. خصائص منطقة الشرق الأوسط

وشمال أفريقيا

١٥% في دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا التي تتمتع باستقرار، مقابل ٤% في ألمانيا (البنك الدولي، ٢٠١٩).

من ناحية أخرى، تتمتع منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا بالعديد من مصادر الطاقة المتجددة. ولكن جزءاً كبيراً من الإمكانيات الاقتصادية للطاقة المتجددة غير مستغل. باستغلال هذه الإمكانيات، قد تحقق معظم الدول اكتفاءً ذاتياً من الطاقة، وقد تصبح لاحقاً مصدراً صافية للطاقة المرتكزة على مصادر الطاقة المتجددة. ومع تحوّل واردات الطاقة والهيدروجين إلى ركيزة مهمة في استراتيجية الطاقة الأوروبية (المفوضية الأوروبية، ٢٠٢٠)، فإنّ دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا قد تستفيد -مستقبلاً- من أسواق ناشئة للوقود الصناعي ومن صادرات ناقلات الطاقة إلى الدول المجاورة في أوروبا. في هذا الصدد، تستطيع بعض الدول في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا التي توجد لديها بنية تحتية للنفط والغاز الاستناد إلى تجربتها في معالجة الوقود السائل والغاز. بواسطة تقنيات "الطاقة-إلى-إكس"، فإن دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا المصدرة للطاقة قد تنتقل بسلاسة من مرحلة الوقود الأحفوري إلى نظام الطاقة المرتكز على مصادر الطاقة المتجددة. ولكن لتحقيق ذلك، يجب إعادة تهيئة البنية التحتية على نطاق واسع من أجل النقل والتخزين. دول أخرى في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، التي ستستخّر إمكانيات الطاقة المتجددة المتوفرة لديها في مرحلة لاحقة في سيرورة التحوّل الطاقوي من أجل تصدير منتجات "طاقة إلى إكس"، قد تفتح الطريق لفرص اقتصادية جديدة.

اختلاف آخر هو أنّ الشبكة الكهربائية في ألمانيا مطورة بالكامل، أمّا الأنظمة الشبكية في معظم دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، فيجب أن توسّع وتطوّر قطعياً، وأن تكون موصولة بشبكات أخرى بشكل عابر للحدود. الترابط المادي بين الشبكات قائم، ولكنها أساساً عنقيد مناطقية (البنك الدولي، ٢٠١٣). نتيجة لذلك، تفتقر المنطقة للإطار الضروري لتجارة الكهرباء. يجب أيضاً تطوير رموز الشبكة التقنية من أجل دمج الطاقة المتجددة وموازنتها في ظل قابلية تغييرها. بالإضافة إلى ذلك، وبسبب وجود معايير محدودة للألواح الضوئية الجهدية والعنفات الريحية، يجب وضع أنظمة واضحة من أجل إتاحة نظام شبكي.

بإمكان دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا الاستفادة إلى حد كبير من التطورات العالمية في تكنولوجيا الطاقة المتجددة. التجربة العالمية في استخدام تكنولوجيا الطاقة المتجددة تضاف إلى منحى التعلم، والذي أدى إلى انخفاض التكاليف. على هذه الخلفية، انخفضت تكاليف الألواح الضوئية الجهدية بنحو ٨٠% منذ عام ٢٠١٠، وانخفضت أسعار العنفات الريحية بـ ٣٠%-٤٠% منذ عام ٢٠٠٩ (إيرينا- الوكالة الدولية للطاقة

تم تطوير النموذج المبدئي متعدد المراحل للسياق الألماني، وبطبيعة الحال، وضعت افتراضات محددة. بما أنّ سياق منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا مختلف، تم تعديل النموذج متعدد المراحل من حيث الافتراضات الأساسية بما يتلاءم مع خصائص دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. حدد Fischedick وآخرون (٢٠٢٠) الاختلافات واستعرضوا الملاءمات التي أجريت في النموذج متعدد المراحل لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، والذي يشكل نقطة انطلاق لنموذج التحوّل الطاقوي لكل دولة في هذه الدراسة.

أحد الاختلافات هو الوضع الطاقوي في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، والذي يختلف من دولة لأخرى. العديد من الدول، مثل العراق والجزائر، غنية بالوقود الأحفوري. دول أخرى، مثل المغرب، تونس والأردن، تعتمد بشكل كبير على واردات الطاقة. بالإضافة إلى ذلك، فإن أسعار الطاقة المدعومة وأسواق الطاقة غير المحررة تشكّل تحديات إضافية أمام التحوّل الطاقوي في دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا.

اختلاف جذري آخر عن السياق الألماني هو النزعة المتزايدة في الطلب على الطاقة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. وفقاً لبريتيش بتروليم (٢٠١٩)، ستشهد منطقة الشرق الأوسط ارتفاعاً في الطلب على الطاقة بما يعادل ٢% حتى عام ٢٠٤٠. قطاعات الطاقة الكهربائية، النقل، الصناعة والمواد غير القابلة للاشتعال هي المسؤولة أساساً عن ازدياد الطلب على الاستهلاك النهائي للطاقة. عامل آخر هو النمو السكاني، والذي يتوقع أن يزداد أكثر فأكثر. بالإضافة إلى ذلك، فإنّ الصناعات كثيفة الاستهلاك للطاقة، بما في ذلك صناعة الفولاذ، صناعة الإسمنت والصناعة الكيماوية، تفسّر جزءاً كبيراً من الطلب على الطاقة. ازدياد الطلب على الطاقة ناتج أيضاً عن تركيب وتوسيع محطات تحلية مياه البحر في معظم دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا: الاحتياج للطاقة الكهربائية المطلوبة لتحلية مياه البحر من المتوقع أن يزداد بثلاثة أضعاف بحلول عام ٢٠٢٠، مقارنة بالمستوى المطلوب لعام ٢٠٠٧ في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا (IEA-ET-SAP-IRENA، ٢٠١٢). أضف إلى ذلك، فإنّ استهلاك الطاقة في العديد من دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا مرتفع بسبب تدني جودة العزل في المباني، عدم الكفاءة التقنية في تقنيات التبريد والتسخين والبنية التحتية لتوزيع الطاقة. تبيد الطاقة الكهربائية عند التوزيع يتراوح بين ١١% و

٣,٣. مراحل التحوّل الطاقوي في دول

الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

طوّر معهد Wuppertal النموذج متعدد المراحل لدول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا بالاستناد إلى النموذج الألماني متعدد المراحل والتجربة المكتسبة خلال مشروع "تطوير نموذج متعدد المراحل من أجل تنظيم ودعم التحوّل المستدام للنظام الطاقوي في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا"، بدعمٍ من مؤسسة فريدريش إيبيرت (Holtz et al, ٢٠١٨, Fischedick et al, ٢٠٢٠). مراحل التحوّل الطاقوي في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا معروضة بالتفصيل، بجميع أبعادها، والمركزة على العرض، الطلب، البنى التحتية، الأسواق والمجتمع. المنظور متعدد المستويات لأبحاث التحولات الطاقوية يعكس في هذه المستويات، ويسلط الضوء على العلاقة المتبادلة بين هذه الأبعاد خلال مراحل التحوّل الطاقوي. يلخّص الجدول ٣-١ التطورات الرئيسية على المستوى "التقني-الاقتصادي" وعلى مستوى "الحوكمة"، بالإضافة إلى مستويات "المشهد العام"، "النظام"، "والقطاع العيني" خلال المراحل الأربع.

القدرة التوريدية للطاقة الكهربائية المتجددة تتطور ويتسع نطاقها عبر المراحل المختلفة، وذلك لتلبية الطلب المتزايد على الطاقة في جميع القطاعات. والفرضية الأساسية هنا هي وجوب تحسين كفاءة استخدام الطاقة في جميع المراحل. التطورات في المرحلتين ٣ و ٤ تعتمد على العديد من التطورات التكنولوجية، السياسية والمجتمعية، وبالتالي، فهي تنطوي على قدر عالٍ من الضبابية وعدم اليقين، في ظل الواقع الحالي. أجري تحليل أكثر تفصيلاً لمستوى "المشهد العام". الفرضية المطروحة هنا هي أنّ العوامل التالية قد تؤثر على جميع المراحل: (١) الأطر الدولية في مجال التحوّل المناخي؛ (٢) جهود إزالة/نزع الكربون في الدول الصناعية، بما في ذلك برامج الإشفاء المستدام بعد جائحة كوفيد (٣؛ ١٩) الصراعات العالمية والإقليمية (التي تؤثر على التجارة)؛ (٤) الآثار بعيدة المدى لجائحة كوفيد ١٩ على الاقتصاد العالمي؛ (٥) الظروف الجغرافية وتوزيع الموارد الطبيعية؛ (٦) التطور الديمغرافي.

المرحلة الأولى- الانطلاق في سيرورة التحوّل نحو مصادر الطاقة المتجددة

الطاقة الكهربائية المتجددة مُدمجة في النظام الكهربائي قبل المرحلة الأولى، والانطلاق في سيرورة التحوّل نحو مصادر الطاقة المتجددة يتحقق. التطورات على مستوى "القطاع العيني" مثل تقييم الإمكانات الإقليمية، مشاريع تجريبية محلية، إنشاء شبكات تضم لاعبين مختلفين وتبادل المعرفة والمهارات حول نظام الطاقة المحلي هي إشارات أولية بأنّ الترويج بدأ. خلال هذه المرحلة التمهيدية، يتم تطوير التصورات والتوقعات بخصوص توليد الطاقة المركزة على مصادر الطاقة المتجددة.

في المرحلة الأولى، التطوّر النمطي على مستوى نظام الطاقة هو دمج الطاقة المتجددة وزيادة كميتها بشكل أولي، خاصة الطاقة الكهربائية المولدة بواسطة منشآت الألواح الضوئية الجهدية والعنفات الريحية. دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا قد تستفيد بشكل كبير من التكنولوجيا المتوفرة عالمياً ومن انخفاض أسعار الطاقة المتجددة، مما يسهّل عليها طرح الألواح الضوئية الجهدية والعنفات الريحية في السوق. ومع تزايد

المتجددة، ٢٠١٩). وفي حين أنّ النموذج متعدد المراحل الملائم للسياق الألماني يفترض أنّ تكنولوجيا الطاقة المتجددة تحتاج للوقت لتتطور بالكامل، فإنّ النموذج الملائم لسياق الشرق الأوسط وشمال أفريقيا قد ينطوي على خفض للتكلفة. أضف إلى ذلك أنّ هناك شبكة متعددة اللاعبين تضم شركات ذات خبرة غنية في تكنولوجيا الطاقة المتجددة.

أنظمة الطاقة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا تمر بمرحلة تطوير، وجاذبية مصادر الطاقة المتجددة لا تكمن فقط في مبدأ الاستدامة، إنّما أيضاً في الأمن الطاقوي، ومن شأنها أيضاً تحفيز الازدهار الاقتصادي. ولكن تطوير صناعات الطاقة المتجددة ضعيف بسبب نقص الأطر الداعمة لريادة المشاريع وللابتكار التكنولوجي. في حين أنّ القطاع الخاص في ألمانيا يلعب دوراً مهماً في إقامة منشآت الطاقة ضيقة النطاق المركزة على الألواح الضوئية الجهدية والعنفات الريحية، ففي منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، تؤدي الشركات المملوكة للدولة دوراً مركزياً في المشاريع واسعة النطاق. تعبئة رأس المال هي عامل مهم جداً يتطلب بلورة استراتيجيات خاصة.

٣,٢. ملاءمة فرضيات النموذج لخصائص

دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

الاختلافات بين الفرضيات في النموذج البدائي متعدد المراحل وبين خصائص منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا تسفر عن تعديلات وملاءمات محددة لمراحل النموذج البدائي متعدد المراحل. وفقاً لـ Fischedick وآخرين (٢٠٢٠)، فإنّ التعديلات على النموذج البدائي أجريت في المراحل الأربع وفي إطارها الزمني. تم أيضاً استكمال وصف مستوى "النظام الطاقوي" من خلال التركيز على عدم استقرار النظام المركزي، وتم تسليط الضوء أيضاً على مستوى "القطاع العيني" في كل مرحلة، بهدف التحضير للمرحلة التالية.

في المرحلتين الأولى والثانية، يزداد حجم الطاقات المتجددة بشكل كبير دون ضعفة الصناعات القائمة التي تزود الوقود الأحفوري والغاز الطبيعي لتلبية الاحتياج الإجمالي للطاقة. النظام الشبكي في دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا محدود من حيث القدرة على استيعاب النسبة المتزايدة من الطاقات المتجددة، الأمر الذي يؤدي إلى زيادة التركيز على توسيع وتعديل النظام الشبكي خلال المرحلة الأولى. المرحلة الثانية يجب أن تبدأ في موعد أبكر، مقارنة بالنموذج الألماني، وفي بعض الدول، قد ينطوي التطوير على زيادة التركيز على حلول الشبكات الكهربائية الخارجية، والشبكات الصغيرة المعزولة. الطلب المحلي المتزايد على الطاقة في دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا يمكن أن يُلبى بواسطة الطاقة المركزة على مصادر الطاقة المتجددة وعلى ناقلات الطاقة، مثل الوقود الصناعي والغازات. وفي حين أنّ واردات الطاقة في ألمانيا تلعب دوراً مهماً في المراحل التالية (خاصة في المرحلة الثالثة)، فإنّ الطاقة الفائضة في دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا يمكن أن تصدر وأن توفر فرصاً اقتصادية في المرحلة الرابعة. التنافسية العالمية المتزايدة لمصادر الطاقة المتجددة تتيح المجال لتسريع مراحل إنشاء القطاعات العينية في جميع مراحل سيرورة التحوّل. ولكن سيرورات إنشاء القطاعات العينية يجب أن تكون جزءاً من الاستراتيجيات الوطنية/المحلية. يجب إقامة مؤسسات داعمة لتطوير هذه القطاعات، وملاءمتها لسياق كل دولة.

مثل إنتاج الغذاء.

المرحلة الثالثة- "طاقة إلى وقود/طاقة إلى غاز"

على مستوى "النظام الطاقوي"، تزداد جزئية الطاقات المتجددة في مزيج الطاقة الكهربائية، مما يؤدي إلى التنافسية بين مصادر الطاقة المتجددة والوقود الأحفوري، وبشكل مؤقت، إلى أحمال سلبية متبقية مرتفعة. إنتاج الهيدروجين الأخضر والوقود الصناعي يصبح أكثر تنافسية بسبب منالية الطاقة الكهربائية منخفضة التكلفة. تكنولوجيا التحويل من طاقة-إلى-وقود/غاز، المدعّمة بأنظمة تشمل مخططات تسعير، تدخل إلى السوق، وتستوعب الحصص المتزايدة من الطاقات المتجددة "الفائضة" عند ازدياد الإمدادات. يساهم قطاعا النقل والنقل لمسافات طويلة، على وجه التحديد، في زيادة استخدام تكنولوجيا تحويل الطاقة إلى وقود/غاز، مما يتيح المجال لاستبدال الوقود الأحفوري والغاز الطبيعي. إنّ تطوير بنية تحتية هيدروجينية وإعادة تهيئة البنية التحتية للغاز والنفط بغية استخدام وقود وغازات صناعية يخلق منشآت لإمداد الطاقات المتجددة، المخصصة للتصدير الدولي. خفض الأسعار وفرض رسوم وضرائب على الوقود الأحفوري يؤثران سلباً على ظروف سوق الوقود الأحفوري، ويشكلان فاتحة للاستغناء التدريجي عنها. هذه التطورات تحفز التغيرات في النماذج التجارية. بما أن حلول التحويل من طاقة-إلى-وقود/غاز تتيح المجال للتخزين طويل الأجل، يمكن إنشاء مبنى لسوق صادرات كبيرة.

على مستوى "القطاع العيني"، فإنّ الاستخدامات التجريبية لتكنولوجيا تحويل الطاقة-إلى-وقود/غاز تؤدي دوراً مركزياً في القطاعات التي يصعب أن تكون منزوعة الكربون، مثل الصناعات الثقيلة (الإسمنت، المواد الكيميائية، الفولاذ)، النقل الثقيل والشحن. بالإضافة إلى ذلك، يتم تدارس وتقييم إمكانات تصدير الهيدروجين والغازات والوقود الثقيلة. يتم إنشاء شبكات تضم مختلف اللاعبين، اكتساب معرفة أولية وتدارس نماذج تجارية.

المرحلة الرابعة- "نحو طاقة متجددة بنسبة ١٠٠%"

ناقلات الطاقة المركزة على مصادر الطاقة المتجددة تستبدل تدريجياً الوقود الأحفوري المتبقي. يتم الاستغناء تدريجياً عن الوقود الأحفوري، وتُطوّر تكنولوجيا التحويل من طاقة-إلى-وقود/غاز بالشكل الكامل من حيث البنية التحتية والنماذج التجارية. وبما أنه لن تكون هناك حاجة لدعم الطاقات المتجددة، يتم الاستغناء تدريجياً عن مخططات التسعير. يتم توسيع مبنى سوق الصادرات، والتي تشكّل قطاعاً اقتصادياً حيويًا.

٣,٤. تطبيق النموذج متعدد المراحل في

دولة إسرائيل، كدراسة حالة

تم تطبيق النموذج متعدد المراحل لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا في الأردن في عام ٢٠١٨، كدراسة حالة استكشافية (Holtz et al., ٢٠١٨). تمت مناقشة النموذج مع نخبة من واضعي السياسات، وممثلين عن مجال العلوم، الصناعة والمجتمع المدني في الأردن. وقد أثبتت هذه الأداة نجاعتها في دعم المناقشات حول استراتيجيات وسياسات التحوّل الطاقوي، وهي أداة من شأنها أن تكون ملائمة لدول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. تبعاً لذلك، أجريت ملاءمات ضرورية، وتم تطبيق النموذج متعدد المراحل لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا في إسرائيل، كدراسة حالة. تستعرض

الطلب على الطاقة بشكل كبير في المنطقة، فإنّ جزئية الطاقة المتجددة التي ستدخل إلى النظام الطاقوي لن تستبدل الوقود الأحفوري في هذه المرحلة. لاستيعاب المستويات المختلفة من الطاقة المتجددة، يجب توسيع نطاق الشبكة وإعادة تهيئتها. القوانين والأنظمة تدخل حيز التنفيذ بغية دمج مصادر الطاقة المتجددة في النظام الطاقوي، وإتاحة المجال لإدخال الطاقة الكهربائية المركزة على مصادر الطاقة المتجددة إلى الشبكة. تقديم مخططات التسعير كحافز للمستثمرين يساهم في توزيع الطاقات المتجددة والألواح الضوئية الجهدية اللامركزية على المنازل على نطاق واسع. التطورات الحاصلة على مستوى "القطاع العيني" تشق الطريق نحو المرحلة ٢. يتم تقييم الإمكانات الإقليمية لخيارات المرونة المختلفة (على سبيل المثال، إمكانيات التخزين بالضخ وإدارة الطلب على الطاقة (DSM) في الصناعة) وتتم بلورة تصورات تتطرق إلى خيارات المرونة. في هذه المرحلة، تتم مناقشة دور ترابط القطاعات (على سبيل المثال، التنقلية الكهربائية، طاقة إلى حرارة، وغير ذلك) ويتم استعراض نماذج تجارية. احتياجات المرونة المتوقعة وترابط القطاعات تهيئ الأرضية لتأسيس شركات ناشئة في مجال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، وتطوير نماذج تجارية رقمية جديدة.

المرحلة الثانية- دمج تقنيات الطاقة المتجددة في نظام الطاقة

في المرحلة الثانية، يستمر توسيع نطاق مصادر الطاقة المتجددة على مستوى "النظام الطاقوي"، بينما تستمر الأسواق المتنامية في توفير حيز للطاقة المركزة على الوقود الأحفوري، إلى جانب مصادر الطاقة المتجددة. توسيع الشبكة يستمر، وتبذل جهود لإنشاء خطوط طاقة كهربائية عابرة للحدود الجغرافية والقومية لتحقيق التوازن بين الاختلافات الإقليمية في إمدادات الطاقة الشمسية والريحية. في هذه المرحلة، يتم اعتماد خيارات المرونة (إدارة الطلب على الطاقة، التخزين بالضخ)، وتتم ملاءمة تصميم سوق الطاقة الكهربائية لاستيعاب هذه الخيارات. البنية التحتية لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات تدمج بالكامل في نظام الطاقة (رقمنة). الأنظمة في قطاعات الكهرباء، النقل والتدفئة تعدّل لمنح فرص متكافئة لمختلف ناقلات الطاقة على المستوى السياسي. الإمداد المباشر للكهرباء للاستخدامات في قطاعات النقل، الصناعة والحرارة تزيد من مرونة النظام الطاقوي.

استخدام الطاقة-إلى-وقود/غاز يُطوّر على مستوى "القطاع العيني" تهيئة النظام الطاقوي للانطلاق في المرحلة الثالثة. من خلال مشاريع تجريبية، يتم فحص استخدام الوقود والغازات الصناعية تحت الظروف المحلية. من المتوقع أن يستبدل الهيدروجين الأخضر الوقود الأحفوري في قطاعات معينة، مثل الإنتاج الكيميائي. على المدى القريب وحتى المتوسط، إنتاج ثاني أكسيد الكربون بواسطة التقاط الكربون في الصناعات كثيفة الاستهلاك للطاقة سيبقى مقبولاً، ولكن على المدى البعيد، سيتم التركيز على التقاط الكربون من الجو أو الطاقة الحيوية لضمان محايدة الكربون. شبكة اللاعبين تخلق المعرفة وتبادل المعلومات والمهارات في مجال تحويل الطاقة-إلى-وقود/غاز. بناءً على تقييم الإمكانات الكامنة في الطرق المختلفة لتحويل الطاقة إلى وقود/غاز، توضع استراتيجيات وخطط لتطوير البنية التحتية، ويتم تدارس نماذج تجارية.

الترابط بين المياه والطاقة يكتسب زخمًا في أطار التوجّهات المدعّمة، على ضوء تقلص كمية المياه بسبب التغير المناخي. قد يؤدي ذلك إلى نقص يؤثر على قطاع الطاقة أو يؤدي إلى المنافسة من قبل مستخدمين آخرين،

النموذج متعدد المراحل لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

النتائج صورة منظّمة للتطورات المتواصلة في النظام الطاقوي الإسرائيلي، وتطرح بعض التصورات للخطوات التالية الضرورية لتحويله إلى نظام يركز على مصادر الطاقة المتجددة.

الأهداف التي تسعى إسرائيل لتحقيقها هي الاستقلالية الطاقوية، الحد من التغيّر المناخي والحدّ من تلوث الهواء (وزارة المالية، ٢٠٢١؛ Navon et al., ٢٠٢٠). بحكم وضعها الخاص من حيث التكامل الإقليمي والبنى التحتية الطاقوية، تشجّع إسرائيل منذ مطلع الألفية الثالثة على استخدام تكنولوجيا الطاقة المتجددة. الانتقال إلى استخدام الطاقة المتجددة يوفر لإسرائيل فرصة لتعزيز الأمن الطاقوي وزيادة احتمالات تحقيق الفوائد البيئية والتطوير الاقتصادي.

لتنال التحديات والفرص الخاصة بإسرائيل في سيرورة التحول الطاقوي، أضيفت بضعة معايير جديدة إلى مجموعة المعايير الخاصة بالنموذج متعدد المراحل لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، وتم تحليل عوامل إضافية على مستوى "المشهد العام". يشمل ذلك آثار جائحة كوفيد-١٩ والمساعي العالمية لإزالة الكربون، على ضوء اتفاق باريس للمناخ، الذي أثار حتى الآن (أو سيؤثر) على أسعار الغاز والنفط العالمية وعلى تطور القطاع. تم أيضاً تقييم المعلومات المفصلة حول الدور المركزي للوقود الأحفوري في النظام الطاقوي، والتحديات المرتبطة بتطوير قطاع الطاقة المتجددة. يصف الجدول ٣-١ التطورات خلال مراحل التحول.

٣,٥. جمع المعطيات

المعلومات المفصلة حول الوضع القائم والتطورات الحالية للأبعاد المختلفة صنّفت بهدف ملاءمة النموذج متعدد المراحل لكل دولة حسب ظروفها. في المرحلة الأولى، أجريت مراجعة شاملة للأدبيات والمراجع والمعطيات القائمة حول الموضوع. بناءً على تقييم وتحليل المعطيات المتوفرة، وجدت فجوات في المعلومات. المعلومات الناقصة استكملت بواسطة مقابلات مع أشخاص متخصصين في المجال وأبحاث ميدانية أجريت من قبل مؤسسات شريكة. بالإضافة إلى ذلك، ساهمت المنظمات المحلية الشريكة في تشخيص التحديات والمعوقات الخاصة بكل دولة، والتي قد تحول دون تحقيق إمكانات استخدام الطاقة المتجددة في الدولة. أجريت المقابلات مع أطراف معنية ذات خبرة في قطاع الطاقة أو قطاعات ذات صلة بالمجال، من مؤسسات سياسية وأكاديمية، ومن القطاع الخاص. أجريت المقابلات مع المتخصصين وفقاً لتوجيهات المقابلات المنظّمة/المهيكلية. المعطيات الكمية المستخدمة تستند إلى مصادر ثانوية، مثل قواعد بيانات الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، أو اعتمدت بناءً على المعطيات القائمة لتشخيص الوضع الحالي والنزعات المستقبلية.

في دراسة الحالة الإسرائيلية، أجري البحث المحلي من قبل المؤسسة الشريكة معهد وادي عربة للدراسات البيئية، ومقرّه في إسرائيل.

مؤسسة فريدريش ايبرت - التحوّل المستدام لنظام الطاقة في إسرائيل

الجدول ١-٣
التطورات خلال مراحل التحوّل الطاقوي

المرحلة الرابعة: نحو طاقة متجددة بنسبة ١٠٠%	المرحلة الثالثة: طاقة إلى وقود/غاز	المرحلة الثانية: دمج تقنيات الطاقة المتجددة في نظام الطاقة	المرحلة الأولى: الانطلاق في سيرورة التحوّل نحو مصادر الطاقة المتجددة	تطورات قبل المرحلة الأولى		
* نمو قائم على سوق تحويل الطاقة إلى وقود/غاز * انطلاقة تطبيق خاص لتحويل الطاقة إلى وقود/غاز، وتصديره	* خيارات المرونة في النمو القائم على السوق * انطلاقة "طاقة إلى وقود/غاز" * نشوء قطاع لتطبيقات خاصة لتحويل الطاقة إلى غاز وتصديرها	* نمو قائم على سوق الطاقات المتجددة * انطلاقة خيارات المرونة * نشوء قطاع طاقة إلى وقود/غاز	* الانطلاق نحو الطاقات المتجددة * خيارات مرنة عند إنشاء القطاع	* نشوء قطاع الطاقات المتجددة		
<p>* أطر دولية في مجال التغير المناخي * جهود إزالة/نزع الكربون في الدول الصناعية (يشمل برامج الإشفاء المستدام بعد جائحة كوفيد-١٩) * صراعات عالمية وإقليمية (تؤثر على التجارة) * الآثار بعيدة المدى لجائحة كوفيد ١٩ على الاقتصاد العالمي * الظروف الجغرافية وتوزيع الموارد الطبيعية * التطور الديموغرافي</p>						
* جزئية الطاقات المتجددة في النظام الطاقوي تتراوح بين ١٠٠%-٨٠%	* جزئية الطاقات المتجددة في النظام الطاقوي تتراوح بين ٨٠%-٥٠%	* جزئية الطاقات المتجددة في النظام الطاقوي تتراوح بين ٥٠%-٢٠%	* جزئية الطاقات المتجددة في النظام الطاقوي تتراوح بين ٢٠%-٠%		مستوى المشهود العام	
* إنشاء بنية تحتية واسعة النطاق لصادرات "طاقة إلى وقود/غاز"	* توسيع نطاق التخزين طويل الأمد (على سبيل المثال، تخزين الغاز الصناعي)	* متابعة توسيع الشبكة (على المستويين الوطني والعالمي)	* طرح السوق للطاقات المتجددة استناداً إلى التكنولوجيا المتاحة، وعلى إثر انخفاض السعر العالمي			
* الاستغناء تدريجياً عن الوقود الأحفوري وطرح نماذج تجارية	* إنشاء أول بنية تحتية للتحويل من طاقة إلى وقود/غاز (لتلبية الاحتياجات على المستوى الوطني/العالمي)	* دمج أنظمة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في الأنظمة الطاقوية (على سبيل المثال، طرح العدادات الذكية).	* توسيع وإعادة تهيئة شبكة الكهرباء			
* بلورة نماذج تصدير مرتكزة على مصادر الطاقة المتجددة	* أحمال سالبة متبقية مرتفعة، مؤقتاً، بسبب النسبة المرتفعة لمصادر الطاقة المتجددة	* اختراق النظام لخيارات المرونة (على سبيل المثال، التخزين في بطاريات)	* وضع أنظمة ومخططات تسعير للطاقة المتجددة		قطاع الطاقة	
* استبدال الوقود الأحفوري بطاقات متجددة أو بوقود مرتكز على مصادر الطاقة المتجددة	* حجم مبيعات الوقود الأحفوري يقل تدريجياً	* إمداد مباشر للكهرباء لمختلف الاستخدامات في المباني وفي قطاع النقل وقطاع الصناعة؛ تغيير النماذج التجارية في هذه القطاعات (على سبيل المثال، مضخات حرارية، سيارات كهربائية، أنظمة المنزل الذكي، التسويق لوسائل تخفيف الحمل الكهربائي في مجال الصناعة)	* تطوير وتعزيز سلاسل الإمداد المحلي للطاقة المتجددة		قطاع النظام الطاقوي	
* تعزيز ثبات النماذج التجارية التي تنطوي على التحويل من طاقة إلى وقود/غاز وتعزيز القدرات الإنتاجية (على سبيل المثال، استثمارات واسعة النطاق)	* النماذج التجارية الحالية المرتكزة على الوقود الأحفوري تبدأ بالتغير	* لا يوجد بديل للوقود الأحفوري (أو يوجد بديل محدود) بسبب الأسواق للتناميّة	* لا يوجد بديل للوقود الأحفوري بسبب الأسواق للتناميّة		مستوى التقني-الاقتصادي	

النموذج متعدد المراحل لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

المرحلة الرابعة: نحو طاقة متجددة بنسبة ١٠٠%	المرحلة الثالثة: طاقة إلى وقود/غاز	المرحلة الثانية: دمج تقنيات الطاقة المتجددة في نظام الطاقة	المرحلة الأولى: الانطلاق في سيرورة التحوّل نحو مصادر الطاقة المتجددة	تطورات قبل المرحلة الأولى		
* هو قائم على سوق تحويل الطاقة إلى وقود/غاز * انطلاقة تطبيق خاص لتحويل الطاقة إلى وقود/غاز، وتصديره	* خيارات المرونة في النمو القائم على السوق * انطلاقة "طاقة إلى وقود/غاز" * نشوء قطاع لتطبيقات خاصة لتحويل الطاقة إلى غاز وتصديرها	* هو قائم على سوق الطاقات المتجددة * انطلاقة خيارات المرونة * نشوء قطاع طاقة إلى وقود/غاز	* الانطلاق نحو الطاقات المتجددة * خيارات مرنة عند إنشاء القطاع	* نشوء قطاع الطاقات المتجددة		
	* زيادة نطاق تكنولوجيا التحويل من طاقة إلى وقود/غاز في قطاع النقل، لتستبدل الوقود الأحفوري والغاز الطبيعي	* تطوير وتوسيع شبكات صغيرة كحل للاستخدامات خارج الشبكة والمواقع النائية				
		* دفع سيرورة التحويل الطاقوي قُدماً في قطاعات الاستخدام النهائي (النقل، الصناعة والمباني)				
		* دفع سيرورة التحويل الطاقوي في قطاع الصناعة، والتقليل من المحتوى الكربوني المرتفع لبعض المنتجات، والحد من الانبعاثات الكربونية المرتفعة في عمليات محددة.				

مؤسسة فريدريش ايرت - التحوّل المستدام لنظام الطاقة في إسرائيل

المرحلة الرابعة: نحو طاقة متجددة بنسبة ١٠٠%	المرحلة الثالثة: طاقة إلى وقود/غاز	المرحلة الثانية: دمج تقنيات الطاقة المتجددة في نظام الطاقة	المرحلة الأولى: الانطلاق في سيرورة التحوّل نحو مصادر الطاقة المتجددة	تطورات قبل المرحلة الأولى		
* هو قائم على سوق تحويل الطاقة إلى وقود/غاز * انطلاقة تطبيق خاص لتحويل الطاقة إلى وقود/غاز، وتصديره	* خيارات المرونة في النمو القائم على السوق * انطلاقة "طاقة إلى وقود/غاز" * نشوء قطاع لتطبيقات خاصة لتحويل الطاقة إلى غاز وتصديرها	* هو قائم على سوق الطاقات المتجددة * انطلاقة خيارات المرونة * نشوء قطاع طاقة إلى وقود/غاز	* الانطلاق نحو الطاقات المتجددة * خيارات مرنة عند إنشاء القطاع	* نشوء قطاع الطاقات المتجددة		
* ممارسة الضغوط على قطاع الوقود الأحفوري (على سبيل المثال، الاستغناء تدريجيًا عن الإنتاج).	* ممارسة الضغوط على مكونات النظام الطاقوي المعارضة للمرونة (على سبيل المثال، الاستغناء تدريجيًا عن منشآت طاقة الحمل الأساسي).	* ممارسة الضغوط على النظام الكهربائي المرتكز على الوقود الأحفوري (على سبيل المثال، تقليل الدعم المالي الحكومي، تسعير الكربون)	* دعم تبني تكنولوجيا الطاقة المتجددة (على سبيل المثال، تعريفة الإمداد بالطاقة)، وضع أنظمة ومخططات تسعير للطاقة المتجددة	* الاعتراف مبدئيًا بأن كفاءة استخدام الطاقة هي الركيزة الاستراتيجية الثانية في سيرورة التحوّل الطاقوي		
* سحب الدعم لتكنولوجيا التحويل من طاقة إلى وقود/غاز	* سحب الدعم لخيارات الطاقة	* سحب الدعم للطاقة المتجددة (على سبيل المثال، الاستغناء تدريجيًا عن تعريفة الإمداد بالطاقة).	* زيادة مشاركة المؤسسات الاستثمارية (صناديق التقاعد، شركات التأمين، الجهات المانحة وصناديق الثروة السيادية) في سيرورة التحوّل الطاقوي			
* اتخاذ تدابير للحد من الآثار الجانبية غير المقصودة لتكنولوجيا التحويل من طاقة إلى وقود/غاز (إن وجدت)	* اتخاذ تدابير للحد من الآثار الجانبية غير المقصودة لخيارات المرونة (إن وجدت)	* اتخاذ تدابير للحد من الآثار الجانبية غير المقصودة للطاقة المتجددة (إن وجدت)	* رفع الوعي حول القضايا البيئية			
* إتاحة البنى التحتية والأسواق (على سبيل المثال، ربط مواقع الإنتاج بخطوط الأنابيب)	* وضع أنظمة ومخططات تسعير لتكنولوجيا التحويل من طاقة إلى وقود/غاز (على سبيل المثال، قطاع النقل، الوقود الأحفوري والغاز الطبيعي)	* ملاءمة مبنى السوق بغية استيعاب خيارات المرونة	* إتاحة البنى التحتية وأسواق الطاقة المتجددة (على سبيل المثال، وضع أنظمة لمالية شبكة الطاقة)			
* دعم تبني المقترحات الجديدة (على سبيل المثال، الإعانات الحكومية المالية)	* خفض الأسعار المدفوعة للكهرباء المرتكزة على الوقود الأحفوري	* توفير إمكانية الوصول إلى الأسواق للحصول على خيارات المرونة (مثل تكييف تصميم السوق، مواءمة الكهرباء، التنقل واللوائح المتعلقة بالحرارة)	* بذل جهود لتحسين الكفاءة			
	* إتاحة البنى التحتية والأسواق لتطبيق تكنولوجيا تحويل الطاقة إلى وقود/غاز (على سبيل المثال، إعادة تهيئة خطوط الأنابيب لنقل الوقود/الغازات الصناعية)	* دعم إنشاء وتطبيق خيارات المرونة (على سبيل المثال، تسعيرات للتحميل الموجه للسيارات الكهربائية)				
	* دعم تبني تكنولوجيا التحويل من طاقة إلى وقود/غاز (على سبيل المثال، إعفاءات ضريبية)	* تسهيل الترابط بين قطاع الطاقة وقطاعات الاستخدام النهائي لدعم دمج الطاقة المتجددة المتغيرة في قطاع الطاقة				

مستوى النظام
مستوى الحكومة

تطبيق النموذج في إسرائيل

المرحلة الرابعة: نحو طاقة متجددة بنسبة ١٠٠%	المرحلة الثالثة: طاقة إلى وقود/غاز	المرحلة الثانية: دمج تقنيات الطاقة المتجددة في نظام الطاقة	المرحلة الأولى: الانطلاق في سيرورة التحوّل نحو مصادر الطاقة المتجددة	تطورات قبل المرحلة الأولى		
* نمو قائم على سوق تحويل الطاقة إلى وقود/غاز * انطلاقة تطبيق خاص لتحويل الطاقة إلى وقود/غاز، وتصديره	* خيارات المرونة في النمو القائم على السوق * انطلاقة "طاقة إلى وقود/غاز" * نشوء قطاع لتطبيقات خاصة لتحويل الطاقة إلى غاز وتصديرها	* نمو قائم على سوق الطاقات المتجددة * انطلاقة خيارات المرونة * نشوء قطاع طاقة إلى وقود/غاز	* الانطلاق نحو الطاقات المتجددة * خيارات مرنة عند إنشاء القطاع	* نشوء قطاع الطاقات المتجددة		
		* إعادة تخصيص الاستثمارات للحلول منخفضة الكربون: حصة عالية من الاستثمارات في الطاقة المتجددة وخفض مخاطر الأصول المعيارية				
		* التنسيق بين البنى الاجتماعية-الاقتصادية والنظام المالي؛ متطلبات استدامة وتحويل طاقتي أوسع نطاقاً				
		* تسهيل الترابط بين قطاع الطاقة وقطاعات الاستخدام النهائي لدعم دمج الطاقة المتجددة المتغيرة في قطاع الطاقة				
		* تحديد الأنظمة المتعلقة بالكهرباء، النقل والحرارة				

مؤسسة فريدريش ايبرت - التحوّل المستدام لنظام الطاقة في إسرائيل

المرحلة الرابعة: نحو طاقة متجددة بنسبة ١٠٠%	المرحلة الثالثة: طاقة إلى وقود/غاز	المرحلة الثانية: دمج تقنيات الطاقة المتجددة في نظام الطاقة	المرحلة الأولى: الانطلاق في سيرورة التحوّل نحو مصادر الطاقة المتجددة	تطورات قبل المرحلة الأولى		
* هو قائم على سوق تحويل الطاقة إلى وقود/غاز * انطلاقة تطبيق خاص لتحويل الطاقة إلى وقود/غاز، وتصديره	* خيارات المرونة في النمو القائم على السوق * انطلاقة "طاقة إلى وقود/غاز" * نشوء قطاع لتطبيقات خاصة لتحويل الطاقة إلى غاز وتصديرها	* هو قائم على سوق الطاقات المتجددة * انطلاقة خيارات المرونة * نشوء قطاع طاقة إلى وقود/غاز	* الانطلاق نحو الطاقات المتجددة * خيارات مرنة عند إنشاء القطاع	* نشوء قطاع الطاقات المتجددة		
	* تجريب استخدامات تكنولوجيا التحويل من طاقة إلى وقود/غاز في قطاعات مثل الصناعة (على سبيل المثال، الفولاذ، الإسمنت والمواد الكيميائية) والنقل الخاص (على سبيل المثال، الملاحة الجوية والبحرية)	* تقييم إمكانات طرق التحويل المختلفة من طاقة إلى وقود/غاز	* تقييم الإمكانات الإقليمية لخيارات مرونة مختلفة	* تقييم إمكانات الطاقة المتجددة		
	* الاستثمار في نماذج تجارية لتصدير تكنولوجيا تحويل الطاقة إلى وقود/غاز	* مشاريع تجريبية محلية في مجال تحويل الطاقة إلى وقود/غاز بالاستناد إلى الهيدروجين الأخضر والتقاط الكربون (على سبيل المثال، وحدات تحكم مركزية/التقاط الكربون وتخزينه)	* تجريب خيارات المرونة	* مشاريع تجريبية محلية في مجال الطاقة المتجددة		
	* تصدير تجريبي للوقود الصناعي	* استكشاف نماذج تجارية قائمة على تكنولوجيا تحويل الطاقة إلى غاز/وقود	* استكشاف نماذج تجارية متعلقة بخيارات المرونة، بما في ذلك الشركات الناشئة في مجال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والنماذج التجارية الرقمية الجديدة، بهدف الترابط بين القطاعات			
		* استكشاف الإمكانات الجديدة لإدارة الطلب على الطاقة (على سبيل المثال الشحن الذكي للمركبات الكهربائية مباشرة من المركبة إلى الشبكة، حرارة وتبريد مرنان بواسطة المضخات الحرارية، التخزين الحراري بواسطة الكهرباء)				
		* الاستفادة من التجارب العالمية في مجال تحويل الطاقة إلى وقود/غاز				

قطاع الطاقة

مستوى القطاع العيني

المستوى التقني-الاقتصادي

تطبيق النموذج في إسرائيل

المرحلة الرابعة: نحو طاقة متجددة بنسبة ١٠٠%	المرحلة الثالثة: طاقة إلى وقود/غاز	المرحلة الثانية: دمج تقنيات الطاقة المتجددة في نظام الطاقة	المرحلة الأولى: الانطلاق في سيرورة التحوّل نحو مصادر الطاقة المتجددة	تطورات قبل المرحلة الأولى	
* نمو قائم على سوق تحويل الطاقة إلى وقود/غاز * انطلاقة تطبيق خاص لتحويل الطاقة إلى وقود/غاز، وتصديره	* خيارات المرونة في النمو القائم على السوق * انطلاقة "طاقة إلى وقود/غاز" * نشوء قطاع لتطبيقات خاصة لتحويل الطاقة إلى غاز وتصديرها	* نمو قائم على سوق الطاقات المتجددة * انطلاقة خيارات المرونة * نشوء قطاع طاقة إلى وقود/غاز	* الانطلاق نحو الطاقات المتجددة * خيارات مرنة عند إنشاء القطاع	* نشوء قطاع الطاقات المتجددة	
	* تطوير تصورات وتوقعات مشتركة لتصدير تكنولوجيا التحويل من طاقة إلى وقود/غاز (على سبيل المثال، الأسواق المستهدفة والمواقع الملائمة لعملية التحويل)	* تطوير تصورات وتوقعات مشتركة لتكنولوجيا التحويل من طاقة إلى وقود/غاز (على سبيل المثال، وضع استراتيجية وخطط لتطوير/ملاءمات)	* تطوير تصورات وتوقعات للدمج المرن للسوق والنظام الطاقوي (أسواق طاقة إقليمية وعابرة للحدود القومية)	* تطوير تصورات وتوقعات مشتركة لتطوير الطاقة المتجددة	
* دعم سيرورات التعلم حول تكنولوجيا تحويل الطاقة إلى وقود/غاز في قطاعات مثل الصناعة والنقل الخاص (على سبيل المثال، تجارب تنطوي على استخدام تكنولوجيا تحويل الطاقة إلى وقود/غاز لصهر الزجاج)	* دعم السيرورات التعليمية في مجال التحويل من طاقة إلى وقود/غاز (على سبيل المثال، مشاريع تحويل الطاقة إلى وقود/غاز)، الاستفادة من التجارب العالمية في مجال تحويل الطاقة إلى وقود/غاز، استكشاف نماذج تجارية قائمة على تكنولوجيا التحويل من طاقة إلى وقود/غاز	* دعم السيرورات التعليمية في مجال التحويل من طاقة إلى وقود/غاز (على سبيل المثال، مشاريع تحويل الطاقة إلى وقود/غاز)، الاستفادة من التجارب العالمية في مجال تحويل الطاقة إلى وقود/غاز، استكشاف نماذج تجارية قائمة على تكنولوجيا التحويل من طاقة إلى وقود/غاز	* دعم السيرورات التعليمية في مجال المرونة (على سبيل المثال، مشاريع محلية)	* دعم السيرورات التعليمية في مجال الطاقة المتجددة (على سبيل المثال، مشاريع محلية)	
* دعم سيرورات التعلم حول تصدير تكنولوجيا تحويل الطاقة إلى وقود/غاز (على سبيل المثال، مقبولة السوق والأنظمة التجارية)	* إنشاء شبكة لاعبين في مجال التحويل من طاقة إلى وقود/غاز (محلية ودولية)	* إنشاء شبكة لاعبين في مجال التحويل من طاقة إلى وقود/غاز (محلية ودولية)	* إنشاء شبكة لاعبين في مجال خيارات المرونة المرتبطة بقطاعات الكهرباء، النقل، والحرارة (على سبيل المثال، استكشاف نماذج تجارية متعلقة بخيارات المرونة، بما في ذلك الشركات الناشئة في مجال تكنولوجيا المعلومات والاتصالات والنماذج التجارية الرقمية الجديدة بهدف الترابط بين القطاعات)	* إنشاء شبكة لاعبين في مجال الطاقة المتجددة (على سبيل المثال، شركات مساهمة)	مستوى الحكومة
	* إنشاء شبكة لاعبين لتطوير نظام تصدير واسع النطاق للوقود الصناعي (على سبيل المثال، مصنّعون، مؤسسات تجارية، أسواق)		* تطوير قاعدة معرفية مشتركة للتوقف المتكامل عن استخدام الكربون لإتاحة المجال لانتشار وتعميم هذا النهج لتحويل القطاع بأكمله إلى قطاع خالٍ من الكربون	* تداخل مجتمعي (على سبيل المثال، مبادرات أهلية)	
				* متابعة تحسين كفاءة استخدام الطاقة	
					* متابعة خفض الكثافة المادية من خلال تدابير تعزيز الكفاءة ومبادئ الاقتصاد الدائري

تطبيق النموذج في إسرائيل

بالرغم من الدور المركزي للغاز الطبيعي، تسعى دولة إسرائيل أيضًا إلى توسيع نطاق استخدام الطاقة المتجددة على ضوء انخفاض أسعار هذه التكنولوجيا. الهدف الأساسي من وراء ذلك هو تعزيز الأمن الطاقوي الوطني. في هذا السياق، تم تنفيذ مشروع رئيسي في صحراء النقب في جنوب إسرائيل، تَصْمَن منشأة قطع مكافئ تبلغ طاقتها الإنتاجية ١١٠ ميغاواط ومحطة توليد طاقة كهربائية شمسية-حرارية تبلغ طاقتها الإنتاجية ١٢١ ميغاواط، لتغطي ١% من حاجة إسرائيل للطاقة (Negev Energy, ٢٠١٦). بحلول عام ٢٠٣٠، ترغب إسرائيل في أن تصل نسبة الطاقة المتجددة في المزيج الطاقوي المستخدم إلى ٣٠% (Spyridonidou et al., ٢٠٢١). السياسات القائمة حاليًا لاستخدام الطاقة المتجددة تشمل تعريف الإمداد بالطاقة للأنظمة الصغيرة ومناقصات للأنظمة الكبيرة.

للتقدّم نحو نظام طاقوي قائم على مصادر الطاقة المتجددة، ستستفيد إسرائيل من زيادة خيارات المرونة. فإلى جانب المركبات الكهربائية وتحسين التوصيل بالشبكة، فإنّ التعاون العابر للحدود يسهم في الانتقال إلى نظام طاقوي قائم على مصادر الطاقة المتجددة (Abu Hamed and Bressler, ٢٠١٩). على هذه الخلفية، تستعرض الفصول التالية تقييمًا مفصلاً للوضع الحالي وللتقدم الذي أحرزته إسرائيل في سيرة التحوّل الطاقوي.

٤.١.١. تقييم الوضع الحالي والنزعات

القائمة على مستوى المشهد العام وعلى

مستوى النظام الطاقوي

يتناول هذا الفصل الوضع الحالي والنزعات القائمة في النظام الطاقوي في إسرائيل من حيث العرض والطلب، البنية التحتية، شبكة اللاعبين وتطورات السوق.

العرض والطلب على الطاقة

بلغ إجمالي مخزون الطاقة الإسرائيلي في عام ٢٠١٨ ٢٢,٣ ميغا طن نبط مكافئ (الوكالة الدولية للطاقة، ٢٠٢٠a). بالنسبة لاستهلاك الطاقة في القطاعات المختلفة، فإنّ قطاع النقل هو المهيمن بحيث تبلغ نسبته من مجمل الاستهلاك ٣٩%، يليه القطاع الصناعي (١٩%)، قطاع الإسكان (١٣%) والخدمات العامة والتجارية (١١%) (IEA, ٢٠٢٠a) (الرسم ٤-١). يتكون المزيج الطاقوي أساسًا من وقود أحفوري (الرسم ٤-٢). في عام ٢٠١٩، شكّلت جزئية النفط ٤٢% من المزيج الطاقوي، الغاز الطبيعي ٣٥%

ورقة معلومات أساسية

√	المصادقة على اتفاق باريس للمناخ
X	استراتيجية تنمية مستدامة
√	تحديد أهداف الطاقة المتجددة
√	وضع سياسات تنظيمية لتطبيق تكنولوجيا الطاقة المتجددة
√	وجود استراتيجية لكفاءة استخدام الطاقة
X	استراتيجية طاقة إلى إكس

٤.١.٢. تصنيف عملية تحول نظام الطاقة في

إسرائيل بحسب النموذج متعدد المراحل

وصفت دولة إسرائيل كـ "جزيرة طاوية" معزولة عن البنية التحتية الطاقوية للبلدان المجاورة (Fischhendler et al., ٢٠١٥; Shaffer, ٢٠١١).

حتى اكتشاف حقلي ليفيathan و تمار للغاز الطبيعي على ساحل البحر الأبيض المتوسط، كانت الدولة معتمدة بشكل كامل تقريبًا على واردات الطاقة. في الوقت الحالي، تربط بين إسرائيل وبعض الدول المجاورة، كالأردن ومصر، خطوط أنابيب غاز، ولكن لا توجد بعد شبكة كهربائية مشتركة.

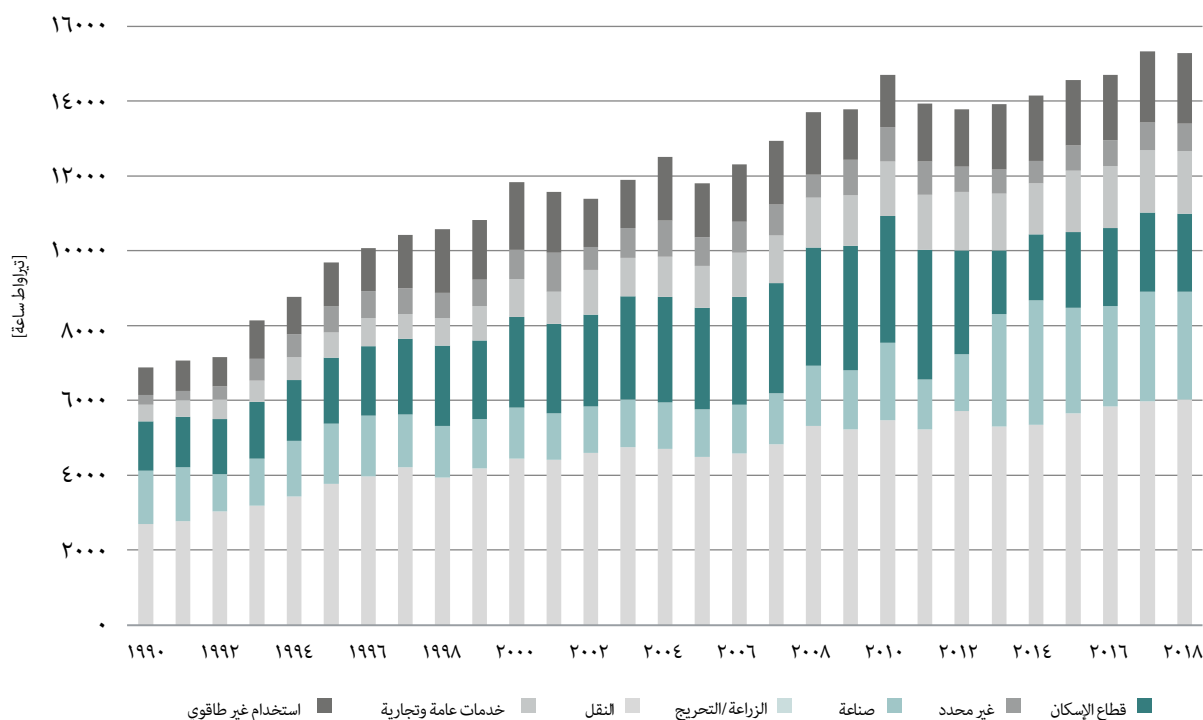
في المزيج الطاقوي المستخدم حاليًا، لا يزال الوقود الأحفوري مهيمنًا، وتوسيع نطاق استخدام الطاقات المتجددة لا يزال بطيئًا. ولكن بتوقيعها على اتفاق باريس للمناخ، وضعت إسرائيل نصب أعينها هدف تقليل انبعاثات غازات الدفيئة على المستوى المحلي بـ ٢٦% مقارنة بعام ٢٠٠٥. ولكونها عرضة للاضطرابات السياسية والتغير المناخي، وضعت الدولة أيضًا أهدافًا قطاعية تنطوي على خفض استهلاك الكهرباء بـ ١٧% وتقليل عدد الكيلومترات التي تقطعها المركبات الخصوصية بـ ٢٠% (الوزارة لحماية البيئة، ٢٠١٨). نجحت إسرائيل في السنوات الماضية في الحد من تلوث الهواء ومن انبعاث غازات الدفيئة، خاصة بواسطة استبدال الفحم الحجري والوقود التقليدي بالغاز الطبيعي. وبما أنّ الدولة التزمت بالتوقف عن استخدام الفحم الحجري، وقود البنزين ووقود الديزل في قطاعي إنتاج الطاقة والنقل، فإنّ انبعاثات ثاني أكسيد الكربون انخفضت بـ ٢٠% مقارنة بعام ٢٠١٢ (تقرير REN21، ٢٠١٩؛ الوكالة الدولية للطاقة، ٢٠٢٠a).

تطبيق النموذج في إسرائيل

الفحم الحجري ٢٠٪ والطاقات المتجددة نحو ٣٪ (الوكالة الدولية للطاقة، ٢٠٢٠a). على ضوء اتفاق باريس للمناخ، فإنَّ جزيئة الفحم الحجري من المزيغ الطاقوي، والتي بلغت ذروتها في عام ٢٠١٢، بحيث شكلت ٣٦٪، شهدت انخفاضاً مستمراً في السنوات الماضية، على إثر إغلاق أربع وحدات توليد في محطة أوروب رابين لتوليد الطاقة من الفحم.

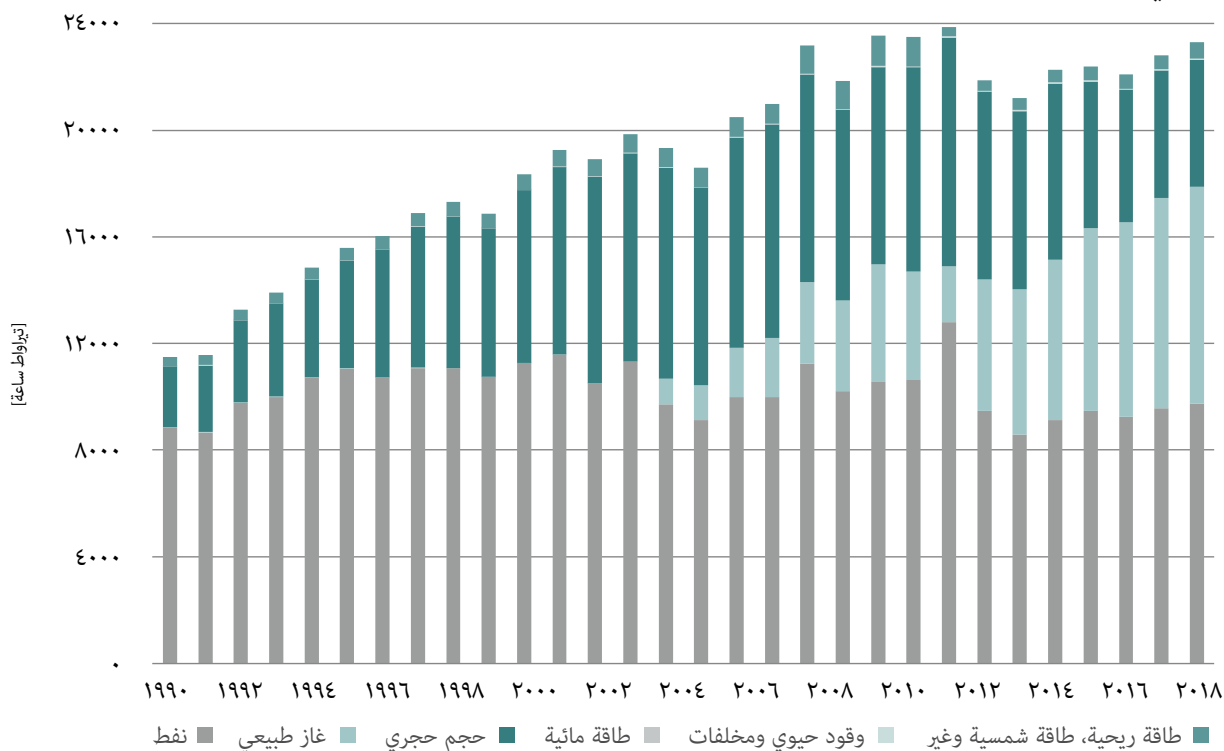
الرسم ١-٤

إجمالي الاستهلاك النهائي حسب القطاع (كيلوطن نفط متكافئ)، إسرائيل ١٩٩٠-٢٠١٨



الرسم ٢-٤

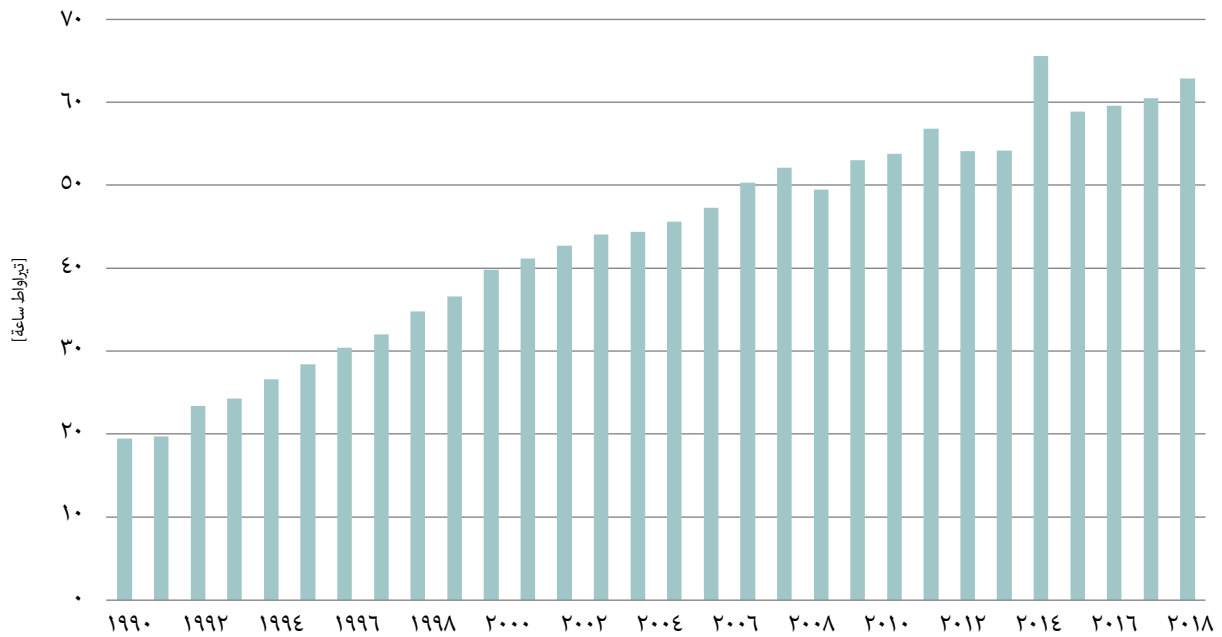
إجمالي مخزون الطاقة حسب المصدر (كيلوطن نفط متكافئ)، إسرائيل ١٩٩٠-٢٠١٩



تطبيق النموذج في إسرائيل

الرسم ٣-٤

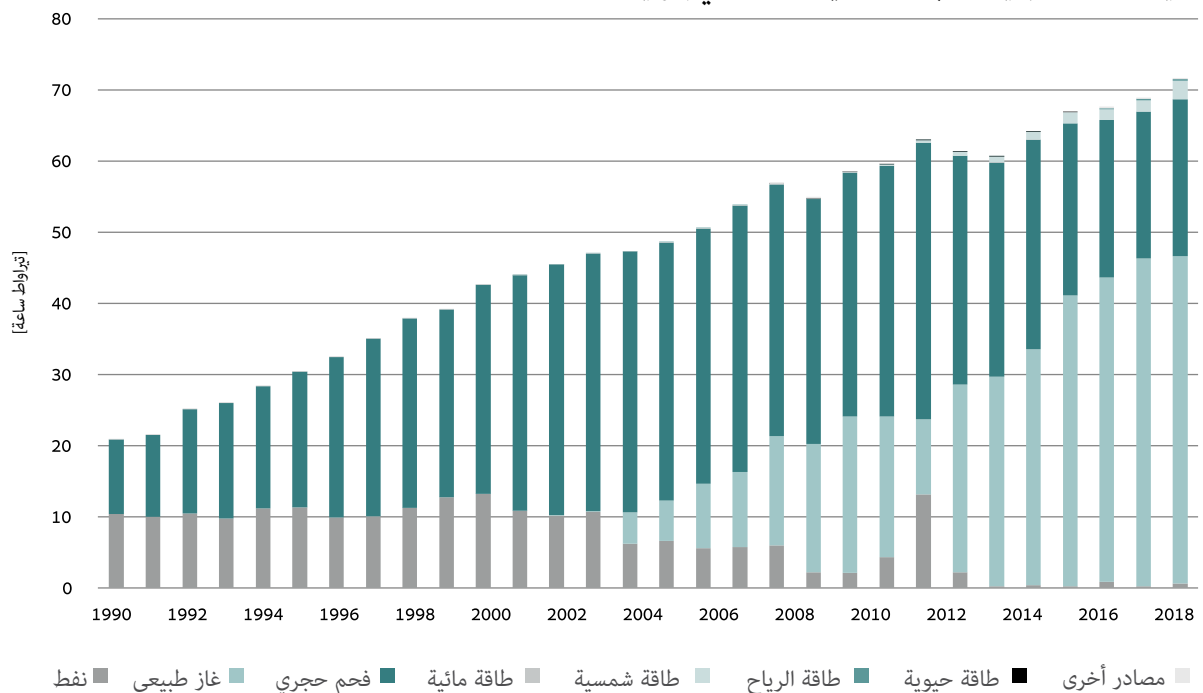
استهلاك الكهرباء (تيراواط ساعة)، إسرائيل ١٩٩٠-٢٠١٩



المصدر: يستند إلى معطيات الوكالة الدولية للطاقة، ٢٠٢٠a

الرسم ٤-٤

توليد الطاقة الكهربائية حسب المصدر (تيراواط ساعة) في إسرائيل ١٩٩٠-٢٠١٩



المصدر: يستند إلى معطيات الوكالة الدولية للطاقة، ٢٠٢٠a

٢٠١٦. المسبب الرئيسي لزيادة الطلب على الطاقة هو المنازل، أضيف إلى أن موارد المياه تقل تدريجياً بسبب التغير المناخي.

نتيجة لذلك، طورت الحكومة الإسرائيلية استراتيجية خاصة لمواجهة النقص في موارد المياه الطبيعية. تستلزم هذه الاستراتيجية توسيع نطاق منشآت تحلية المياه ليلعب ناتجها ١,٥٠٠ مليون متر مكعب بحلول عام ٢٠٥٠ (المراجع السابق). القدرة الحالية لتحلية المياه ارتفعت من ٢٧٧ مليون متر مكعب إلى ٥٨٢ مليون متر مكعب في الفترة ما بين ٢٠١٠ و ٢٠١٨. المنشآت الخمس الحالية تقع في سوريك، الخضيرة، أشكلون، أشدود وبلماحيم، وهي تزود قطاعي الصناعة والزراعة بالمياه المحلاة (المراجع السابق). كمية المياه المزودة تشكل نحو ٨٠% من مياه الشرب في إسرائيل (وزارة الطاقة، ٢٠١٩). في الوقت الحاضر، تم الإعلان عن عطاء لإقامة منشأة لتحلية المياه في سوريك، ذات قدرة إنتاجية تبلغ ٢٠٠ مليون متر مكعب للسنة. السعر المقترح للمتر المربع هو ١,٦ شيكل جديد، أي أقل بـ ٥,٥ شيكل جديد من السعر الأدنى المدفوع حالياً (وزارة الطاقة، ٢٠١٩). تحلية المياه هي عملية كثيفة الاستخدام للطاقة، وتوسيع نطاق منشآت تحلية المياه سيؤدي حتماً إلى زيادة استهلاك الطاقة في إسرائيل مستقبلاً.

أحد الآثار الملحوظة على قطاع الطاقة مرتبط بجائحة كوفيد ١٩، التي أبطأت النشاط الاقتصادي، مما أثر على قطاع الطاقة. نتيجة إجراءات الإغلاق الصارمة، انخفض الاستهلاك في قطاع الصناعة بنحو ١٣% مقارنة بالأشهر الموازية في ٢٠١٩. الأثر الرئيسي الناتج عن تقييد الحركة برز في انخفاض معدلات السفر للعائلة الواحدة. بالتالي، فإن استهلاك وقود البنزين انخفض بـ ٤٢%، واستهلاك وقود الديزل انخفض بـ ٢٦%، مقارنة بنفس الأشهر في ٢٠١٩ (Navon et al, IEC; ٢٠٢٠a; ٢٠٢١).

خلاصة القول، يهيمن الفحم الحجري والغاز على قطاع توليد الكهرباء في إسرائيل، وقد طرأ ارتفاع مستمر على توليد واستخدام الغاز الطبيعي في السنوات الأخيرة. بسبب عدم حصانة الإمداد الطاقوي، الأمر الذي يؤثر بشكل كبير على الأمن الطاقوي في إسرائيل. تعتمد إسرائيل، "الجزيرة الطاقوية"، على الغاز الطبيعي المحلي، وتسعى لتوسيع نطاق استخدام تقنيات الطاقة المتجددة. وفقاً للنموذج متعدد المراحل للشرق الأوسط وشمال أفريقيا، يمكن تصنيف إسرائيل في المرحلة الأولى.

الطاقة المتجددة

أعربت إسرائيل عن "اهتمامها الشديد" بالانتقال إلى نظام طاقي قائم على تقنيات بيئية" (الوزارة لحماية البيئة، ٢٠١٩c؛ The Jerusalem Post, ٢٠١٩). كما تعهد رئيس الوزراء بنيامين نتانياهو في ٢٠١١، فإن الطاقة المتجددة تمثل خطة "أمنية حتمية" لدولة إسرائيل (Bahgat, ٢٠١١). نظراً للدافعية القوية لتحقيق أمن طاقي محلي، تهدف الحكومة إلى زيادة نسبة الطاقة الكهربائية المتجددة إلى ١٠% بحلول عام ٢٠٢٠ وإلى ١٧% بحلول عام ٢٠٣٠، وتم تعديلها مجدداً في عام ٢٠٢١، لتبلغ ٣٠% بحلول عام ٢٠٣٠ (Bellini, ٢٠٢٠; Spyridonidou et al, ٢٠٢١). وفقاً لوزير حماية البيئة، فإن القوة الدافعة لإسرائيل لدخول سوق التكنولوجيا النظيفة تعززت في أعقاب اتفاق باريس للمناخ. نتيجة لذلك، ترغب دولة إسرائيل في تطوير تكنولوجيا الطاقة المتجددة، وقد توصلت حتى الآن إلى اتفاقات مهمة مع الصين في هذا المجال. لدعم بناء منشآت للطاقة المتجددة، اتخذت الحكومة عدة خطوات (الوزارة لحماية البيئة، ٢٠١٨):

وفي حين أنّ ذروة الاستهلاك في الصيف بلغت ١٢,٩ جيجا واط للساعة، فإن ذروة الاستخدام في الشتاء بلغت ١١,٨ جيجا واط ساعة لعام ٢٠١٨ (دائرة الإحصاء المركزية، ٢٠٢٠). خلال أشهر الصيف، يبلغ الاستهلاك ذورته ما بين الساعة ١١:٣٠ قبل الظهر والساعة ٦ مساءً، أما في الشتاء، يبلغ الاستهلاك ذورته ما بين الساعة ٧ مساءً والساعة ١٠ صباحاً، وما بين الساعة ٥ والساعة ٩ مساءً (شركة كهرباء إسرائيل، ٢٠٢١). بسبب ارتفاع مستوى المعيشة، النمو السكاني والارتفاع الحاد في درجات الحرارة خلال أشهر الصيف، ارتفع استهلاك الكهرباء في إسرائيل في الفترة ١٩٩٠-٢٠٠٠ من ٢٠ تيراواط ساعة تقريباً إلى نحو ٤٠ تيراواط، وبهذا، يبلغ معدل الزيادة ٣,٨%. في عام ٢٠١٩، ارتفع استهلاك الكهرباء إلى ٦٣ تيرا واط ساعة (الرسم ٤-٣). بلغ معدل الزيادة السنوية في استهلاك الكهرباء ٢,٤% في الفترة ٢٠٠٠-٢٠١٩، ومن المتوقع أن يستمر الارتفاع في استهلاك الكهرباء حتى عام ٢٠٢٠ بنفس النطاق، والذي يتراوح بين ٢,٣%-٢,٨% (Abu Hamed and Bressler, ٢٠١٩).

مخزون الطاقة في إسرائيل كان عرضة لصدمات خارجية (Abu Hamed and Bressler, ٢٠١٩). ولكن في الوقت الحالي، ساهم استخدام الغاز الطبيعي في الحفاظ على توازن مخزون الطاقة في إسرائيل. في السابق، شكّلت الأحداث السياسية خطراً على مخزون الطاقة في إسرائيل. فعلى سبيل المثال، عندما اندلعت ثورات الربيع العربي في مصر، تم إغلاق خط عسقلان-العريش الذي زود إسرائيل بالغاز المصري، مما اضطر إسرائيل لاستبدال الغاز الطبيعي بالفحم الحجري والنفط لتغطية الاحتياج المحلي (Bahgat, ٢٠١١). خلال العقد الأخير، ازداد استخدام الغاز الطبيعي، مع اكتشاف حقول الغاز على ساحل البحر الأبيض المتوسط (الرسم ٤-٤). يشهد استخدام الغاز الطبيعي في مجال توليد الطاقة، في الصناعة وفي القطاع التجاري واسع النطاق، ارتفاعاً مستمراً (الوزارة لحماية البيئة، ٢٠١٨).

توجد في إسرائيل ١٦ محطة لتوليد الطاقة، تديرها شركة الكهرباء الإسرائيلية، المملوكة للدولة (IEC). تدير شركة الكهرباء الإسرائيلية أكبر وأقدم خمس محطات لتوليد الكهرباء على امتداد ساحل البحر الأبيض المتوسط: أوروت راين، ريدينغ، روتنبرغ، إشكول وحيفا، وتستخدم زيت الوقود الثقيل، الغاز الطبيعي والفحم الحجري (Abu Hamed and Brussler, ٢٠١٩). في عام ٢٠١٨، بلغ إجمالي الاستطاعة التوليدية المركبة ١٨,٠٩٦ ميغاواط، منها، ١,٤ جيجاواط من مصادر طاقة متجددة. في نفس السنة، بلغ حمل الذروة السنوي ١٢,٩٢١ ميغاواط (دائرة الإحصاء المركزية). مع تباطؤ نمو توليد الكهرباء في الفترة ما بين ٢٠١٣ و ٢٠١٥، فإن منشآت الطاقة الإضافية التابعة لشركات خاصة لتوليد الكهرباء أدت إلى توفّر احتياطي كبير (يعادل متوسط الاستطاعة التوليدية المركبة أعلاه، وما يزيد عن ذروة الطلب المتوقعة). في عام ٢٠١٢، بلغت نسبة الاحتياطي ١٥%، أي أقل من ١٧%-٢٠%، وهي النسبة الدنيا التي حددتها وزارة الطاقة (المراجع السابق). في عام ٢٠١٨، بلغ الاحتياطي ٣٠%، بدون مصادر الطاقة المتجددة، و ٣٣%، يشمل مصادر الطاقة المتجددة.

التغير المناخي هو دافع رئيسي لزيادة استهلاك وتوليد الكهرباء. في المراكز الحضرية عالية الكثافة العمرانية في المناطق الساحلية في إسرائيل، من المتوقع أن تؤثر الموجات الحرارية على ذروة الطلب على الطاقة. وفقاً للوزارة لحماية البيئة (٢٠١٨)، فإن ٤٥% من إجمالي استهلاك الكهرباء ناتج عن تكييف الهواء (الوزارة لحماية البيئة، ٢٠١٨؛ Michaels and Parag,

تطبيق النموذج في إسرائيل

باعتبارها المصدر الرئيسي للطاقة المتجددة، فإن إمكانات الطاقة الشمسية في إسرائيل تتراوح بين 0,5 و 7 كيلوواط ساعي/م²، حسب الموقع (Adekan, 2012). المنطقة المثلى لاستغلال الطاقة الشمسية موجودة في منطقة جنوب العربة حيث يتراوح الإشعاع الأفقي الكلي بين 2,200 و 2,400 كيلوواط ساعي/م² (DiPersion et al, 2012; Navon et al, 2020; Spyridonidou et al, 2021). وفقاً لـ Vardimon (2011)، فإن توليد الطاقة الكهربائية من الألواح الجهدية الضوئية على أسطح المباني من شأنه أن يوفر حتى 33% من الاستهلاك الوطني للطاقة في إسرائيل.

مجمّعات الطاقة الشمسية لتسخين المياه المنزلية موضوعة على الأجنحة السياسية منذ الثمانينات، كردّ فعل على شح الموارد الطبيعية وارتفاع أسعار النفط (Li et al, 2013). طُرحت مجمّعات الطاقة الشمسية هذه على نطاق واسع، وتشكل حالياً حتى 77% من المعدات المنزلية في الوقت الحالي (Spyridonidou et al, 2021). دمج أنظمة تسخين المياه الشمسية نجح في إسرائيل، بسبب تشريع المادة 9 من قانون التخطيط والبناء لعام 1970، بخصوص الطاقة الشمسية. كان هذا القانون العامل المساهم الرئيسي في دعم استخدام الطاقة الشمسية بسبب التركيب الإلزامي لهذه الأنظمة فوق المباني في إسرائيل (Grossman, 2016). تُدمج الألواح الجهدية الضوئية/الألواح الشمسية بشكل متزايد في العمليات الصناعية مثل معالجة المياه العادمة وتحلية المياه.

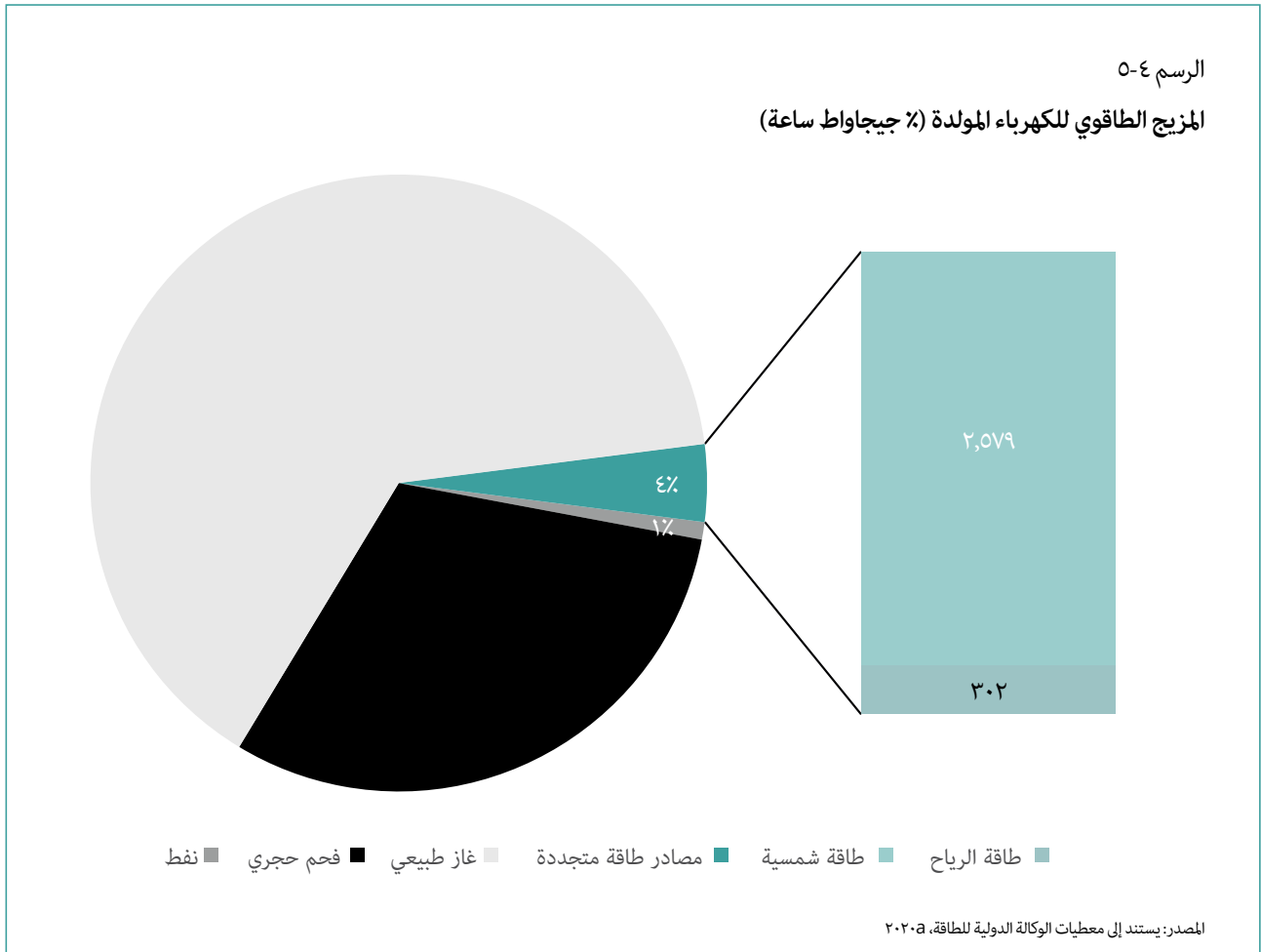
1. إعفاءات ضريبية، يشمل الضريبة البلدية، ضريبة القيمة المضافة، ضريبة الدخل وعدم فرض ضريبة وقود على الغاز الحيوي.

2. توسيع الحصص التعريفية المصادق عليها، بما في ذلك الحصص التعريفية لمنشآت الطاقة المولدة بواسطة الألواح الجهدية الضوئية بمقدار 1,699 ميغاواط وحتى 3,710 ميغاواط لجميع مصادر الطاقة المتجددة.

3. منح حكومية وضمانات قروض من أجل تقليل الانبعاثات وتعزيز كفاءة استخدام الطاقة.

4. منع طمر النفايات البلدية الصلبة.

موارد الطاقة المتجددة، الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، وفيرة في إسرائيل. بحلول عام 2019، بلغت الاستطاعة التوليدية التراكمية للألواح الجهدية الضوئية 1,72 جيجاواط (8,7% من الطلب المحلي على الطاقة الكهربائية)، تليها الاستطاعة التوليدية للطاقة الشمسية المركزة وقدرها 0,24 جيجاواط (1,2% من الطلب المحلي على الطاقة الكهربائية)، الاستطاعة التوليدية للغاز الحيوي وقدرها 0,04 جيجاواط (0,15% من الطلب على الطاقة الكهربائية)، والاستطاعة التوليدية لطاقة الرياح وقدرها 0,03 جيجاواط (0,15% من الطلب على الطاقة الكهربائية) (Spyridonidou et al, 2021). يستعرض الرسم 0-4 المزيج الطاقوي لعام 2018، حيث أنتجت الطاقة الشمسية - بحسب الوكالة الدولية للطاقة - 2,097 جيجاواط بينما بلغ معدّل التوليد من طاقة الرياح 302 جيجاواط.



(Peri et al, 2020)، ليبلغ إجمالي الاستطاعة التوليدية 730 ميغاواط (Peri et al, 2020). تأخذ طاقة الكتلة الحيوية في إسرائيل شكلين مختلفين: حرق الغاز الطبيعي وحرق الكتلة الحيوية. وبما أنّ إمكانات الكتلة الحيوية محدودة، من المرجح ألا تؤدي دوراً مركزياً في مستقبل الطاقة المتجددة في إسرائيل. الاستطاعة التوليدية المركبة لمحطات توليد طاقة الغاز الحيوي تبلغ 30 ميغاواط تقريباً (Central Bureau of Statistics, 2020). يشمل إنتاج الغاز الحيوي هضماً لا هوائياً من المحاصيل الزراعية، فضلات عضوية من مواقع طمر النفايات وفضلات بلدية صلبة.

استخدام الطاقة المائية في إسرائيل محدود لندرة الموارد المائية. بعض محطات توليد الطاقة المائية في منطقة الجليل تولّد أقل من 10 ميغاواط. بالنسبة للتخزين الضخّي، توجد في إسرائيل منشأة حيوية واحدة تبلغ استطاعتها 300 ميغاواط- وهو مشروع الغلبوع للتخزين الضخّي (Maruzewski et al, 2016). تم تشغيل المنشأة بحلول عام 2020، ومن المتوقع أن تولّد سنوياً 3,000 ميغاواط ساعي من الطاقة الكهربائية (Hydro Review, 2020). تتكون المنشأة من مجمّعين مائين بحجم 2,5 مليون مكعب، وهي موصولة بمهواة عميقة يبلغ عمقها 500 متر، وأنايب كبيرة، وتشمل عنفتين، بحيث تبلغ الاستطاعة التوليدية لكل منهما 150 ميغاواط. الفائدة الرئيسية التي تجنيها إسرائيل بواسطة تطبيق تقنية طاقة التخزين الضخّي هي إضافة احتياطي لنظام شركة الكهرباء، وتعزيز قدرتها على تلبية الاحتياج على الطاقة في ذروة فترة الطلب (Electra, 2021).

نشأ سوق الطاقة المتجددة رسمياً عندما وضعت الحكومة لنفسها هدفاً وطنياً بزيادة نسبة الطاقة المتجددة في إنتاج الكهرباء بـ 5% بحلول عام 2016 (الوكالة الدولية للطاقة، 2020؛ وزارة المالية، 2021). تم تعديل هذا الهدف في عام 2009، بحيث ارتفعت النسبة إلى 10% طاقة متجددة في المزيج الطاقوي. لاقى الهدف الجديد دعماً من قبل مجلس الوزراء في نهاية شهر أكتوبر 2020، حيث تقرر توليد 30% من الطاقة الكهربائية لدولة إسرائيل من مصادر الطاقة المتجددة بحلول عام 2030، في أعقاب الانتقادات التي أدت إلى تفعيل ضغوط على وزارة الطاقة (Surkes and Staff, 2020). سيرورة تطوير الطاقة المتجددة محددة في سياسة الدولة لدمج مصادر الطاقة المتجددة في قطاع الكهرباء الإسرائيلي (PIRES) لعام 2010، والتي تهدف إلى زيادة استقلالية وأمن إسرائيل الطاقويين وتعزيز ثقافة الوعي البيئي. تستعرض الاستراتيجية السياسية القاعدة القانونية لدمج تسعيرة الطاقة المتجددة والمزايا الضريبية المترتبة عليها، من ضمن سياسات داعمة أخرى تهدف إلى تبني تكنولوجيا الطاقة المتجددة. يتم إيلاء اهتمام خاص لقطاع البحث والتطوير (الوكالة الدولية للطاقة، 2020a؛ منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، 2020). البرامج المختلفة، مثل مشاركة المركبات، طُرحت في عام 2016 لدعم طرح المركبات الكهربائية والمركبات الهجينة في الأسواق. بخصوص الآليات المالية، صادقت سلطة الكهرباء في عام 2014 على دعم مالي حكومي لتوليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة، والذي يعود بالفائدة على المصنّعين الذين يبيعون طاقتهم الكهربائية لشركة الكهرباء وللمستهلكين الخاصين عبر الشبكة التابعة لشركة الكهرباء (المرجع السابق). الإطار التنظيمي الأول لتعريف الإمداد بالطاقة طُرِح من قبل هيئة الكهرباء لأنظمة الألواح الضوئية الجهدية صغيرة الحجم في قطاعي التجارة والإسكان في عام 2008 (Green Energy Association of Israel, 2021) بعد تحديد حصة أولية بمقدار 50 ميغاواط للمستهلكين التجاريين، تقررّت زيادة هذه الحصة إلى 120 ميغاواط، في عام 2010، بينما حصل المستهلكون في قطاع الإسكان على حصة غير محددة في 2011 (المرجع السابق).

يقع المشروع الرئيسي لدولة إسرائيل في صحراء النقب، جنوبي البلاد، ويدعى برج أشاليم للطاقة الشمسية. يتكون هذا المرفق من منشأة مجمع حوض قطعي مكافئ Plot-A تبلغ استطاعته التوليدية 110 ميغاواط، وبرج أشاليم Plot-B والذي تبلغ استطاعته التوليدية 121 ميغاواط، وقد تم تشغيله في عام 2019، ليزيد من كمية الطاقة الكهربائية التي تحتاج إليها دولة إسرائيل بنسبة 1% (Negev Energy, 2016). سعة التخزين الحراري في PLOT A و PLOT B تبلغ 4,5 ساعات، حيث تستخدم تقنية الملح المنصهر (Windkraft Journal, 2015). يبلغ ارتفاع برج الطاقة 260 مترًا، ويعتبر من أكبر أبراج الطاقة في العالم. الوحدة الثالثة في برج أشاليم للطاقة الشمسية تتكون من منشأة طاقة مولدة بواسطة الألواح الضوئية الجهدية تبلغ استطاعتها التوليدية 390 ميغاواط و 40 ميغاواط.

يتم التخطيط أيضاً لربعة مشاريع للطاقة الشمسية في بئر السبع، يروحام، سديه بوكير وماتسيه رامون، في محيط برج أشاليم، تبلغ استطاعتها التوليدية مجتمعة 300 ميغاواط، لتشكل معاً "مجمّعاً إسرائيلياً للطاقة الشمسية" (Negev Energy, 2016). تدمج أبراج أشاليم للطاقة الشمسية بين مصادر تمويل مؤسساتية، مثل شركة الاستثمار الخاص لما وراء البحار (OPIC) وبنك الاستثمار الأوروبي (EIB) وبنوك تجارية محلية، وهي موقعة على اتفاقية شراء طاقة (PPA) لمدة 25 عامًا. المنشأة الأكبر لتوليد الطاقة بالألواح الضوئية الجهدية في إسرائيل هي محطة الطاقة الشمسية تزيليم في صحراء النقب، والتي تبلغ استطاعتها التوليدية 120 ميغاواط (Belini, 2021a). استُكمل المشروع في عام 2019 كشركة محاصة بين Belectric والشركة المحلية سوليل بونيه (Enkhardt, 2019). ولكن من المتوقع أن تكون محطة ديمونا للطاقة الشمسية المخطط إقامتها في صحراء النقب المنشأة الأكبر في إسرائيل لتوليد الطاقة من الألواح الضوئية الجهدية، بعد استكمالها في 2023. الاستطاعة التوليدية المتوقعة للمنشأة هي 300 ميغاواط، مع إمكانية تخزين (وزارة الطاقة، 2019؛ Enkhardt, 2019). بالإضافة إلى ذلك، تم تأسيس سبع منشآت للألواح الضوئية الجهدية فوق مجمعات مائية ذات استطاعة توليدية مركبة تبلغ 6 ميغاواط، وتمت المصادقة على تشغيلها (وزارة الطاقة، 2019). في منطقة جنوب وادي عربة، في إيلات-إيلوت، تعمل 15 منشأة للطاقة الشمسية على نطاق متوسط-واسع، تبلغ استطاعتها التوليدية 180 ميغاواط، وتزود سكان المنطقة بالطاقة الكهربائية (DiPersio et al, 2021). تؤدي منشآت الطاقة هذه دوراً مركزياً في الخطة الاستراتيجية للمجلس الإقليمي لتطوير استطاعة توليدية بمقدار 400 ميغاواط من الطاقة المتجددة بحلول عام 2040، وذلك لتحقيق الاستقلالية الطاقوية بنسبة 100% (المرجع السابق).

تتراوح سرعات الرياح في إسرائيل بين 5-7 متر في الثانية، حسب الموقع (Ewwind, 2020). المحطة الرئيسية لتوليد الطاقة الريحية هي مزرعة الرياح فوق جبل بني راسان في هضبة الجولان التي تبلغ استطاعتها التوليدية 6 ميغاواط، وتنتج سنوياً نحو 12,000 ميغاواط ساعي. في منطقة الغلبوع، هناك 14 عنفة ريحية لشركة غاميسا، يبلغ إجمالي طاقتها الاسمية 12 ميغاواط. في مزرعة الرياح SIRIN I، الواقعة في شمالي البلاد، تبلغ الاستطاعة التوليدية 9 ميغاواط، وهي تشمل 11 عنفة ريحية لشركة غاميسا (The Windpower, 2019). تواجه مزارع الرياح في إسرائيل تحديات عديدة بسبب منالية الأراضي المحدودة وصعوبة توصيلها بالشبكة (Mor et al, 2009). بالإضافة إلى ذلك، تلقى العنفات الريحية اعتراضاً متزايداً من قبل السكان المحليين بسبب التلوث الضوضائي (Peri et al, 2020). ولكن بالرغم من هذه المعارضات، تخطط الحكومة لإنشاء مزارع رياح في شمالي البلاد بقيمة 72 مليون دولار أمريكي (Ewwind,

محطات طاقة الرياح الصالحة للتشغيل				
الموقع	جبل بني راسان	الغلبوع	سيرين I	
الاستطاعة التوليدية المركبة (ميغاواط)	٦	١٢	٩	
محطات طاقة الرياح المخطط لها				
الموقع	هضبة الجولان	خليج السويس		
الاستطاعة التوليدية المركبة (ميغاواط)	١٨٩	٥٠٠		
الوضعية	اتفاقية شراء طاقة قيد التوقيع			
محطات الطاقة الشمسية الصالحة للتشغيل (طاقة شمسية مركزية وألواح ضوئية جهدية)				
الموقع	أشليم A PLOT	أشليم B PLOT	أشليم	تزيليم
النوع	شمسي حراري (مجمع حوض قطعي مكافئ)	شمسي حراري (برج شمسي)	ألواح ضوئية جهدية	ألواح ضوئية جهدية
الاستطاعة التوليدية المركبة (ميغاواط)	١١٠	١٢١	٣٠	١٢٠
محطات الطاقة الشمسية المخطط لها (طاقة شمسية مركزية وألواح ضوئية جهدية)				
الموقع	محطة ديمونا للطاقة الشمسية (ألواح ضوئية جهدية)			
الاستطاعة التوليدية المركبة (ميغاواط)	٣٠٠			
الوضعية	(تقديم عروض للمناقصة)			
محطات الطاقة الكهرومائية الصالحة للتشغيل				
الموقع	عين هنتزيف	غيشير شنير	كفار هاناسيه	نافيه يعقوف
الاستطاعة التوليدية المركبة (ميغاواط)	١	٢,٢	٣,٤٥	٠,١١
محطات طاقة التخزين الضخ الكهرومائية الصالحة للتشغيل				
الموقع	الغلبوع			
الاستطاعة التوليدية المركبة (ميغاواط)	٣٠٠			
محطات طاقة التخزين الضخ الكهرومائية المخطط لها				
الموقع	نيسير، كوخاف هاياردن ومانارا			
الاستطاعة التوليدية المركبة (ميغاواط)	٨٠٠ (بالمجمل، يشمل الاستطاعة التوليدية لمحطة الغلبوع، وقدرها ٣٠٠ ميغاواط)			
الوضعية	(تقديم عروض للمناقصة)			

(المصدر: (based on Enkhardt, 2019; Ewwind, 2020; Negev Energy, 2016; The Windpower, 2019; Verma, 2020; Israel Government, 2019a)

مؤسسة فريدريش ايرت - التحوّل المستدام لنظام الطاقة في إسرائيل

المتجددة، الأمر الذي ساهم في تعزيز الاستطاعة التوليدية المركبة للطاقة المتجددة (الوزارة لحماية البيئة، ٢٠١٨). وبينما بلغت الاستطاعة التوليدية المركبة للطاقة المتجددة في عام ٢٠١٠ ٩٩ ميغاواط، فبحلول عام ٢٠١٩، ارتفعت إلى ١,٥٠٠ ميغاواط، بحيث شكلت حصة الطاقة الشمسية من هذه الاستطاعة التوليدية ١,٤٣٨ ميغاواط، الطاقة الحيوية ٢٨ ميغاواط، الريحية ٢٧ ميغاواط والمائية ٧ ميغاواط (الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، ٢٠٢٠b). يستعرض الرسم ٤-٦ تطور توليد الكهرباء المرتكز على الطاقة المتجددة حسب المصدر، بما يتماشى مع معايير السياسة الطاقوية.

بالرغم من إمكانات الطاقة المتجددة الكبيرة الكامنة فيها والتقدم الذي أحرزته في تطبيق تقنيات الطاقة المتجددة، لا تزال الطريق أمام إسرائيل طويلة جدا. حصة إسرائيل من الطاقات المتجددة قليلة جداً مقارنةً بإمكاناتها الهائلة. مع ذلك، وبسبب ندرة الموارد الطبيعية واعتبارات الأمن الطاقوي، فإنّ موضوع الطاقة المتجددة موضوع على رأس جدول أعمال الحكومة الإسرائيلية. بالمجمل، يمكن تصنيف إسرائيل في المرحلة الأولى، ولكن في مرتبة متقدمة، وفقاً للنموذج متعدد المراحل.

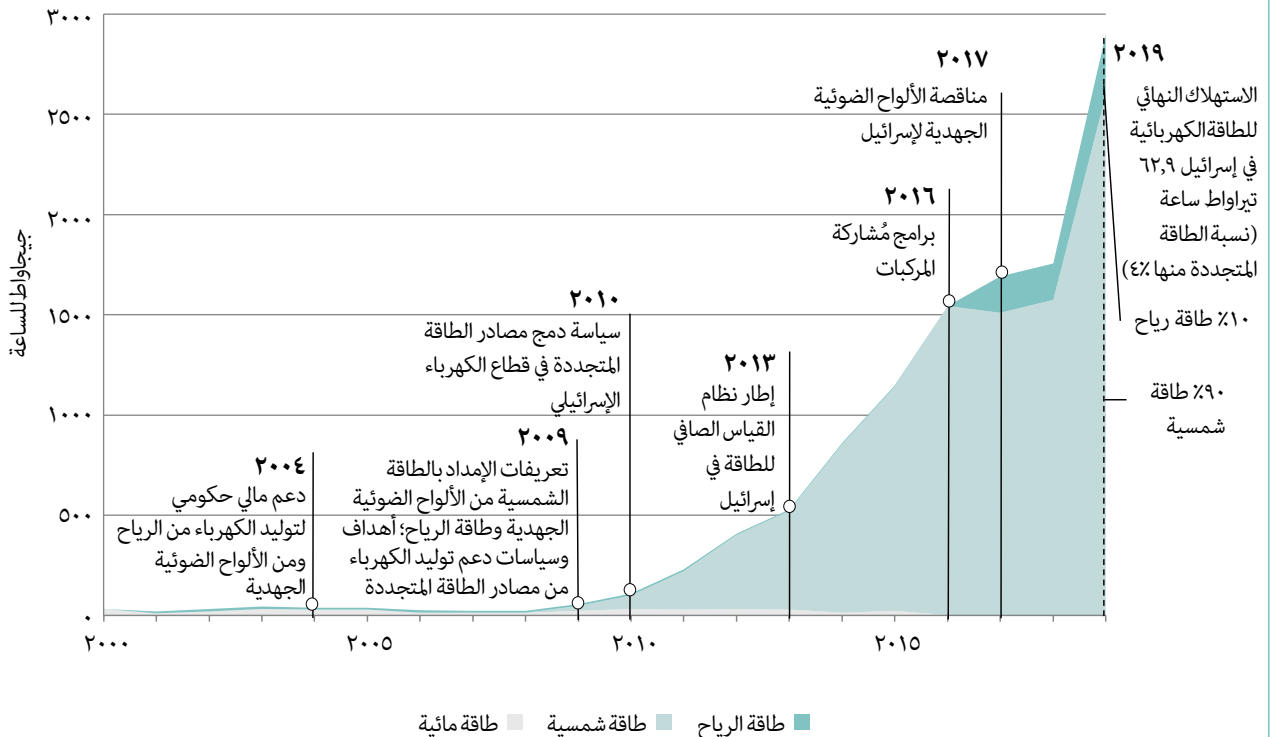
قطاع الوقود الأحفوري

دولة إسرائيل غير موصولة بالبنية التحتية الكهربائية للدولة المجاورة، لذلك، فهي تعتبر معزولة فيما يتعلق بإمداد الطاقة الكهربائية (Fischhendler et al., ٢٠١٥). تاريخياً، فإنّ مكانة إسرائيل كـ "جزيرة طااقوية" مترسخة في كونها في حالة حرب وصراع مع دول المنطقة (Shaffer, ٢٠١١)، وذلك

محطات الطاقة صغيرة الحجم المرگبة فوق أسطح البنايات، والمنشآت الأرضية تقع أيضاً ضمن إطار تعريفه الإمداد بالطاقة. طرحت تعريفه الإمداد بالطاقة للريحية صغيرة الحجم التي بلغت استطاعتها التوليدية ٣٠ ميغاواط في ٢٠٠٩، والعنفات كبيرة الحجم التي بلغت استطاعتها التوليدية ٨٠٠ ميغاواط في ٢٠١١. تمت المصادقة على إطار تعريفه الإمداد بالطاقة للكتلة الحيوية ولأنظمة الطاقة الشمسية المركزة والألواح الضوئية الجهدية كبيرة الحجم في ٢٠١١ (Green Energy Association of Israel, ٢٠٢١). أغلق إطار تعريفه الإمداد بالطاقة في عام ٢٠١٣، وأعيد طرحه في عام ٢٠١٧ للألواح الضوئية الجهدية فوق أسطح البنايات، بحيث بلغت تسعيرة ٥٠ كيلوواط ٠,١٢ دولار أمريكي- كيلوواط ساعي في عام ٢٠٢٠. في عام ٢٠١٣، طرّح الإطار التنظيمي لنظام القياس الصافي. في إطار هذا النظام، يدعم المخطط قيمة قصوى حتى ٤٠٠ ميغاواط من الاستطاعة التوليدية للطاقة المتجددة للمستهلكين الذاتيين الذين يتكبدون تكاليف الموازنة بين العرض والطلب (الوكالة الدولية للطاقة، ٢٠٢٠a). في الواقع، عزز نظام القياس الصافي من توليد الطاقة الكهربائية بواسطة الألواح الضوئية الجهدية.

استبدل نظام تعريفه الإمداد بالطاقة لاحقاً بالمناقصات. مع طرح المناقصة الأولى للألواح الضوئية الجهدية في عام ٢٠١٧، دفعت الحكومة الإسرائيلية الدولة قدماً نحو تحقيق أهدافها في مجال الطاقة المتجددة. الحصص المصادق عليها من قبل سلطة الكهرباء للألواح الضوئية الجهدية ازدادت من ١,٦٩٠ ميغاواط إلى ٣,٧٦٠ ميغاواط لجميع مصادر الطاقة

الرسم ٤-٦
تطوير توليد الطاقة الكهربائية من مصادر الطاقة المتجددة (جيجاواط ساعة) وطرّح معايير السياسة الطاقوية، إسرائيل ٢٠٠٠-٢٠١٩



(المصدر: معطيات الوكالة الدولية للطاقة، ٢٠٢٠a).

تطبيق النموذج في إسرائيل

مصادر توليد الكهرباء. باستبدال معظم واردات إسرائيل من الفحم الحجري بالغاز الطبيعي من مصر، وقّعت مصر وإسرائيل في عام ٢٠٠٥ على اتفاقية إمداد بالغاز لمدة ١٥ سنة. ولكن مع تكرار الاعتداءات الإرهابية على أنابيب الغاز، فإنّ إمدادات الغاز الطبيعي من مصر أوقفت نهائيًا في عام ٢٠١٢ (Fischendler et al, ٢٠١٥). نتيجة لذلك، عززت إسرائيل من الاستطاعة التوليدية لمحطتين لتوليد الطاقة من الفحم للحد الأقصى وحوّلت عدة محطات غاز إلى محطات زيت الوقود وزيت الديزل لتجنب انقطاع الإمدادات (Bahgat, ٢٠١١).

مع اكتشاف حقول الغاز الطبيعي شرقي البحر المتوسط في ٢٠٠٩ و ٢٠١٠، تغيّر واقع إمدادات الطاقة في إسرائيل. على هذه الخلفية، طرحت ثلاثة أسئلة مهمة على المستوى السياسي (Shaffer, ٢٠١١):

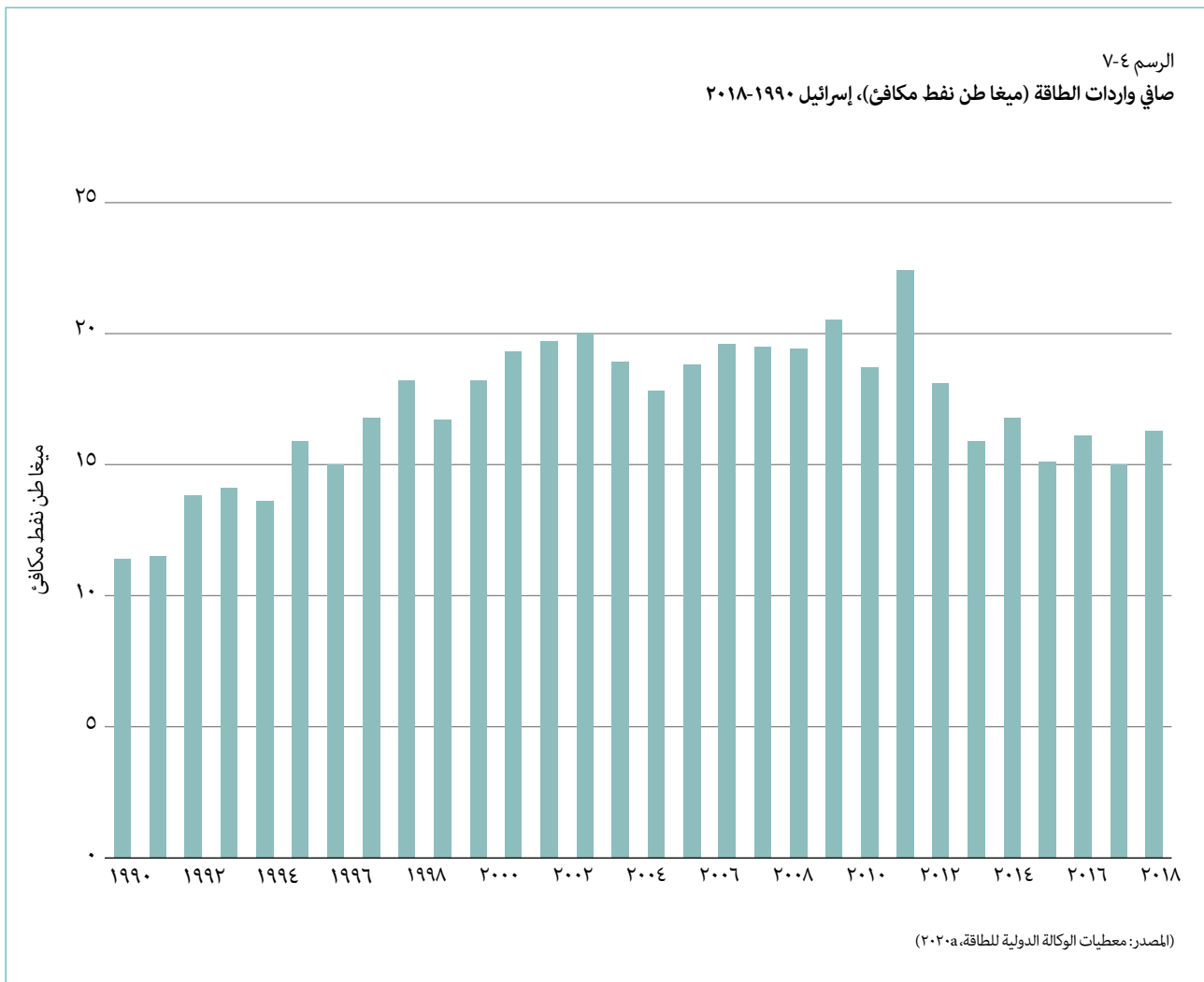
١. ما هو مستقبل حصّة الغاز الطبيعي في المزيج الطاقوي والكهربائي في إسرائيل؟
٢. كيف يمكن استخدام الغاز الطبيعي خارج نطاق قطاع الطاقة؟
٣. ما هي الكميات التي يجب استخدامها محليًا وأبها يجب أن يستخدم للتصدير؟

في العقد الأخير، تم استبدال كمية كبيرة جدًا من واردات الفحم الحجري

على الرغم من أنه حتى اكتشاف حقول الغاز ليفيathan وقمار على ساحل البحر الأبيض المتوسط، كانت الدولة معتمدة بشكل شبه كامل على واردات الطاقة. في الوقت الحاضر، تربط بين إسرائيل والدولة المجاورة خطوط أنابيب بعد مع مصر والأردن، ولكن الشبكة الكهربائية الرئيسية غير موصولة بعد

باستثناء خط الغاز الطبيعي عسقلان-العريش، تستورد إسرائيل الجزء الأكبر من الوقود الأحفوري من روسيا، أنغولا والنرويج (Abu Hamed and Bressler, ٢٠١٩). يستورد النفط أساسًا من روسيا، أنغولا، كولومبيا، المكسيك والنرويج. بسبب قرارات حظر التصدير التاريخية من قبل الدول النفطية العربية، تخشى إسرائيل دائماً نقص الإمدادات (Shaffer, ٢٠١١). نظرًا للوضع الجيوسياسي المتوتر، إلى جانب قلة الموارد الطبيعية المحلية، فإنّ أي تشويش على إمداد إسرائيل بالطاقة من شأنه أن يحدث آثارًا جسيمة ابتداءً من انقطاعات التيار الكهربائي وإمدادات المياه على المستوى المحلي (Spiritos and Lipchin, ٢٠١٣). تبعًا لذلك، فإنّ السياسة الطاقوية الإسرائيلية متشابكة إلى حد كبير بسياسة إمداد المياه، إذ تنتج إسرائيل كمية كبيرة من إمدادات المياه في الدولة بواسطة تحلية المياه، الأمر الذي يتطلب كمية كبيرة من الطاقة (Shaffer, ٢٠١١).

قبل اكتشاف الغاز الطبيعي وبعد الانقطاعات المتكررة للغاز الطبيعي في ٢٠٠٢، انتقلت دولة إسرائيل إلى سياسة التنوع الطاقوي، فيما يخص



البنية التحتية

لا تتشارك دولة إسرائيل مع أي من الدول المجاورة شبكة لنقل الكهرباء. لذلك، فإنّ التحدي الرئيسي هو أنّ إسرائيل مضطرة لدمج الكهرباء المولدة من مصادر الطاقة المتجددة في شبكتها بدون أن تتاح لها الإمكانية لموازنة التوليد المتغيّر للطاقة الكهربائية من مصادر الطاقة المتجددة بواسطة واردات أو صادرات الكهرباء.

في الوقت الحاضر، تتكون البنية التحتية الإسرائيلية لنقل الكهرباء من شبكة نقل ذات جهد عال وجهد فائق يبلغ ٥,٦٦١ كم، مع ١١ محطة تحويل و ٢٠٤ محطة فرعية. بالنسبة لقطاع التوزيع، تم حساب ٥٦٦١ كم من خطوط نقل الجهد العالي والفائق، وتوجد ٢٨٦٨٩ كم من خطوط الجهد المتوسط، وتشكل خطوط الجهد المنخفض حوالي ٣٧٩٨١ كم تزود ٢,٩ مليون مستخدم مباشرة بالكهرباء. قدرة محولات توزيع الطاقة الكهربائية تبلغ ٢٥,٣٤٤ ميغا فولت أمبير. في عام ٢٠١٩، ٦٦٪ من الطاقة الكهربائية المولدة كانت تابعة لشركة كهرباء إسرائيل والتي تشغّل ١٦ محطة لتوليد الكهرباء، معظمها محطات توليد تقليدية (دائرة الإحصاء المركزية، ٢٠٢٠). الاستطاعة التوليدية المركبة لشركة كهرباء إسرائيل تبلغ ١٣,٣ جيجاواط، بينما تبلغ الاستطاعة التوليدية المركبة لمولدات الكهرباء الخاصة ٣,٤ جيجاواط، منها ١,٤ جيجاواط من مصادر الطاقة المتجددة في عام ٢٠١٨ (المرجع السابق). وبينما يتم توصيل المنطقة الساحلية شديدة التحضر في شمالي البلاد بخطوط كهربائية تبلغ قدرتها ٤٠٠ كيلوفولط، فإنّ المناطق النائية في الجنوب والشرق موصولة بخطوط تبلغ قدرتها ١٦١ كيلوفولط. يبلغ متوسط الفاقد (١,٧٪) بنسبة ٦٪ للمنشآت في شبكة النقل و ١٪ للمنشآت في شبكة التوزيع (دائرة الإحصاء المركزية، ٢٠٢٠).

نظام النقل الآمن والموثوق للطاقة الكهربائية هو أمر في غاية الأهمية للبنية التحتية الإسرائيلية، وذلك لسببين: (١) عدم الربط الكهربائي بين إسرائيل والدول المجاورة، و (٢) لأنّ إسرائيل أصغر حجمًا وأكثر عرضة للتأثر بالاضطرابات المحتملة (Navon et al., ٢٠٢٠). في هذا المضمار، فإنّ الدقة والأمن هما المعياران الرئيسيان في تصميم شبكة الطاقة الكهربائية. وفي حين أنّ معيار الدقة متعلق بإمداد الكهرباء الآمنة للمستهلكين، فإنّ معيار الأمن متعلق بالقدرة على مواجهة الانقطاعات الكهربائية بدون انقطاع الإمدادات (المرجع السابق). بما أنّ أكبر إمكانات توليد الطاقة الشمسية موجودة في جنوب البلاد، فإنّ العائق الرئيسي هو ازدحام نظام نقل الطاقة الكهربائية. يتم في جنوب البلاد توليد طاقة كهربائية تقليدية، خاصة في محطات التوليد ذات الدورة المركبة، وطاقة كهربائية مرتكزة على مصادر الطاقة المتجددة، خاصة في محطات التوليد كبيرة الحجم المرتكزة على الألواح الضوئية الجهدية (Navon et al., ٢٠٢٠). بما أنّ هاتين المحطتين تعملان على توليد الكمية القصوى من الطاقة لمعظم أيام السنة، فإنّ إجمالي الطاقة المولدة والمركبة في الجنوب أعلى من الطلب، الأمر الذي يثقل على خطوط الطاقة ويشكّل خطرًا على ثبات الشبكة ويؤدي إلى انقطاع التيار الكهربائي. على ضوء ذلك، تتجنب شركة كهرباء إسرائيل قبول أنظمة شمسية جديدة، إلى أن يتم تحسين وتطوير نظام الشبكة (المرجع السابق). ولكن تطوير نظام النقل الكهربائي هو عملية مكلفة وتستغرق وقتًا طويلاً.

بما أنّ إسرائيل غير موصولة بأي بنية تحتية إقليمية للشبكة الكهربائية، تهدف الحكومة إلى ربط شبكتها الكهربائية بالشبكة الأوروبية على المدى القريب. في هذا المضمار، وقعت إسرائيل، قبرص واليونان على

بالغاز الطبيعي المحلي. في عام ٢٠٠٩، تم اكتشاف ٣٢ مليار م^٣ من الغاز الطبيعي في حقول تمار، وفي عام ٢٠١٠، تم اكتشاف ٤٦٠ مليار م^٣ من الغاز الطبيعي في حقول ليفيathan، ويقدر أنّ يلبى هذا الاحتياطي احتياجات دولة إسرائيل لـ ٢٥ عامًا على الأقل (Abu Hamed and Bressler, ٢٠١٩). على إثر هذه الاكتشافات، تحولت دولة إسرائيل من مستوردة للغاز إلى مصدّرة للغاز الطبيعي. في هذا المضمار، بدأت إسرائيل بتزويد مصر بالغاز الطبيعي في مطلع العام ٢٠٢٠. ستزود إسرائيل مصر بـ ٢٠٠ مليون قدم مكعب لليوم. الاستراتيجية المصرية هي إعادة تصدير الغاز إلى أوروبا على شكل غاز طبيعي مُسال. وقعت إسرائيل مع الأردن أيضًا على اتفاقية لإمداد بالغاز، لمدة ١٥ عامًا ابتداءً من العام ٢٠٢٠ (Al-Khalidi, ٢٠٢٠a). من ناحية أخرى، أدت اكتشافات حقول الغاز قبالة الشاطئ إلى صراع بين لبنان وإسرائيل حول ترسيم الحدود، مع تدخل أطراف أخرى مثل إيران (Shaffer, ٢٠١١).

إلى جانب الغاز، يتم استخدام الفحم الحجري المستورد من قبل الشركة الوطنية لإمداد الفحم، لتوليد الطاقة الكهربائية (الوزارة لحماية الطبيعة، ٢٠١٨). في عام ٢٠١٩، تم استيراد ما يقارب ٧٨٪ من الوقود الحجري (Abu Hamed and Bressler, ٢٠١٩)، أما اليوم، أي بعد عام واحد، فإنّ حصة الواردات انخفضت إلى ٦٥٪ (IEA, ٢٠٢٠b). وفقًا للوزارة لحماية البيئة (٢٠١٨)، قلّ استخدام زيت الوقود من ١١٪ في عام ٢٠١٠ إلى ٤٪ في عام ٢٠١٦، بينما ازداد استخدام الغاز الطبيعي في نفس الفترة من ٥,٤ إلى ٩,٦٦ مليار متر مكعب. يستعرض الرسم ٤-٧ معطيات حول صافي واردات الطاقة لدولة إسرائيل في الفترة ما بين ١٩٩٠-٢٠١٩ حسب السنوات. كما يظهر في الرسم البياني، بلغت واردات الطاقة ذروتها في عام ٢٠١٢ لتبلغ ٢٢,٤ ميغاطن، من ثم انخفضت لـ ١٦,٣ ميغاطن فقط مكافئ بحلول عام ٢٠١٩.

مع تحوّل إسرائيل إلى دولة مصدّرة للغاز الطبيعي، هناك عدة اتفاقيات قيد المناقشة مع دول مختلفة. وقعت إسرائيل على اتفاقيتين:

٤. خط أنابيب شرق البحر المتوسط الذي يهدف إلى إنشاء شراكة بين إسرائيل، اليونان، قبرص وإيطاليا وبين الاتحاد الأوروبي.

٥. منتدى غاز شرق المتوسط الذي يمثّل منتدى الغاز لدول الشرق الأوسط.

تهدف الاتفاقية الأولى إلى رعاية ودعم مشاريع طموحة ومبتكرة لإنشاء خط أنابيب يوزع الغاز الطبيعي من إسرائيل مرورًا بقبرص واليونان وحتى السوق الأوروبية. تهدف الاتفاقية الثانية إلى تطوير قطاع الغاز الطبيعي (وزارة الطاقة، ٢٠١٩).

قرر مجلس الوزراء الإسرائيلي أنّه يمكن تصدير ٤٠٪ من احتياطي الدولة (الوكالة الدولية للطاقة، ٢٠١٦). يتوقع أن توسّع الأسواق المحلية من نطاق نشاطها، وأن يصبح قطاع الغاز في إسرائيل ركيزة اقتصادية حيوية على المدى القريب والمتوسط. يشكّل ذلك عائقًا أمام التحوّل الطاقوي نحو نظام طاقي قائم على ١٠٠٪ طاقة متجددة، إذ قد يعزز ذلك من ولاء المستخدمين للتقنيات المرتكزة على الوقود الأحفوري. بالنسبة لاستخدام الوقود الأحفوري، يمكن تصنيف إسرائيل في المرحلة الأولى من سيورة التحوّل نحو نظام طاقي قائم على مصادر الطاقة المتجددة، وفقًا للنموذج متعدد المراحل.

تطبيق النموذج في إسرائيل

بالتالي، وبحلول عام ٢٠١٦، نسبت نحو ٢٠٪ من قدرة توليد الطاقة الكهربائية إلى منشآت توليد خاصة، وتتوقع سلطة الكهرباء الإسرائيلية زيادة الاستطاعة التوليدية المركبة بـ ٥٥٪ بحلول عام ٢٠٢٥ (دائرة الإحصاء المركزية، ٢٠٢٠). نتيجة لذلك، فإن الاستطاعة التوليدية المركبة لشركة كهرباء إسرائيل من المتوقع أن تنخفض في السنوات القادمة من ١٣,٣ جيجاواط في ٢٠١٨ إلى ٨,٦ جيجاواط تقريباً بحلول ٢٠٢٥، خاصة على إثر بيع محطات توليد الطاقة لجهات خاصة، في إطار الإصلاحات المستمرة (دائرة الإحصاء المركزية، ٢٠٢٠). من المتوقع أن يشجع ذلك على التنافسية والفاعلية ويمكن هذه الجهات الخاصة من توسيع قاعدة زبائنها، من مشترك (زبائن) الجهد العالي إلى الإمداد المباشر ل مشترك (زبائن) الجهد المنخفض. المناقصات القائمة على الحصص النسبية المحددة لمنشآت الطاقة الشمسية، كمشاريع الألواح الضوئية الجهدية مثلاً، مفتوحة أمام الجهات الخاصة المولدة للطاقة (Navon et al., ٢٠٢٠). تُطرح هذه المناقصات من قبل لجنة المناقصات المشتركة بين الوزارات، والممثلة من قبل وزارة المالية، وزارة الطاقة وسلطة الكهرباء الإسرائيلية (وزارة المالية، ٢٠٢١). الجهات الخاصة المولدة للطاقة والتي تفوز بالمناقصة، تحظى تلقائياً بعقد طويل الأجل يسري لـ ٢٥ عاماً لبناء وتطبيق وتشغيل مخطط لمنشأة لتوليد الطاقة الكهربائية.

مذكرة تفاهم لبناء شبكة كهربائية يبلغ طولها ١,٢٠٨ كم، ليتم تشغيلها بحلول نهاية ٢٠٢٣. من خلال تقديمها دعماً مالياً بقيمة ٦٤٧ مليون يورو، صادقت المفوضية الأوروبية على المشروع في عام ٢٠١٦ (ORF, ٢٠٢١).

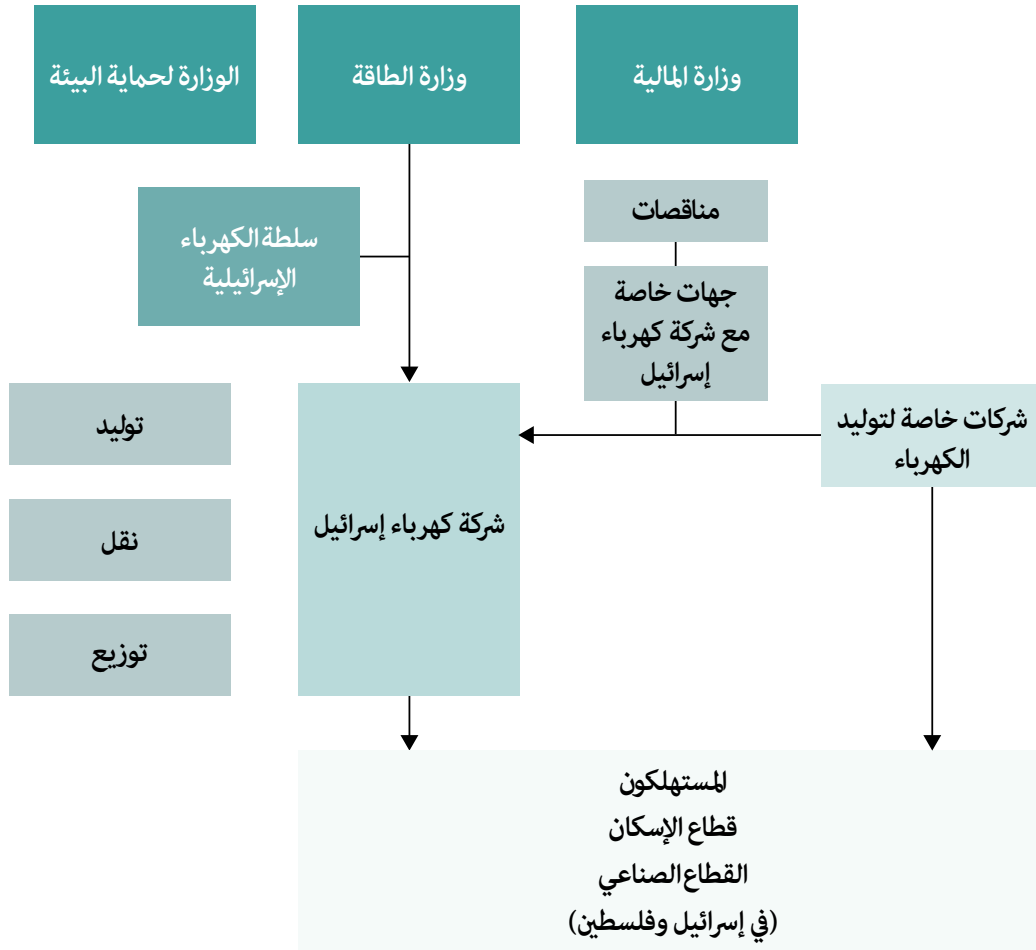
بما أن البنية التحتية للشبكة الكهربائية الإسرائيلية ليست جزءاً من أي خطة ربط إقليمية-فرعية، فإن التخطيط لنظام النقل يتطلب تعاوناً مؤسساتياً وثيقاً داخل شبكة اللاعبين الإسرائيلية. وفقاً لـ Navon وآخرين (٢٠٢٠)، فإن التخطيط المؤسساتي لموقع وحجم محطات توليد الطاقة الشمسية الجديدة يقلل من احتمال الاتكالية ويؤدي إلى نمو سريع في استخدام الطاقة الشمسية. إن تطوير شبكة اللاعبين الداخلية وطرح شبكات كهربائية ذكية يبدو حلاً مؤثراً على المدى القريب ويجب العمل على تطبيقه في الوقت المناسب، إذا رغبت إسرائيل في تحقيق أهدافها بحلول عام ٢٠٣٠.

بسبب الوضع الحالي للبنية التحتية للشبكة الكهربائية، يمكن تصنيف إسرائيل في المرحلة الأولى في سيرورة التحول الطاقوي، وفقاً للنموذج متعدد المراحل.

المؤسسات والحوكمة

إلى جانب بعض التغييرات المهمة التي أُحدثت لتحسين وتطوير سوق الكهرباء الإسرائيلية، إلا أنها تبقى على المستوى البنيوي ممرضة إلى حد كبير ومتكاملة رأسياً. انبثقت وزارة الطاقة عن وزارة البنى التحتية الوطنية، الطاقة والموارد المائية سابقاً. باعتبارها هيئة حكومية، فهي مؤتمنة على الإشراف على إدارة الموارد الطبيعية وموارد الطاقة. الوزارة مسؤولة عن تنظيم وإدارة مخزون الطاقة، الوقود السائل، الغاز الطبيعي والمياه، وعن حفظ، اكتشاف وتوليد الطاقة. الأهداف الرئيسية الموضوعية على جدول أعمال الوزارة تشمل التخطيط لسياسة طاقوية طويلة الأجل، الأمن الطاقوي، تشجيع الاستثمارات في القطاع الخاص، التخفيف من حدة الآثار البيئية وتطوير مجال البحث والتطوير. الوزارة مكونة من عدة أقسام، أحدها هو قسم النفط والغاز الطبيعي والذي ينظم مجال استغلال الغاز والنفط في إسرائيل، ويدعم بشكل فعال "ثورة الغاز" الإسرائيلية (وزارة الطاقة، ٢٠٢١).

أسست وزارة الطاقة سلطة الكهرباء الإسرائيلية، وهي الهيئة التنظيمية لخدمات الكهرباء، إمداد الكهرباء والإشراف على المجال. تحدد سلطة الكهرباء الإسرائيلية تسعيرات الكهرباء، وهي مسؤولة عن منح التراخيص، وتحدد معايير الجودة (الحكومة الإسرائيلية، ٢٠٢١). المزود الوحيد للكهرباء في إسرائيل هو شركة كهرباء إسرائيل- وهي شركة ممرضة، متكاملة رأسياً ومملوكة للدولة، وخاضعة لأنظمة وزارة الطاقة وسلطة الكهرباء الإسرائيلية. شركة كهرباء إسرائيل مسؤولة عن توليد ونقل وتوزيع الكهرباء، وتزود الجزء الأكبر من الطاقة الكهربائية المستخدمة في إسرائيل (الوزارة لحماية البيئة، ٢٠١٨؛ Shaffer, ٢٠١١؛ Teschner et al., ٢٠١٢). تقدم شركة كهرباء إسرائيل خدماتها لنحو ٢,٩ مليون مستخدم في قطاعات الإسكان، التجارة، الزراعة والصناعة، وتزود الشركة خدماتها أيضاً في شرقي القدس ومناطق السلطة الفلسطينية. مؤخراً، فُتحت سوق الكهرباء الإسرائيلية أمام قطاع الطاقة الخاص، وذلك نتيجة الطلب المتزايد على الطاقة الكهربائية. الإصلاح البنيوي الذي بدأ في عام ٢٠١٨ سيطبق على مدار ٨ سنوات (٢٠١٨-٢٠١٦) بهدف إبطال مركزية شركة كهرباء إسرائيل، من جملة أهداف أخرى (وزارة التجارة الأمريكية، ٢٠١٩).



ذكية إضافية، هناك احتمال كبير بأن يصبح تحويل نظام الطاقة إلى نظام قائم على مصادر الطاقة المتجددة جزءاً لا يتجزأ من التطوير الطاقوي في إسرائيل. يدعم ذلك تصنيف إسرائيل في المرحلة الأولى في النموذج متعدد المراحل، ولكن في مكانة أكثر تقدماً.

سوق الطاقة والاقتصاد

وفقاً لسلطة الكهرباء، فإن مبنى التسعيرة المحلية يمكن أن يقسم إلى تكاليف التوليد والوقود، النقل، التوزيع ومشغل النظام. مقارنة بمبنى التسعيرة المحلية على امتداد السنوات الثلاث الأخيرة، ٢٠١٧، ٢٠١٨ و ٢٠١٩، تشير الأدلة إلى أن مركب توليد الكهرباء في التسعيرة المحلية ازداد بـ ٧٪، بينما تراجعت سائر المركبات إلى ١٪-٣ (دائرة الإحصاء المركزية، ٢٠٢٠). ارتفاع التسعيرة المحلية حدث في مطلع ٢٠١٩، خاصة بسبب ارتفاع أسعار الوقود، التغيرات في سعر الصرف وزيادة منشآت الطاقة المتجددة (المراجع السابق). بشكل عام، فإن السعر موحد للمستهلكين المنزليين والتجارين الذين يدفعون حسب مستوى الاستهلاك. مع ذلك، هناك تسعيرة مرتبطة بمعدل تحميل النظام ووقت الاستخدام، والتي تسري في بعض الأحيان وتراعي الفصول المختلفة وأوقات الذروة التي تختلف فيها أسعار الاستهلاك. في هذا النظام، تتراوح تسعيرة الصيف بين ٣١,٥٩-٩٦,٤١ أغورة للكيلوواط الساعي، في الشتاء بين ٣٣,٩٤-٨٧,٥٩

على ضوء الإصلاح التدريجي في شركة كهرباء إسرائيل (تقسيم توليد، نقل وتوزيع الكهرباء بين ثلاث شركات منفصلة) والذي صودق عليه في عام ٢٠٠٣، فإن عملية نقل وتوزيع الكهرباء، بالإضافة إلى إدارة الشبكة، ستبقى تحت إشراف شركة كهرباء إسرائيل (Meitar, ٢٠١٨; Shaffer, ٢٠١١). يضمن ذلك الاستقرار المالي لشركة كهرباء إسرائيل، مما يمكن الشركة من الاستثمار في البنية التحتية للنقل والتوزيع، والتي تتطلب تحسيناً وتطويراً جذرياً. لذلك، من المخطط أن تستثمر شركة كهرباء إسرائيل مليار دولار أمريكي سنوياً في السنوات المقبلة لتطوير شبكة عصرية وذكية (وزارة التجارة الأمريكية، ٢٠١٩). يستعرض الرسم ٤-٨ الإطار المؤسسي لسوق الكهرباء الإسرائيلية.

يتسم الإطار المؤسسي لقطاع الكهرباء بالتكامل الرأسي مع شركة كهرباء إسرائيل، ليغطي بالمجمل ٨٠٪ من أنشطة القطاع. وقد تمت المصادقة على سيرورة خصخصة قطاع الكهرباء بواسطة سن قانون خاص. ولكن التأخيرات في التنفيذ واضحة. المؤسسات الخاصة والمستقلة من شأنها أن تدعم سيرورة التحوّل الطاقوي بواسطة التوجهات ووجهات النظر المختلفة التي تثير مسارات التحوّل الطاقوي. بما أنه توجد لإسرائيل خطة قصيرة الأجل لتعزيز إتاحة سوق الكهرباء للجهات الخاصة المؤلدة للطاقة الكهربائية، والاستثمار في تطوير الشبكة من خلال وضع تصوّر لشبكة

تطبيق النموذج في إسرائيل

كالمعروض بيانياً لعام ٢٠١٨ في الرسم ٤-١٠. بشكل عام، طرأ انخفاض على كثافة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون لوحدة إجمالي الناتج المحلي، وعلى انبعاثات ثاني أكسيد الكربون للفرد (الجدول ٤-٢).

طوّرت دولة إسرائيل نظاماً للرصد والإبلاغ والتحقق لتسهيل تقدّمها في سيرورة التخفيف من حدة الآثار البيئية، تقييم نجاعة سياسة الحد من انبعاثات غازات الدفيئة، مراجعة التقارير وإتاحتها للجمهور (الوزارة لحماية البيئة، ٢٠٢٠). نظام الرصد هذا هو خطوة مهمة نحو تطبيق أهداف اتفاق باريس. في مساهماتها المحددة قانونياً، وضعت إسرائيل نصب أعينها تحقيق هدف غير مشروط على المستوى الاقتصادي لتقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون إلى ٧,٧ طن للفرد بحلول عام ٢٠٣٠، مما يمثل انخفاضاً بنسبة ٢٦٪، نسبةً للعام ٢٠٠٥، حيث بلغ مستوى انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ١٠,٤ طن (المراجع السابق). تهدف الحكومة إلى بلوغ غاية مرحلية وقدرها ٨,٨ طن ثاني أكسيد الكربون للفرد بحلول العام ٢٠٢٥، أي خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بـ ٨٦,٦ ميغاطن. طرأ انخفاض ملحوظ على مستوى الانبعاثات بعد إغلاق الوحدات ١-٤ للحرق بالفحم في محطة الطاقة أوروبت رابين والتي تبلغ استطاعتها التوليدية ١,٤٤٠ ميغاطن و٣٠٪ من الاستطاعة التوليدية للطاقة من الفحم الحجري في إسرائيل (الوزارة لحماية البيئة، ٢٠١٨، ٢٠١٩b).

يُستدل من ذلك أنّ انخفاض الانبعاثات في إسرائيل يعود أساساً إلى تبدّل مصادر الوقود في قطاع توليد الطاقة، ازدياد الطلب على الطاقة الشمسية، المنشآت الجديدة لتوليد الطاقة من الغاز الطبيعي والتي من شأنها أن تحدث انقلاباً في مستوى الانبعاثات. من خلال نظام الرصد والإبلاغ والتحقق، تطلق الحكومة الإشارات الصحيحة استعداداً للانتقال إلى نظام طاقتي محدود الانبعاثات، بما يتماشى مع اتفاق باريس. يدعم ذلك تصنيف إسرائيل في مكانة متقدمة في المرحلة الأولى في سيرورة التحول الطاقوي في النموذج متعدد المراحل.

كفاءة استخدام الطاقة

في إطار اتفاقية باريس للمناخ، صادقت الحكومة الإسرائيلية على الخطة الوطنية لتقليل انبعاثات غازات الدفيئة وزيادة كفاءة استخدام الطاقة والتي تحدد غايات خاصة بكل قطاع، بهدف تعزيز كفاءة استخدام الطاقة بحلول العام ٢٠٣٠ (الوزارة لحماية البيئة، ٢٠١٨؛ Spyridonidou et al., ٢٠٢١):

١. تقليل استهلاك الكهرباء بـ ١٧٪.
٢. حصّة الطاقات المتجددة في المزيج الطاقوي تشكّل ٣٠٪.
٣. تقليل المسافات التي تقطعها المركبات الخصوصية بـ ٢٠٪.

أغورة للكيلوواط الساعة وفي الربيع والخريف بين ٣٠,٦٠-٤٣ أغورة للكيلوواط الساعة، حسب الاستهلاك المفرد، الكبير والقليل للكهرباء (شركة كهرباء إسرائيل، ٢٠٢٠b).

برزت في السنوات الأخيرة زيادة معتدلة في الاستثمارات في قطاعي النقل والتوزيع. وفي حين أنّ الاستثمارات في قطاع النقل بلغت ٠,٩ مليون شيكل إسرائيلي، فإنّ إجمالي الاستثمارات في قطاع التوزيع بلغ ١,٥ مليون شيكل جديد لعام ٢٠١٨. يشمل قطاع التوليد بالأساس استثمارات في المنشآت التي تقلل من انبعاثات غازات الدفيئة الناتجة أيضاً عن منشآت الغاز الطبيعي (دائرة الإحصاء المركزية، ٢٠٢٠).

في الفترة ما بين ٢٠١١ و ٢٠١٤، كان هناك نقص في مخزون الطاقة الكهربائية، مما أدى إلى ارتفاع تكاليف إدارة الطلب على الطاقة، والتي بلغت ١٢٨ مليون شيكل جديد في ٢٠١٢. مع ازدياد الاستطاعة التوليدية المركبة، انخفض متوسط تكاليف إدارة الطلب على الطاقة بما يقارب ٥٨ مليون شيكل جديد في الفترة ما بين ٢٠١٦ و ٢٠١٨ (دائرة الإحصاء المركزية).

مع طرح نظام القياس الصافي في ٢٠١٣، يُشجّع المواطنون على تقليل استهلاكهم للكهرباء أو خفض فاتورة الكهرباء بواسطة تركيب أنظمة خاصة للطاقة المتجددة. هذه التسوية تمكّن الزبائن من خصم الطاقة الكهربائية المولدة لديهم من فاتورة الكهرباء، والموازنة بين فائض الإنتاج وفائض الاستهلاك (هيئة الكهرباء، ٢٠١٢).

الاستثمارات في إدارة الطلب على الطاقة، وخاصةً في نظام القياس الصافي، تدلّ على استعداد سلطة الكهرباء الإسرائيلية للانتقال إلى نظام طاقة قائم على مصادر الطاقة المتجددة. الانتقال إلى سوق تمكّن المستهلك من المشاركة بشكل فعال في إنتاج الطاقة الكهربائية المتجددة يدلّ على التقدم الذي أحرزته إسرائيل في المرحلة الأولى من سيرورة التحول الطاقوي، وفق للنموذج متعدد المراحل المعمول به. هناك بوادر في إسرائيل للتطورات الأولية المرتبطة بالمرحلة الثانية من نموذج التحول الطاقوي متعدد المراحل.

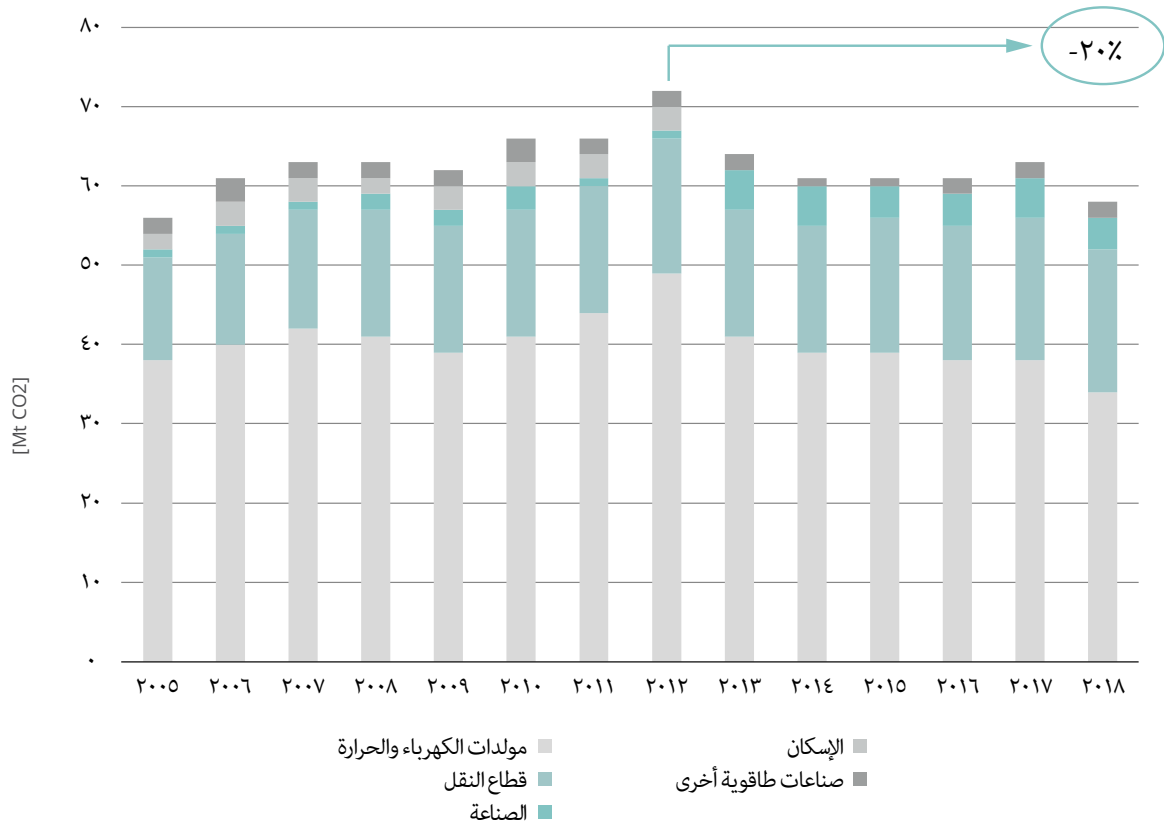
انبعاثات غازات الدفيئة

في طريقها نحو الإيفاء بالتزامها بتخفيف حدة التغير المناخي، قلّلت إسرائيل بشكل كبير من انبعاثات غازات الدفيئة. وبينما بلغ انخفاض غازات الدفيئة في عام ٢٠١٦ نحو ٦,٢ ميغاطن، سجّل في عام ٢٠١٧ انخفاض وقدره ٧,٦ ميغاطن (الوزارة لحماية البيئة، ٢٠١٩b). في عام ٢٠١٨، بلغت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ٥٨ ميغاطن، وتمثل انخفاضاً مطلقاً بنسبة ٢٠٪ نسبة لـ ٢٠١٢، وهو عام الدورة من حيث انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (الرسم ٤-٩). بسبب النقص في مخزون الغاز الطبيعي في عام ٢٠١٢، فإن الانبعاثات واستخدام كمية أكبر من الوقود الأحفوري المسبب للانبعاثات الكثيفة لغازات الدفيئة من أجل توليد الطاقة بلغت أوجها في هذه السنة تحديداً. مع استعادة مخزون الغاز الطبيعي في ٢٠١٣، بدأت الانبعاثات تقلّ (الوزارة لحماية الطبيعة، ٢٠١٨). أكثر من ٥٠٪ من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون تُنسب إلى قطاعي الكهرباء والتدفئة، يليها قطاع النقل الذي يحتل المرتبة الثانية في قائمة القطاعات الرئيسية وراء انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، ويحتل قطاع الصناعة المرتبة الثالثة. من بين ٣٤ ميغاطن من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن توليد الكهرباء والحرارة، ٥٤٪ ناتجة عن الفحم، ٤٥٪ عن الغاز، ١٪ عن النفط،

مؤسسة فريدريش ايبرت - التحوّل المستدام لنظام الطاقة في إسرائيل

الرسم ٩-٤

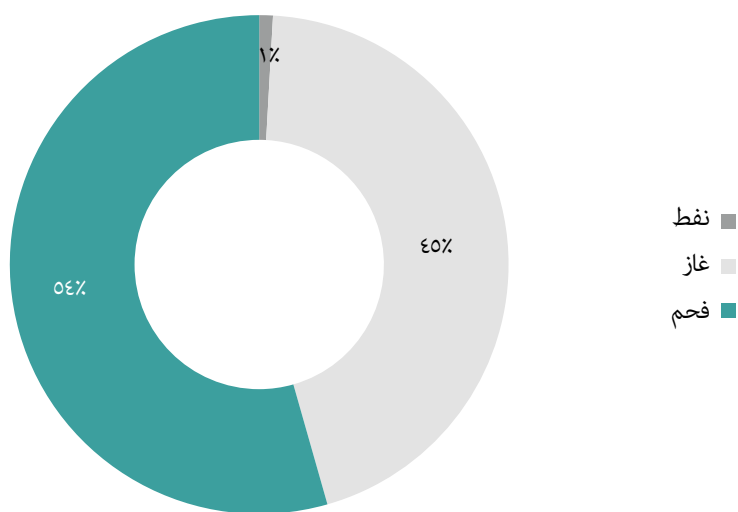
انبعاثات ثاني أكسيد الكربون حسب القطاع (مغطاين من مكافئ ثاني أكسيد الكربون)، إسرائيل ٢٠١٨-٢٠٠٥



(المصدر: يستند إلى معطيات الوكالة الدولية للطاقة، ٢٠٢٠)

الرسم ١٠-٤

انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من توليد الكهرباء والحرارة (مغطاين من مكافئ ثاني أكسيد الكربون)، إسرائيل ٢٠١٨



(المصدر: يستند إلى معطيات الوكالة الدولية للطاقة، ٢٠٢٠a)

تطبيق النموذج في إسرائيل

فقط ١٥% من الجمهور مدرّك لهذه السياسات والأهداف، و فقط ٨% من الجمهور مطلع على الأنظمة والمعايير المتعلقة بالطاقة المتجددة. بالرغم من ذلك، يؤمن ثلث المستطلعين بأنهم يستطيعون التأثير على سيورات صنع القرار المتعلقة بسياسات وأهداف الدولة في مجال الطاقة المتجددة وتغير المناخ. هذه المعطيات هي نتاج استطلاع غير منشور، يشمل ١٥٠٠ نموذجًا، وقد كلف به معهد وادي عربة للدراسات البيئية، وأجري في آذار ٢٠٢١.

أشار Noel و Savocool (٢٠٠٦) إلى أنه يوجد في إسرائيل مجتمع بيئي فعّال يضم أكثر من مائة منظمة غير حكومية مسجلة قانونية وناشطة في المجال. نشأ هذا المجتمع كرد فعل على الخطر الشديد الذي يهدد الأمن الطاقوي وأثار ذلك على البشرية. بالرغم من مستوى الوعي الذي يتراوح بين متوسط وعال، يمكننا أن نلاحظ أن هناك عددًا قليلًا من التدابير من أجل حماية البيئة (Noel and Savocool, ٢٠١٦). معظم المواطنين ربما لا يربطون بين آثار الأمن الطاقوي والآثار البيئية لاستهلاكهم للطاقة، مما يؤدي إلى مشاركة سلبية في هذه القضايا (المرجع السابق). يُستنتج في دراسة أخرى لـ DiPersio وآخرين (٢٠٢١) أن المجتمعات المحلية في جنوب وادي عربة منفتحة لمجال الطاقة المتجددة، خاصة لتكنولوجيا الطاقة الشمسية لأنها تعزز من استقلاليتها الطاقوية.

يَدعي باحثون آخرون، مثل Michaels وآخرين (٢٠١٦)، أن الإسرائيليين يولون عامةً اهتمامًا قليلًا للتجارب التي تسهّل تحويل الحمولة عن طريق أجهزة منزلية موجهة عن بعد. بسبب قلة الثقة في المؤسسات البعيدة ولاعتمادات متعلقة بالخصوصية، يولي معظم الناس قدرًا قليلًا من الأهمية لهذه التقنيات، كما اتضح في الاستطلاع الذي أجري في إطار البحث (Michaels & Parag, ٢٠١٦). يُستنتج من الدراسة نفسها أن العادات الذكية لا تلقى دائمًا استحسانًا لدى السكان. مع ذلك، يشير الباحثون إلى أنه قد يكون هناك خلف هذه الرسالة الضمنية قدر كبير من الارتياب وانعدام الثقة تجاه المؤسسات الحكومية. مع أن الجمهور يكون داعماً ومحبذًا للتكنولوجيا الحديثة، إلا أن انعدام الثقة هذا قد يكون نابغًا أيضًا عن الترويج المحدود للعادات الذكية. وفقًا للباحثين، فإن "الجهود الجماعية" من شأنها أن تشكل توجّهًا أكثر إقناعًا للوصول إلى الناس.

تدعم الحكومة الإسرائيلية جهود البحث والتطوير في مجال الطاقة بواسطة تقديم منح بحثية، وتمويل أبحاث سياساتية جديدة واستشارات مهنية. تطبيق التقنيات المبتكرة متجذر في المجتمع العلمي في إسرائيل، المركز في صناعة الهاتيك في القطاع الخاص وفي مختلف المؤسسات البحثية. تصبّ معاهد عديدة جلّ تركيزها في أبحاث الطاقة المتجددة، على سبيل المثال، معهد وايزمان للعلوم واهتمامه بالطاقة الشمسية، ومعهد إسرائيل للتقنية-التخنيون.

بالنسبة للمنصّات التي تقدّم نماذج حوارية لدعم التحول الطاقوي، تنشط في هذا المجال عدة منظمات إسرائيلية، مثل "منتدى إسرائيل للطاقة"، "الجمعية الإسرائيلية للطاقة الذكية"، "الجمعية الإسرائيلية للطاقة الخضراء"، "مركز هيشل"، "الحياة والبيئة- هيئة البنية التحتية للحركة البيئية"، "إيغنايت ذا سبارك" وغيرها. تشجّع هذه المؤسسات على الحوار من خلال تنظيم برامج ولقاءات، إعداد تقارير والمراقبة أمام جهات حكومية. إحدى المبادرات الأهلية انبثقت عن نشاط إحدى الجمعيات في المجال، برنامج "إسرائيل ٢٠٥٠"، والذي يصبو نحو تحقيق أهداف استراتيجية بحلول العام ٢٠٥٠ في قطاعات النقل، الطاقة، البناء والتخطيط

لتحقيق الغايات المنشودة في مجال تعزيز كفاءة استخدام الطاقة والحدّ من انبعاثات غازات الدفيئة، خصّصت الحكومة للمشاريع ميزانية بقيمة ١٩٠ مليون شيكل جديد (الوزارة لحماية البيئة، ٢٠١٨). في إطار الخطة الوطنية، فإنّ الانتقال من منشآت توليد الطاقة القديمة المرتكزة على النفط إلى منشآت توليد الطاقة التي تعمل بالغاز، وإقامة منشآت جديدة للتوليد المشترك للطاقة، بهدف تعزيز الكفاءة حتى ٨٠٪، هو جزء من مساعي الحكومة.

وضعت وزارة البنى التحتية الوطنية أنظمة مختلفة لتعزيز كفاءة استخدام الطاقة. على سبيل المثال، وضعت الوزارة معيارًا لاستهلاك الطاقة في سخانات المياه التي تعمل بالغاز، ويحدد هذا المعيار الحد الأقصى من مدخلات الطاقة المطلوبة للاحتراق المستخدمة في سخانات المياه، وطبقت أيضًا معيار مستوى كفاءة استخدام الطاقة في محركات التوليد الكهربائية. بخصوص المعايير والتوسيم، فإنّ وزارة الصناعة، التجارة والتشغيل مسؤولة رسميًا عن تطبيق معايير الطاقة والتوسيم الإلزامية. في هذا المضمار، فإنّ التوسيم وتوصيف الأداء الطاقوي الإلزاميين ضروريان للأجهزة مثل الثلاجات، ثلاجات الفريزر، المدافئ وأجهزة التكييف. في عام ٢٠٠٥، طُرح معيار اختياري جديد للبناء المستدام، ويشمل توجيهات بخصوص مواد البناء، تصميم المبنى، البنية التحتية الداخلية والتكنولوجيا المستخدمة (من جملة أمور أخرى) بهدف تشييد مباني موفّرة للطاقة.

تتواجد إسرائيل حاليًا في مرحلة متقدمة من سيرورة تشخيص الجهود اللازمة لتحقيق كفاءة استخدام الطاقة باعتبارها إحدى أهم ركائز التحول الطاقوي. أحد المتطلبات الرئيسية للتحول الطاقوي السلس هو اتباع طرق محدّثة لتعزيز كفاءة استخدام الطاقة. الأدلة القائمة على أرض الواقع تدعم الافتراض بأنّ إسرائيل تبرز تقدمًا في خططها لتعزيز كفاءة استخدام الطاقة، مما يدل على أنّ الدولة متواجدة في مكانة متقدمة في المرحلة الأولى في سيرورة التحول الطاقوي في النموذج متعدد المراحل.

للمجتمع

حملات التوعية في مجال الطاقة وموضوع كفاءة استخدام الطاقة لا تحتل مكانة مركزية في البرامج التعليمية والتربوية في إسرائيل. ولكن شركة كهرباء إسرائيل تعمم معلومات بخصوص ترشيد استهلاك الطاقة، وذلك في الفواتير المرسلة إلى الزبائن. مع ذلك، فإنّ الوعي حول القضايا البيئية، تحوّل نظام الطاقة وكفاءة استخدام الطاقة في المجتمع الإسرائيلي يتراوح بين متوسط وعال. مقابل المواضيع المتعلقة بترشيد استهلاك الطاقة، تحتل قضية المياه حيزًا أكبر لدى الجمهور. أجهزة توفير المياه مركّبة بانتظام في الأماكن العامة والخاصة، ويتم تطبيق مختلف السياسات لترشيد استهلاك المياه، مما يجعل الوعي لترشيد استهلاك المياه أعلى بكثير.

وفقًا لاستطلاع أجراه معهد وادي عربة للدراسات البيئية، فإنّ ٤٥% من الجمهور الإسرائيلي يعتقدون أنّ تغير المناخ يؤثر على حياتهم، بينما يرى ١٥% أنه لا يوجد لتغير المناخ أي أثر على حياتهم على المدى القريب. يشير الاستطلاع أيضًا إلى أنّ الطاقة الشمسية وطاقات الرياح هما مصدرًا الطاقة المتجددة المألوفان والأكثر شهرة في إسرائيل. ٥٢% من المستطلعين يعتبرون أنفسهم واعين جدًّا لإيجابيات وسلبيات الطاقة الشمسية، ومن الممكن أن نعزو ذلك إلى الاستخدام واسع النطاق للسخانات الشمسية في البلاد. مع ذلك، يشير الاستطلاع إلى مستوى متدن جدًّا من الوعي العام حول السياسات الإسرائيلية المتعلقة بتغير المناخ وأهداف الطاقة المتجددة:

الحضري، التجارة الصناعية والنفايات (الوزارة لحماية البيئة، ٢٠١٩). أدناه (٤-٢) يلخّص مؤشرات التحوّل الطاقوي المهمة في إسرائيل، ويقارن بينها على مر السنين.

يمكننا القول إنّ المجتمع الإسرائيلي واعٍ للقضايا البيئية، وهو شرط أساسي للنجاح في سيورة التحوّل الطاقوي. بالنسبة لمواضيع الطاقة، يبدو أنّ زيادة حملات التوعية قد تساهم في اتخاذ تدابير واسعة النطاق لترشيد استهلاك الطاقة. بالتالي، ووفقاً للنموذج متعدد المراحل، فإنّ تصنيف إسرائيل في المرحلة الأولى ينطبق أيضاً على البعد الاجتماعي.

تلخيص التطورات على مستوى المشهد العام وعلى مستوى النظام الطاقوي

على مستوى المشهد العام، من المتوقع أن تؤثر اكتشافات حقول الغاز في العقد الأخير على التحوّل الطاقوي، على الأقل على المدى القريب، ولكن مع احتمال ترك أثر على المدى البعيد أيضاً. يمكننا الافتراض أنّ التركيز على استغلال موارد الغاز الطبيعي أبطأ من تقدّم مشاريع الطاقة المتجددة. الأمن الطاقوي لدولة إسرائيل حظي بالأولوية على القضايا البيئية.

بالإضافة إلى ذلك، يوجد لجائحة كوفيد ١٩ أثر كبير على قطاع الطاقة بشكل عام، وعلى قطاع الكهرباء بشكل خاص. تشير الأدلة إلى أنّ تفشي الجائحة أدى إلى انخفاض استهلاك الطاقة. يختلف مدى هذا الانخفاض حسب نوع الوقود وحسب القطاع. سنعرف مستقبلاً لأي مدى سيكون لتبعات الجائحة أثر قصير الأمد، أو ما إذا سيكون لها أيضاً أثر مباشر أو غير مباشر على التحوّل الطاقوي على المدى البعيد.

بعض التحديات التقنية والتنظيمية تؤثر على التحوّل الطاقوي على مستوى النظام الطاقوي أيضاً. عدم الارتباط بالبنى التحتية الطاقوية للدول المجاورة هو نقطة انطلاق شائكة تشكّل تحدياً كبيراً أمام دمج نسبة كبيرة من الطاقات المتجددة في النظام الطاقوي. على غرار العديد من دول الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، يتميز قطاع الطاقة بسوق مشتريين واحدة، بحيث تحتكر شركة كهرباء إسرائيل مجال توليد، نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية. بالرغم من وضع إطار قانوني لإعادة هيكلة السوق، إلا أنّ التقدم بطيء جداً.

خلاصة القول، يمكننا تمييز عدة عوامل على مستوى النظام الطاقوي التي تشكّل في الوقت الحاضر تحدياً أمام تقدّم إسرائيل في سيورة التحوّل الطاقوي: الواقع الجيوسياسي والإقليمي المتوتر والذي يخلق إشكاليات جادة في مجال الأمن الطاقوي؛ الجائحة الحالية؛ المبنى المؤسسي؛ وعدم الجاهزية الاجتماعية لتغيير أنماط وسلوكيات استهلاك الطاقة- جميعها تعيق قدرة إسرائيل على تحقيق أهداف التحوّل الطاقوي. بالإضافة إلى ذلك، فإنّ مصادر الطاقة المتجددة لا تستبدل حالياً استخدام الوقود الأحفوري، بل على العكس من ذلك، إذ يتم حالياً توسيع قطاع الغاز الطبيعي، ومن المرجح أن يؤدي ذلك مستقبلاً إلى الاعتماد الحضري على تقنيات معينة. من ناحية أخرى، مع طرح سياسة دمج مصادر الطاقة المتجددة في قطاع الكهرباء الإسرائيلي في عام ٢٠١٠، والتي تشكّل قاعدة قانونية لتسعيرة الطاقة والمزايا الضريبية، أبدت إسرائيل رغبتها السياسية في تعزيز استخدام مصادر الطاقة المتجددة. كانت تلك نقطة مهمة في سيورة تنويع النظام الطاقوي. وعليه، يمكن تصنيف إسرائيل في المرحلة الأولى في نموذج التحوّل الطاقوي. في مجالات معينة، قطعت إسرائيل شوطاً كبيراً في هذه المرحلة؛ وفي مجالات أخرى، هناك حاجة لبذل جهود إضافية للتقدم نحو المرحلة الثانية من النموذج متعدد المراحل. الجدول

تطبيق النموذج في إسرائيل

الجدول ٢-٤
التوجهات والأهداف الحالية لسيرورة التحول الطاقوي

٢٠٥٠	٢٠٣٠	٢٠٢٠	٢٠١٨	٢٠١٥	٢٠١٠	٢٠٠٥	المؤشر	الفئة
-	-	لا ينطبق	لا ينطبق	-٣٦%	-٢٢%	-٢١%	انبعاثات ثاني أكسيد الكربون لكل وحدة من الناتج المحلي الإجمالي	انبعاثات الكربون (مقارنة بعام ١٩٩٠)
-٢٦% من انبعاثات غازات الدفيئة		لا ينطبق	-٤%	+٩%	+٢٩%	+٢١%	انبعاثات ثاني أكسيد الكربون للفرد	
-	٥,٤ جيجاواط	١,٥٠٠ (٢٠١٩)	١,١٣٨	٨١٣	٩٩	لا ينطبق	الاستطاعة التوليدية المركبة والمخطط لها (ميغاواط)	الطاقة المتجددة
-	لا ينطبق	٢,٨ (٢٠١٩)	٢,٤%	٢,٤%	٥%	٤%	النسبة من الاستخدام النهائي للطاقة	
-	٣٠%	١٠	٣%	٢%	٠,٣٤%	٠,٠٨%	النسبة من المزيج الطاقوي (القائم والمخطط له)	
-	-	لا ينطبق	+٩٣,٩%	+٨٩,٦%	+١٠١,٧%	+٦٠,٩%	إجمالي مخزون الطاقة الأولي (مقارنة بـ ١٩٠٠)	انبعاثات الكربون (مقارنة بعام ١٩٩٠)
-	-	لا ينطبق	لا ينطبق	-٣١%	-١٧,٤%	-١٨,٨%	الكثافة الطاقوية للطاقة الأولية انبعاثات الكربون (مقارنة بعام ١٩٩٠)	
-	-	لا ينطبق	٠%	+٤%	+٢٠%	+٨%	إجمالي مخزون الطاقة للفرد (مقارنة بـ ١٩٩٠)	
-	-	لا ينطبق	+٦١,٩%	+٦١,٩%	+٦٦,٧%	+٥٤,٨%	استهلاك الكهرباء للفرد (مقارنة بـ ١٩٩٠)	
-	-	لا ينطبق	+٢٤٨,٦%	+٢٣١,٣%	+١٨٧,٧%	+١٥٨,٢%	الاستهلاك النهائي للكهرباء في قطاع الإسكان (مقارنة بـ ٢٠٠٥)	
-	-	لا ينطبق	+١٢٤%	+١١٠%	+١٠٣,٤%	+٦٦,٩%	إجمالي الاستهلاك النهائي للطاقة	المباني
-	-	لا ينطبق	+١٢٥%	+١١٢,٥%	+١٠٠%	+٦٢,٥%	انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في قطاع النقل	النقل (مقارنة بـ ١٩٩٠)
-	-	أقل من ١,٠٠٠ مركبة كهربائية، نحو ١٠٠,٠٠٠ مركبة هجينة (٢٠٠٩)	لا ينطبق	لا ينطبق	لا ينطبق	لا ينطبق	عدد المركبات الكهربائية	

مؤسسة فريدريش ايرت - التحوّل المستدام لنظام الطاقة في إسرائيل

-	-	لا ينطبق	-٣٤%	-٣٠,٤%	-٣٣,٨%	-٧٠,٩%	الكثافة الكربونية للاستهلاك في قطاع الصناعة (مقارنة بـ ١٩٩٠)	الصناعة
-	-	لا ينطبق	١٩,٤%	٢٠,٢%	٢١,١%	٢١,٥%	القيمة المضافة (حصّة الناتج المحلي الإجمالي)	
-	-	لا ينطبق	-٧٢,٦%	-٩٤,٦%	٠	لا ينطبق	واردات الغاز الطبيعي (مقارنة بعام ٢٠١٠)	أمن إمداد الطاقة
-	-	لا ينطبق	+٢٤%	+٠,٩%	+٥١,٤%	+٩٢,٣%	واردات الغاز الطبيعي (مقارنة بعام ١٩٩٠)	
-	-	لا ينطبق	١,١٩٢,٣%	+١,٠٤٦,٢%	+٧٧٤,٤%	+٢٦٦,٧%	صادرات الطاقة الكهربائية (مقارنة بـ ١٩٩٠)	
-	-	لا ينطبق	١٠٠%	٩٩,٩%	٩٩,٧%	٩٩,٩%	منالية الكهرباء حسب نسبة السكان في المناطق الحضرية	
-	-	لا ينطبق	-٩٩,٨%	-٩٩,٧%	لا ينطبق	لا ينطبق	استهلاك الفحم الحجري	
-	-	لا ينطبق	+٤٠٠%	+٣٠٠%	لا ينطبق	لا ينطبق	احتياطي الغاز (مقارنة بعام ٢٠٠٩)	
-	-	لا ينطبق	١٥٧,٢٠٦ (٢٠١٥)	٤٢٥,٨٠٦	لا ينطبق	لا ينطبق	الاستثمارات في مجال نزع الكربون (مليون دولار أمريكي)	استثمارات
			٨,٨٨٢,٠٠٠				عدد السكان (٢٠١٩)	الجانب الاجتماعي-الاقتصادي
-	-	لا ينطبق	١,٩%	٢%	١,٨%	١,٧%	النمو السكاني	
-	-	لا ينطبق	٩٢,٣% (٢٠١٧)	٩٢,١%	٩١,٨%	٩١,٥%	معدّل التحضر	
-	-	لا ينطبق	٣,٥%	٢,٣%	٥,٦%	٣,٩%	نمو إجمالي الناتج المحلي	
-	-	لا ينطبق	لا ينطبق	-١٨,٥%	-٤,٧%	٠%	رמת המחזור במים (בהשוואה 2005-7)	מים

(المصدر: بالاستناد إلى معطيات من: BP, ٢٠٢٠; FAO, ٢٠٢٠; IEA, IRENA, ٢٠٢٠a; Statista, ٢٠٢٠a; World Bank, ٢٠٢٠)

خيارات المرنة؛ دعم البرامج الساعية لتعزيز التنقلية الكهربائية وتطوير قطاع البحث والتطوير في مجال الهيدروجين وطاقته إلى إكس. يصف الفصل التالي هذه التطورات على مستوى القطاع العيني بالتفصيل.

■ التنقلية الكهربائية

للتقليل من التلوث الناتج عن المركبات، تهدف إسرائيل إلى زيادة نسبة المركبات الكهربائية في البلاد. على سبيل المثال، أطلقت في عام ٢٠١١ مبادرة "خيارات الوقود والتنقلية الذكية" لدعم برنامج إسرائيل الوطني

٤.١,٢. تقييم النزعات القائمة على مستوى القطاع العيني

التطورات الحاصلة على مستوى القطاع العيني مهمة جداً لبلوغ المراحل التالية في سيروية التحوّل الطاقوي (انظروا الجدول ١-٣). أحرزت إسرائيل تقدماً طفيفاً في بعض الأبعاد المذكورة سابقاً: منالية منشآت الألواح الضوئية الجهدية صغيرة الحجم؛ كفاءة استخدام الطاقة؛ اختبار وتقييم

تطبيق النموذج في إسرائيل

عن طريق الكتلة الحيوية أو مدخلات الطاقة الكهربائية المتجددة. مع ذلك، فإن استخدام الميثانول محدود جدًا في إسرائيل (المراجع السابق).

إدارة الطلب على الطاقة

استخدام عدادات ذكية وأجهزة ذكية تعمل أوتوماتيكيًا أو عن بعد، أو بطاريات المركبات الكهربائية كخيارات للتخزين، يخضع حاليًا للفحص والتقييم في إطار إدارة الطلب على الطاقة (Michael and Parag, 2016). وبما أن نظام الطاقة الكهربائية في إسرائيل غير موصول بشبكات الكهرباء للدول المجاورة، لا يمكن إدارته بواسطة واردات وصادرات الطاقة الإقليمية. بالتالي، فإن قطاع الكهرباء في إسرائيل مصمم بشكل يؤمن الطلب على الكهرباء في أية لحظة، خاصة من خلال منشآت الغاز الطبيعي المرنة في الوقت الحالي. يتميز استهلاك الكهرباء بقدر عالٍ من التقلب خلال ساعات النهار أو بين الفصول، وتشكل معدلات الطلب في ساعة الذروة 3% إجمالي ساعات الطلب على الكهرباء في السنة. نظام الطاقة قادر على توليد الكهرباء بمعدل ضعفي ناتج الاستهلاك السنوي المتوسط للكهرباء. لترشيد الاستهلاك والحد من الاستثمار في زيادة الإنتاج المكلفة، تطبق إسرائيل حاليًا سياسات تجريبية لإدارة الطلب على الطاقة. أطلقت شركة كهرباء إسرائيل مناقصة لاستبدال العدادات العادية بعدادات ذكية في جميع أنحاء إسرائيل. وبما أن تقنيات إدارة الطلب على الطاقة هذه لا تطبق على نطاق واسع، فهي غير مألوفة للجمهور، وبالتالي، تسود حالة من انعدام الثقة وسوء الفهم. على سبيل المثال، من الغريب أن تتحكم أطراف ثالثة بعيدة بالاستهلاك المنزلي للكهرباء في إسرائيل. أثرت أيضًا مخاوف صحية حول استخدام العدادات الذكية (Michael and Parag, 2016).

طاقة إلى إكس وهيدروجين

القائد الرئيسي في مجال الطاقة إلى إكس هو القطاع الخاص، إذ أن الحكومة لا تدعم سوى جهود البحث والتطوير. تجري العديد من المؤسسات أبحاثًا في مجال خلايا الوقود، مثل مركز الأبحاث الوطني الإسرائيلي للدفع الكهروكيميائي وبرنامج المراكز الإسرائيلية للتميز البحثي (I-CORE) - للوقود السائل المتجدد. أقيمت عدة شركات ناشئة في المجال مثل Gencell، PO-CELLTech، Electriq Global في الهيدروجين مثل H2Pro، H2 Energy Now، NRGStorEdge، Edrei Bio Hydrogen أو NewCO2Fuels. بالإضافة إلى ذلك، فإن معظم شركات النفط الإسرائيلية تستكشف حاليًا خيارات الهيدروجين. على سبيل المثال، تخطط شركة سونول لإنشاء أول محطة للتزود بوقود الهيدروجين في منطقة حيفا خلال السنوات الثلاث القادمة؛ تستثمر شركة باز في شركات خلايا الوقود؛ أنشأت مصافي النفط المحدودة BAZAN مركز ابتكار وتملك أسهمًا في شركة إنتاج الهيدروجين H2Pro. تعمل الشركة الوطنية المحدودة للبنى التحتية للنفط والطاقة، والمسؤولة عن البنية التحتية للوقود في إسرائيل، على تطوير استراتيجية تخزين الهيدروجين على نطاق واسع. قَدِّمت الحكومة 0,7 مليون شيكل جديد لـ 11 مشروعًا ناشئًا، و 22,3 مليون شيكل جديد لـ 17 مشروعًا رياديًا وتوعويًا في مجالات الكهرباء، التخزين، الطاقة المتجددة، بدائل الوقود في قطاع النقل، كفاءة استخدام الطاقة، البيئة وغير ذلك. من بين المشاريع التي تلقت تمويلًا في عام 2019، تم إنشاء المشاريع المختارة التالية، أو أنها لا تزال قيد الإنشاء: أول محطة لإنتاج الهيدروجين، طائرة بدون طيار تركز على خلايا الوقود، مركز للتجارة بالغاز الطبيعي، نظام لتخزين الطاقة بالهواء المضغوط،

بدائل الوقود والتنقلية الذكية (خيارات الوقود والتنقلية الذكية، 2021). تمثل هذه المبادرة جهودًا مشتركة لعشر وزارات، وتجمع بين هيئات حكومية، مؤسسات بحثية وشركات تجارية، لخلق ثبات تنظيمي وأفق استثماري لأصحاب الشأن في السوق. في عام 2016، طرحت الوزارة لحماية البيئة والصندوق القومي اليهودي مخطط دعم للنهوض بمشاريع مشاركة المركبات في المجتمعات المحلية. لتحقيق هذه الغاية، تم تخصيص 220 مليون شيكل جديد. تتعهد إسرائيل بالسماح فقط ببيع مركبات كهربائية خصوصية بحلول عام 2030 (REN21, 2019). لتعزيز التنقلية الكهربائية، وضعت وزارة الطاقة الغايات التالية، حتى عام 2030:

1. جميع المركبات ستكون كهربائية بنسبة 100%.
 2. المركبات التي يزيد وزنها عن 3,5 طن: غاز طبيعي مضغوط بنسبة 20%، وطاقة كهربائية بنسبة 80%.
 3. الشاحنات التي يزيد وزنها عن 3,5 طن: غاز طبيعي مضغوط بنسبة 60%، وطاقة كهربائية بنسبة 40%.
 4. الحافلات: غاز طبيعي مضغوط بنسبة 20%، وطاقة كهربائية بنسبة 70%.
- في إطار الجهود الحكومية، وضعت الغايات التالية لدعم النقل باستخدام مركبات كهربائية بواسطة حوافز ضريبية:

الجدول 3-4

غايات النقل باستخدام مركبات كهربائية

السنة	2019	2020	2021	2022	2023	2024
كهربائية كليًا	10%	10%	10%	10%	20%	30%
قابلة للشحن الخارجي	20%	25%	30%	40%	50%	83%
هجين	30%	45%	50%	83%	83%	83%

(المصدر: الحكومة الإسرائيلية، 2019)

بفضل أسعار الكهرباء المنخفضة، مسافات السفر القصيرة وإمكانية توليد الطاقة الذاتية، فإن الظروف مواتية لدعم استخدام المركبات الكهربائية. قَدِّمت منح بقيمة 29 مليون شيكل جديد لما يقارب 30 سلطة محلية و 10 شركة للوقود والشحن ومستوردي المركبات للنهوض بقطاع التنقلية الكهربائية (Gutman, 2019؛ وزارة الطاقة، 2018). بتمويل من وزارة الطاقة، تم إنشاء 2,500 محطة شحن في إسرائيل (وزارة الطاقة، 2018). مع ذلك، فإن تطبيق المخطط بطيء، كما يتضح من بحث أجرته وزارة الطاقة. يستاء معظم المواطنين من البنية التحتية الضعيفة لمحطات الشحن، الأمر الذي يعيق شراء مركبات كهربائية (Noel and Sovacool, 2016).

بالإضافة إلى التشجيع على استخدام المركبات الكهربائية، وضعت الدولة معيارًا لمزج الميثانول. وفقًا للوكالة الدولية للطاقة المتجددة (2021)، طُرِح معيار M10 في 2016. يساهم الميثانول في الحد من الانبعاثات (مقارنة بوقود البنزين) وهو وقود قابل للتحلل الحيوي. يُصنع الميثانول عادةً من الغاز الطبيعي أو الفحم الحجري، ولكن يمكن أيضًا إنتاجه بطرق "خضراء"

تطوير ناقل لوقود الهيدروجين وغير ذلك (وزارة الطاقة، ٢٠١٩).

قابلية تنفيذ المشاريع الزراعية الفولتية الضوئية (Bellini, ٢٠٢١b). بما أنّ ٢٠% تقريباً من الأراضي صالحة للزراعة، يتم حالياً تجريب عمليات زراعية، مثل الحقول المفتوحة والديئات لدمج تكنولوجيا توليد الطاقة الشمسية. خصصت الوزارات ٣,٥ مليون شيكل جديد لستة أبحاث مختلفة لاستكشاف مختلف إمكانيات الدمج بين الزراعة وتوليد الطاقة الشمسية لتجنب صراعات محتملة.

٤,١,٣. خطوات ضرورية للانتقال إلى المرحلة التالية

يعتبر قطاع الطاقة في إسرائيل قطاعاً تقليدياً حيث تستخدم الموارد الجانبية كمصدر أولي للمرونة. مع التزايد المتعمد لمصادر الطاقة المتجددة في نظام الطاقة في إسرائيل، يتوجب على الدولة أن تكون مستعدة للموازنة بين العرض والطلب. لتحقيق ذلك، يجب تطبيق خيارات المرونة في جميع أجزاء نظام الطاقة، مثل قطاعات التوليد، النقل والتوزيع، وأنظمة التخزين المناسبة.

التحوّل الطاقوي السلس يتطلب ترابطاً بين جميع قطاعات المستخدم النهائي. ولكن معظم المناقشات حول التحوّل الطاقوي الحالي في إسرائيل اقتصرت حتى الآن على قطاع الطاقة، بينما لم يحظ التحوّل الطاقوي في قطاعات التدفئة، التبريد، النقل والصناعة بقدر كافٍ من الاهتمام. إنّ تحقيق أهداف قطاعية عينية، والتي تحدّث بانتظام حسب تطورها، من شأنه تسهيل دمج الطاقات المتجددة في جميع القطاعات. بالإضافة إلى الغايات العينية، فإنّ السياسات التي تنظّم عملية نزع الكربون في قطاعات مختلفة، ليس فقط في قطاع الطاقة، من شأنها تعزيز التآزر بين قطاع الطاقة وقطاعات المستخدم النهائي.

الخطوة المهمة التالية هي تحويل المستهلكين إلى منتجين للطاقة، إلى ما يسمّى بـ "مستهلكين-منتجين"، مما يعزز مرونة الشبكة. إنّ اكتشاف نماذج تجارية إلى جانب خدمة "المستهلكين-المنتجين" الداعمة للشبكة، مثل التوليد المصغّر للطاقة، أنظمة القياس الذي، خفض الطلب، تحويل الحمولة، المركبات الكهربائية مع إمكانية ربط المركبة بالشبكة، وتخزين الطاقة، يوفر حلولاً واعدة لتعزيز تداخل المستخدمين في موازنة الشبكة (Michaelis and Parag, ٢٠٠٦). إنّ تطوير الشبكات الذكية قد يمكّن المستهلكين-المنتجين من بيع فائض طاقتهم الكهربائية لمستهلكين آخرين عبر الشبكة. يساهم ذلك في تعزيز الأمن الطاقوي ويسهّل دمج الطاقات المتجددة في نظام الطاقة.

تطوير البنية التحتية لشبكة الكهرباء ضروري جداً لدمج كمية كبيرة من مصادر الطاقة المتجددة ولتأمين مخزون طاقي موثوق على المدى البعيد. أهم إمكانيات توليد الطاقة الشمسية في إسرائيل موجودة في الجنوب، بينما تقع مراكز الحمل الرئيسية في شمالي البلاد والمنطقة الساحلية. إنّ ربط شبكة الكهرباء بشبكة نقل متينة، والترابط الشبكي مهمّان جداً لتوليد وتوزيع الطاقة الأمثل. توسيع نطاق القدرة على نقل الكهرباء يساهم أيضاً في زيادة ثقة المستثمرين في مصادر الطاقة المتجددة. مع أنّ عدم الاستقرار الإقليمي يلعب دوراً مهماً في زيادة حصة مصادر الطاقة المتجددة في قطاع الكهرباء، إلا أنّ اتفاقيات إبراهيم الجديدة قد تتيح المجال لإنشاء شركات جديدة لتصدير الطاقة الكهربائية المتجددة أو ناقلات الطاقة "الخضراء"، مثل الهيدروجين الأخضر.

قطاع الطاقة إلى-إكس في إسرائيل هو قيد الدراسة في الوقت الحاضر، ويُسنتج من بحث لـ Bogdanov و Breyer (٢٠١٥)، والذي يحلل مجموعة التقنيات المثلى وفقاً للموارد المتوفرة في إسرائيل، أنّ تقنيات تحويل الطاقة إلى غاز وتخزين الغاز قابلة للتطبيق في الحالات التي تزيد فيها حصة مصادر الطاقة المتجددة عن ٨٥%. في الختام، يمكننا القول إنّ قطاع الطاقة إلى-إكس يلقى مؤخرًا اهتمامًا متزايدًا. ولكن سوق الطاقة في إسرائيل، كما في أماكن أخرى في العالم، لم ينضج بعد.

■ التقاط الكربون وتخزينه

لا تنفد حالياً تقنيات لالتقاط الكربون وتخزينه، ولكن هذا المجال يخضع للدراسة في الوقت الحالي. اعتباراً من ٢٠١٣، بحث Calvo and Brayer و Gvirtzman (٢٠١٣) مستودعات المياه المالحة في المقطع الجيولوجي شمالي منطقة النقب في إسرائيل لاحتساب ورصد إجمالي سعة تخزين ثاني أكسيد الكربون. استنتج البحث أنّ هناك سعة تخزين كبيرة لثاني أكسيد الكربون، والقابلة للاستدامة اقتصادياً (المراجع السابق).

■ التخزين

عند ارتفاع نسبة مصادر الطاقة المتجددة، يتوجب على إسرائيل أن تكون مستعدة للموازنة بين العرض والطلب. بالتالي، يوجد لحلول التخزين دور مهمّ جداً. لبلوغ ٣٠% طاقة متجددة بحلول العام ٢٠٣٠، قد تحتاج إسرائيل لسعة تخزين طاقي تقارب ٨ جيجاواط (Colthorpe, ٢٠٢٠). لزيادة خيارات التخزين المتاحة أمام إسرائيل، تمت المصادقة على تخزين ضخي بنسبة ٨٠٠ ميغاواط، موزعة على أربعة مشاريع: الغلبوع (قيد التنفيذ)، نيشر، كوخاف هايردين ومانارا. هناك حلول تخزين أخرى مطروحة من قبل شركة Augwind للتخزين الطاقوي ضاغط الهواء، والتي طورت نظاماً تجريبياً في صحراء النقب تبلغ سعته التخزينية ١٢٠ ميغاواط ساعي، بالإضافة إلى منشأة للطاقة الشمسية تبلغ استطاعتها ٥ ميغاواط (Willugn, ٢٠٢١). بالإضافة إلى ذلك، توفر Chaktratec، وهي شركة إسرائيلية تعمل في مجال التخزين الذي، حلولاً لإنشاء محطات للشحن السريع بواسطة استخدام عجلات طيران سريعة الدوران، مما يتيح المجال للشحن الطاقوي العالي للمركبات الكهربائية.

■ تكنولوجيا المعلومات والاتصالات

أطلقت شركة كهرباء إسرائيل مشروعاً تجريبياً لاستخدام العدادات الإلكترونية الذكية، وذلك لإدارة الشبكة بكفاءة. شركة كهرباء إسرائيل مسؤولة عن تطبيق تكنولوجيا المعلومات والاتصالات في قطاع الطاقة، وقد قامت بتكيب أنظمة مراقبة وإشراف متقدمة في مجالي النقل والتوزيع في الشبكة. هذه العدادات التي تقيس حجم الاستهلاك الفعلي، تنقل البيانات الآنية إلى نظام المراقبة لتحسين مراقبة الاستهلاك وإعلام المستهلكين بحجم الاستهلاك الفعلي. أعلنت شركة كهرباء إسرائيل عن مناقصة لاستبدال العدادات العادية بعدادات ذكية على المستوى القطري.

■ الزراعة الفولتية الضوئية

نظراً للمالية المحدودة للأراضي وازدياد الطلب على الطاقة في إسرائيل، فإنّ إمكانية الدمج بين الزراعة والألواح الضوئية الجهدية، تشكّل حلاً ممكناً. أطلقت وزارة الطاقة ووزارة الزراعة برنامجاً بحثياً تجريبياً لتقييم

تطبيق النموذج في إسرائيل

كمصدر رئيسي لتوليد الكهرباء، ووقف إمداد الغاز الطبيعي من مصر في مطلع الألفية الثالثة- التحوّل الطاقوي الحالي بدأ بخطوات صغيرة، وهو قائم حتى الآن في مجال الطاقة الشمسية بالأساس.

تبلورت قوانين، أنظمة، توجيهات وأدوات قانونية لتنظيم السياسة الطاقوية في إسرائيل. فيما يتعلق بتطوير قطاع الطاقة المتجددة، نخص بالذكر المادة ٩ من قانون التخطيط والبناء (١٩٧٠)، والتي تنص على وجوب استخدام الطاقة الكهربائية (على شكل سخانات شمسية) في قطاع الإسكان منذ عام ١٩٨٠. ساهم هذا القانون في تحويل إسرائيل إلى دولة ريادية في تطوير تكنولوجيا الطاقة الشمسية. مع ذلك، فإن شرط استخدام الطاقة الشمسية يقتصر على قطاع الإسكان فقط. إن استخدام الطاقة الشمسية في القطاعين الصناعي والتجاري غير منظم بالقدر الكافي بعد. يجب وضع إطار عمل مناسب لزيادة استخدام الطاقة الشمسية في هذين القطاعين. في دولة مثل إسرائيل تحديداً، التي تملك إمكانات عالية لتوليد الطاقة الشمسية، فإن توليد الطاقة الشمسية في السيرورات الصناعية يجب أن يلقى الدعم الكافي، عن طريق توليد الحرارة مثلاً من مصادر الطاقة المتجددة.

خطة دمج مصادر الطاقة المتجددة في قطاع الكهرباء الإسرائيلي في عام ٢٠١٠ لم تحدّث بعد. ولكن في عام ١٩٤٨، أطلق وزير الطاقة، يوفال شطينيتس، خطة لتحويل قطاع الطاقة الإسرائيلي بحلول العام ٢٠٣٠ "لتخليص إسرائيل من الطاقة الملوثة" وللتوقف عن استخدام الفحم الحجري في قطاع توليد الكهرباء حتى العام ٢٠٢٦ (وزارة الطاقة، ٢٠٢١). ولكن هذه الخطة لا تحقق غاياتها من حيث التطبيق الفعلي لتكنولوجيا الطاقة المتجددة، والتي هدفت إلى بلوغ نسبة ٨٠٪ غاز طبيعي و ٢٠٪ طاقات متجددة في قطاع الكهرباء، وقد تبدّلت منذ ذلك الحين إلى ٧٠٪ غاز طبيعي و ٣٠٪ طاقات متجددة. تدلّ هذه الغايات إلى أن الغاز الطبيعي يُعتبر أولوية من قبل الحكومة الإسرائيلية (Surkes and Staff, ٢٠٢٠). وعليه، فإن أهم الاستثمارات مخصصة للبنى التحتية للغاز بدلاً من قطاع الطاقة المتجددة. على ضوء الجهود العالمية لنزع الكربون، ينطوي ذلك على خطر زيادة ولاء المستهلكين للتكنولوجيا القائمة، وعلى خطر الاستثمارات العامة. من ناحية أخرى، فإن تنويع المزيج الطاقوي في إسرائيل من شأنه أن يساهم في خفض انبعاثات غازات الدفيئة وزيادة الأمن الطاقوي.

إنّ تحوّل نظام الطاقة الإسرائيلي إلى نظام محايد للكربون يتطلب استثماراً كبيراً في تطوير وتطبيق التكنولوجيا والبنى التحتية المطلوبة لذلك. لإحراز تقدم في هذا الاتجاه، يجب الاستعداد من الآن للخطوات القادمة في سيرورة التحوّل الطاقوي، والمحددة في المرحلتين الثالثة والرابعة للنموذج متعدد المراحل. يشمل ذلك مثلاً التركيز على خيارات المرونة، مناقشة دور الغاز الطبيعي على المدى البعيد، زيادة المشاركة ورفع وعي السكان واستكشاف الدور المستقبلي للطاقة-إلى-إكس في قطاع الطاقة. بالإضافة إلى ذلك، فإنّ بلورة رؤية سياسية بعيدة المدى، إلى جانب الخطة الاستراتيجية، من شأنه زيادة الثقة بين أصحاب الشأن المختلفين، مما سيُسبِّحهم على الدعم والمشاركة في سيرورة التطور هذه.

إنّ تحليل النموذج متعدد المراحل يعتبر نقطة انطلاق لمناقشة وتطوير استراتيجية بعيدة المدى تراعي النظام الطاقوي بأكمله، وسيرورة تحوّل إلى نظام قائم على ١٠٠٪ طاقات متجددة. الرسم ٤-١١ يلخص مكانة إسرائيل في سيرورة التحوّل الطاقوي، ويستعرض لمحة عامة عن الخطوات المستقبلية.

يجب إعادة النظر في الإطار الضريبي الحالي، فهو يدعم استخدام أنواع الوقود الملوثة. الشركات الصناعية التي تستخدم الوقود الأحفوري تستطيع خفض التكاليف بواسطة تحميلها على النفقات، وبالتالي، خفض التزامها الضريبي (Grossman, ٢٠١٦). نتيجة لذلك، تكون الطاقة الشمسية أقل جاذبية، ويبقى الوقود الأحفوري قيد الاستخدام. يجب إعادة النظر في الأنظمة الضريبية، وتقديم حوافز ضريبية مقابل استخدام مصادر الطاقة المتجددة بدلاً من الوقود الأحفوري.

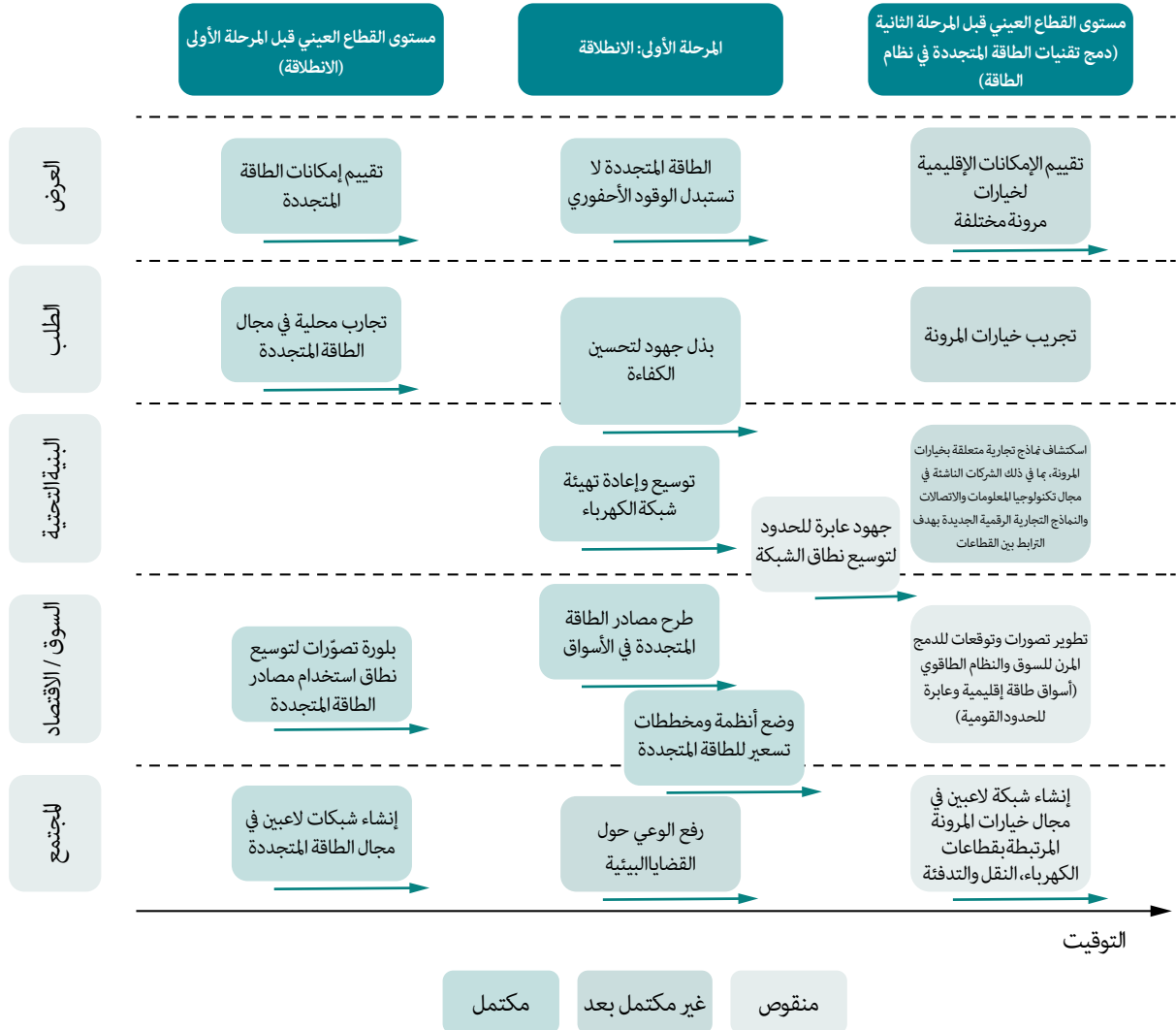
التحوّل الطاقوي الناجح يتطلب أيضاً مشاركة المواطنين. سرورة التحوّل الطاقوي نحو ١٠٠٪ طاقة متجددة هي سرورة معرّقة، في قطاع الطاقة وفي جميع القطاعات الاقتصادية الأخرى، ولكن في الحياة اليومية أيضاً. يتطلب ذلك تفهماً ودعماً من قبل الحكومة، ولكن أولاً وقبل كل شيء، من قبل المجتمع. مع أنّ المجتمع الإسرائيلي وإعّجاً للتقنيات المبتكرة، لا يزال هناك نقص في الوعي تجاه استهلاكها للطاقة. من الواضح أيضاً أنّ خبرة السلطات المحلية في هذا المجال منقوصة جزئياً. تطوير برامج توعوية وتدريبية لتقليص الفجوات في المهارات وتعزيز الثقة، على سبيل المثال تقنيات إدارة الطلب على الطاقة، من شأنه دعم استخدام مصادر الطاقة المتجددة على نطاق أوسع.

إنّ وجود إطار تنظيمي ومؤسسي متين، ذا جدوى مالية كبيرة، ضروري جداً لسوق طاقة أكثر انفتاحاً وأكثر تنافسية. المبنى المؤسسي الحالي لسوق الكهرباء الاحتكاري يحد من قدرة السوق على التعامل بنجاحة من بُنى أكثر تعقيداً. في الوقت الحاضر، معظم القرارات المتعلقة بقطاع الطاقة تتخذ في شركة كهرباء إسرائيل، وتفترق للتنسيق بين الوزاري. مع ازدياد أهمية جهات توليد الطاقة الخاصة وتوليد الطاقة اللامركزي، فإنّ إنشاء هيئات تنظيمية مستقلة قد يمثّل على نحو أفضل مصالح عدد أكبر من أصحاب الشأن. على ضوء ذلك، يجب إعادة النظر في دور شبكة كهرباء إسرائيل. شركة كهرباء إسرائيل أو الهيئة التنظيمية الجديدة يجب أن تكونا مسؤولتين عن متابعة وتقييم أداء القطاع. إنّ تحسين الأداء التجاري للقطاع من شأنه الحدّ من عدم الكفاءة في استهلاك الكهرباء وسيسهم في تعزيز تطور وهو قطاع خاص ضمن قطاع الطاقة الإسرائيلي.

إنّ توسيع نطاق الطاقات المتجددة قد يساهم إلى حد كبير في تعزيز الأمن الطاقوي في إسرائيل. بالرغم من ذلك، ومع أنّ إسرائيل وضعت نصب أعينها تحقيق هدف ٣٠٪ طاقات متجددة بحلول العام ٢٠٢٠، إلى جانب دعم صنّاع القرار والأطراف المعنية لسرورة التحوّل الطاقوي، إلا أنه من المتوقع أن يستمر الغاز الطبيعي في أداء دور مركزي. هذا الدعم للغاز الطبيعي أبداً من تقدّم وتنفيذ مشاريع الطاقة المتجددة (Willner, ٢٠١٤). بالإضافة إلى ذلك، لا توجد حتى الآن خطة تنفيذية واضحة لاستخدام الطاقة المتجددة، ولم يتم تزويد الجمهور بالمعلومات الكافية حول فوائد ذلك. وعليه، إذا رغبت إسرائيل في التقدم نحو نظام طاقوي يركز على مصادر الطاقة المتجددة، عليها أولاً تطوير وتطبيق استراتيجية شاملة، بما في ذلك تجنّب استخدام الغاز في المستقبل البعيد.

٤.٢ نظرة مستقبلية للمراحل التالية في عملية التحوّل الطاقوي

التحليل الذي أجري هو خير دليل على أنّ إسرائيل تسير في الطريق الصحيح نحو التحوّل الطاقوي. بعد نقطتي تحوّل طاقوي رئيسيتين- حظر النفط في عام ١٩٧٣ عندما استبدلت إسرائيل النفط بالفحم الحجري



المصدر: بالاستناد إلى معطيات من: (IEA, ٢٠٢٠)

استنتاجات ونظرة مستقبلية

بسريرة التحول الطاقوي، على مستوى صنّاع القرار، على أنّها فرصة بعيدة المدى لتعزيز الأمن الطاقوي ودعم النمو الاقتصادي-الاجتماعي.

مع أنّ إسرائيل قطعت شوطاً كبيراً في سريرة التحول الطاقوي، واستخدامها للطاقة المتجددة يحتل مكانة متقدمة في مرحلة الانطلاق، لا تزال هناك حاجة لبذل جهود حثيثة إذا رغبت الدولة في التقدم نحو نظام طاقوي قائم بالكامل على مصادر الطاقة المتجددة. الهدف من وراء نتائج التحليل، إلى جانب نموذج التحول الطاقوي متعدد المراحل نحو ١٠٠% طاقة متجددة، هو إثارة وتعزيز النقاش حول نظام الطاقة المستقبلي في إسرائيل وذلك من خلال وضع تصوّر توجيهي لسريرة التحول الطاقوي ولتطوير سياسات مناسبة.

الفهم الواضح والرؤية المبلورة هما شرطان أساسيان لدعم وقيادة سريرة التحول إلى نظام طاقوي يرتكز بالكامل على مصادر الطاقة المتجددة. تمت ملاءمة النموذج متعدد المراحل لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا لدولة إسرائيل، كدراسة حالة، لتقديم المعلومات اللازمة لدعم تحوّل نظام الطاقة إلى نظام مستدام. تمت ملاءمة هذا النموذج، الذي استند إلى السياق الألماني ولكن مع تعديل آليات إدارة سريرة التحول الطاقوي، تماشيًا مع خصائص منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، ومع السياق الإسرائيلي الخاص.

تم تطبيق هذا النموذج، المكوّن من أربع مراحل (الانطلاق في سريرة التحول نحو مصادر الطاقة المتجددة؛ دمج تقنيات الطاقة المتجددة في نظام الطاقة؛ طاقة إلى وقود/غاز؛ ونحو طاقة متجددة بنسبة ١٠٠%)، بغية تحليل وتحديد مكانة إسرائيل في سريرة انتقالها إلى نظام طاقوي قائم على مصادر الطاقة المتجددة، ورسم خارطة طريق تفصل الخطوات المطلوبة للتقدم في هذه السيرة. العبر المستخلصة من هذه التحليل ومن المقابلات التي أجريت مع الخبراء تتيح المجال لفهم الحالة الإسرائيلية بشكل أكثر تفصيلاً وأكثر عمقاً.

نظرًا لإمكانات الطاقة المتجددة الوفيرة، تتوفر في إسرائيل الشروط المسبقة المثلى للانطلاق في سريرة الانتقال إلى نظام طاقوي قائم على ١٠٠% طاقة متجددة، خاصة طاقة الرياح والطاقة الشمسية. ولكن إسرائيل تعمل أيضًا على توسيع إنتاج الغاز الطبيعي وتستثمر بشكل كبير في هذه البنية التحتية. مع أنّ الأمر يبدو مجدياً على المدى القريب لتلبية الطلب المتزايد على الطاقة في الدولة، ومدراً للريح بفضل إمكانات تصدير الغاز الطبيعي، إلّا أنّ هذا المسار الذي تسير فيه الدولة من شأنه تعزيز ولاء المستهلكين لتكنولوجيا عينية، وقد يؤدي إلى استثمارات العامة. يتطلع العالم إلى المحايدة الكربونية بحلول العام ٢٠٥٠، ممّا سيقبل من الطلب على الوقود الأحفوري، أضف إلى أنّ اهتمام مؤسسات التمويل بالمخاطر المناخية لاستثماراتها أخذ في الازدياد، الأمر الذي يقلل من منالية رأس المال للاستغلال التقليدي للموارد. التركيز على مصادر الطاقة المتجددة يقلل أيضًا من الاعتماد على الواردات. سيعزز ذلك أيضًا من الأمن الطاقوي باعتباره أهم ركيزة في سياسة الطاقة الإسرائيلية.

للتقدّم في هذا الاتجاه، فإنّ مصادر الطاقة المتجددة يجب أن تصبح جزءًا لا يتجزأ من نظام الطاقة. يتطلب ذلك دعم وتطبيق خيارات المرنة، ابتداءً من ملاءمة التسعيرات والمراجعات الضريبية، وحتى تطوير الشبكة والترايط الشبكي. من المهم أيضًا زيادة مشاركة القطاع الخاص والسكان في سريرة التحول الطاقوي. للحصول على دعم سياسي أوسع، يجب الاعتراف

قائمة المراجع

- Assessment of CO₂ storage capacity in southern Israel. *International Journal of Greenhouse Gas Control* ۲۰۱۲, ۱۲, ۰۲۷. **Calvo, R., & Gvirtzman, Z.** (۲۰۱۳). <https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2012.12.027>
- Energy. <https://www.cbs.gov.il/en/subjects/Pages/Energy.aspx> (۲۰۲۰). **Central Bureau of Statistics**
- AGWh of storage Israel likely to need to meet renewable energy goals. *Energy Storage News*. ۲۰۳۰ to meet <https://www.energy-storage.news/news/israel-likely-to-renewable-energy--2030-agwh-of-storage-to-meet-need-goals>
- DiPersio, T., Liedtke, N., Rosenthal, A., Wallace, A., Morris, A., Bar-On, I., Halasah, S., & Hamed, T. A.** (۲۰۲۱) Photovoltaic technology in Southern Arava of Israel: an analysis of public acceptance. *International Journal of Sustainable Energy* ۱۰, ۱۰۸-۱۱۸. <https://doi.org/10.1080/14747480.2020.1948160>
- Israel. <https://www.eia.gov/international/analysis/country/ISR> (۲۰۱۶). **EIA**
- Hydroelectric Power Station. https://www.electra.co.il/en/about_us/project_showcase/hydroelectric_power_station (۲۰۲۱). **Electra**
- ۱۲۰ Belectric bringt Solarpark mit ۱۲۰ Megawatt in Israel ans Netz. *pv magazine Deutschland*. <https://www.pv-magazine.de/belectric-bringt-120-mw-solarpark-mit-120-megawatt-in-israel-ans-netz-120-solarpark-mit/> (۲۰۱۹). **Enkhardt, S.**
- A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe. <https://eur-lex.europa.eu/TodayOJ> (۲۰۲۰). **European Commission**
- Energy Efficiency First principle. *European Commission DG Energy 10th Plenary Meeting Concerted Action for the EED, Zagreb* (۲۰۱۹).
- ۱۷۲ mln USD | REVE News of the wind sector in Spain and in the israel-to-set-up-172-mln-usd-172-wind-turbines-worth (۲۰۲۰). **Evwind** <https://www.evwind.es/172-mln-usd-172-wind-turbines-worth/>
- Water stress | Sustainable Development Goals | Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/en/642/indicators> (۲۰۲۰).
- FAO**
- Energy security in Israel and Jordan: The role of renewable energy sources. *Renewable Energy* ۱۳۵, ۳۷۸-۳۸۹. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.12.036> (۲۰۱۹). **Abu Hamed, T. A., & Bressler, L.**
- Recent Advances in Renewable Energy: Research, Applications and Policy Initiatives. *Physical Review % Research International* ۲, ۰۲۱-۰۲۲ (۲۰۱۲).
- ۲۰۲۰.a) Jordan gets first natural gas supplies from Israel. *Reuters*. <https://www.reuters.com/article/jordan-israel-gas-idUSLAN2960Q9>
- ۲۰۲۰.b) Jordan parliament passes draft law to ban gas imports from Israel. *Reuters*. <https://www.reuters.com/article/us-jordan-israel-gas-idUSKBN1ZI0HY>
- Israel's Energy Security: Regional Implications. *Middle East Policy* ۳۳(۱), ۳۴-۴۰. <https://doi.org/10.1111/org.x.1467> (۲۰۱۱). **Bahgat, G.**
- GW of solar by ۱۵ Israel wants another. *Pv Magazine International*. <https://www.pv-magazine.com/gw-of-solar-15-israel-wants-another-15-2020-com/> (۲۰۲۰). **Bellini, E.**
- ۳۰۰ MW solar-plus-storage tender in Negev Desert – Israel reveals bidders for solar-plus-storage tender in Negev Desert - Pv Magazine International. <https://www.pv-magazine.com/mw-solar-plus-storage-300-israel-reveals-bidders-for-tender-in-negev-desert/> (۲۰۲۱a).
- ۳۰۰ MW solar-plus-storage tender in Negev Desert – Israel reveals bidders for solar-plus-storage tender in Negev Desert - Pv Magazine International. <https://www.pv-magazine.com/mw-solar-plus-storage-300-israel-reveals-bidders-for-tender-in-negev-desert/> (۲۰۲۱b).
- Israeli government wants to boost development of agrivoltaics. *Pv Magazine International*. <https://www.pv-magazine.com/israeli-government-wants-to-boost-development-of-agrivoltaics/>
- The Role of Solar Energy in Renewable Power Supply for Israel: Integrating Solar PV, Wind Energy, CSP and Storages. *Proceedings of the 19th Sede Boger Symposium on Solar Electricity Production* (۲۰۱۵). **Bogdanov, D., & Breyer, C.**
- ۲۰۱۸ - BP Energy Outlook. <https://www.bp.com> (۲۰۱۸). **BP**
- ۲۰۱۹ - BP Energy Outlook. <https://www.bp.com/energyoutlook> (۲۰۱۹). **BP**
- ۶۹th Statistical Review of World Energy. <https://www.bp.com/energyoutlook> (۲۰۲۰). **BP**

- term strategies to induce regime shifts towards sustainability: the approach of strategic niche management. In *Towards environmental innovation systems* (S. Springer, 2009).
- MW Mount Gilboa-300 Israel's (2020). **Hydro Review** Pumped Storage begins operating. *Hydro Review*. <https://www.hydroreview.com/hydro-industry-news/israels/mw-mount-gilboa-pumped-storage-begins-operating>
- IEA - International (2017) **World Energy Outlook**. (2017). IEA Energy Agency
- (2020a). Data and statistics. <https://www.iea.org/> IEA countries
- (2020b). Data and statistics. <https://www.iea.org/> IEA policiesandmeasures/renewableenergy
- Water Desalination Using (2012). **IEA-ETSAP, & IRENA** Renewable Energy [Technology Brief]. International Renewable Energy Agency (IRENA); Energy Technology Systems Analysis Programme (ETSAP). <https://www.irena.org>
- (2020a). Financial Reports For The Nine and Three) IEC <https://www.iec.co.il/EN/> 2020, Months Ended September 30. IR/Documents/The_Israel_Electric_Co-Financial_Reports_pdf.2020_30_September
- (2020b). Standard electricity tariffs for low voltage) IEC supply. <https://www.iec.co.il/HomeClients/Documents/pdf.TaarifAhis.1012021>
- Demand Forecast. <https://www.iec.co.il/> (2021) IEC businessclients/pages/amat93new.aspx
- (2018) Renewable Power Generation Costs in (2019). **IRENA** May/Renewable-/2019/<https://www.irena.org/publications/2018-power-generation-costs-in>
- (2020a). Data & Statistics. /Statistics/View-Data-by-) **IRENA** Topic/Finance-and-Investment/Renewable-Energy-Finance-Flows
- (2020 2020b). Renewable capacity statistics) **IRENA** International Renewable Energy Agency (IRENA). IRENA
- Innovation Outlook: Renewable Methanol. (2021) **IRENA** Jan/Innovation-Outlook-Renewable-/2021//publications Methanol
- (2019a). Files_Rishyonot_rish_) **Israel Government** pdf. https://www.gov.il/BlobFolder/.0318_kavuha_no_solar_20%reports/statusrish/he/Files_Rishyonot_rish_kavuha_no
- Fischedick, M., Holtz, G., Fink, T., Amroune, S., & Wehinger, F.** (2020). A phase model for the low-carbon transformation of energy systems in the MENA region. *Energy Transitions*. <https://doi.org/10.1016/j.etsy.2020.10027>
- Fischedick, M., Samadi, S., Hoffmann, C., Henning, H.-M., Pregger, T., Leprich, U., & Schmidt, M.** (2014). Phasen der Energiesystemtransformation (FVEE - Themen). *FVEE* (2010). **Fischhendler, I., Nathan, D., & Boymel, D.** Marketing Renewable Energy through Geopolitics: Solar Farms in Israel. *Global Environmental Politics* 10(2), 98-112. https://doi.org/10.1162/glep_a.10.1162
- Fuel Choices Initiative** National Plan for Smart Mobility | Fuel Choices and Smart Mobility Initiative. <https://www.fuelchoicesinitiative.com/activities/implementation/smart-mobility>
- Geels, F. W.** (2012). A socio-technical analysis of low-carbon transitions: introducing the multi-level perspective into transport studies. *Journal of Transport Geography* 29, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.07.001>
- Geels, F. W., & Schot, J.** (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy* 36(3), 399-417. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003>
- Green Energy Association of Israel** Market Overview - Renewables. (2021) <http://www.greenrg.org.il/he-il/english.htm>
- Grossman, G.** (2016). Energy in Israel: A Case for Renewables. In *Energy Efficiency and Renewable Energy Handbook*. (2nd ed.). CRC Press.
- Gutman, L.** (2019). electric car charging 2,000 Israel planning stations from north to south. <https://www.ynetnews.com/html.0037066,0-1,0,7340/articles>
- Henning, H.-M., Palzer, A., Pape, C., Borggreffe, F., Jachmann, H., & Fischedick, M.** (2010). Transformation des Energiesystems. *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 80(1/2), 1-11.
- Holtz, G., Fink, T., Amroune, S., & Fischedick, M.** (2018). Development of a Phase Model for Categorizing and Supporting the Sustainable Transformation of Energy Systems in the MENA Region. *Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie*
- Hoogma, R., Weber, M., & Elzen, B.** (2000). Integrated long-

- 2019b). Ministry) **Ministry of Environmental Protection** Report on Implementation of National GHG Reduction Plan Submitted to Government. GOV.IL. https://www.gov.il/en/departments/news/ghg_emissions_reduction_report
- 2019c). Ministry:) **Ministry of Environmental Protection** We Plan to Extend Israel's Commitment to Agreements Reached at Paris Climate Conference. GOV.IL. https://www.gov.il/en/departments/news/israel_to_extend_its_commitment_to_paris_agreement
- Reporting. (2020) **Ministry of Environmental Protection** on Greenhouse Gas Emissions. GOV.IL. https://www.gov.il/en/departments/guides/reporting_on_greenhouse_gas_JENvt_emissions?fbclid=IwAR1sW_Xhw-cfd-j9NdJuVsEV1sirsPcGJLzU8UAjvVKH1m9rElE
- Renewable Energy in Israel - (2021) **Ministry of Finance** Background. GOV.IL. <https://www.gov.il/en/departments/general/project-renewable-energy-ag>
- Electricity and (2009) **Mor, A., Seroussi, S., & Ainspan, M** Renewable Energy – Israel Profile. In M. Mason & A. Mor (Eds.), Renewable Energy in the Middle East (S 19-40). (Hrsg.), Renewable Energy in the Middle East (S 19-40). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9892-2_5
- Navon, A., Kulbekov, P., Dolev, S., Yehuda, G., & Levron, Y** Integration of distributed renewable energy sources (2020) in Israel: Transmission congestion challenges and policy recommendations. Energy Policy <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111412>
- Navon, A., Machlev, R., Carmon, D., Onile, A. E., Belikov, J., & Levron, Y** Pandemic 19-Effects of the COVID (2021) **J., & Levron, Y** on Energy Systems and Electric Power Grids—A Review of the Challenges Ahead. Energies <https://doi.org/10.3390/en14041056>
- Ashalim (plot A) (29 November, 2016) **Negev Energy** MW CSP Thermo-Solar Power Plant. <http://www.eilateilot.org/wp-content/uploads/Project-Negev-Energy.pdf>
- Why Did Better Place (2016) **Noel, L., & Sovacool, B. K** Fail?: Range anxiety, interpretive flexibility, and electric vehicle promotion in Denmark and Israel. Energy Policy <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.04.029>
- Towards A Sustainable Electricity Sector for (2020) **OECD** Israel | Accelerating Climate Action in Israel: Refocusing Mitigation Policies for the Electricity, Residential and
- Israel Government** (2019b). מתווה מיסוי כלי רכב היברידיים וחשמליים החל מ-2020. GOV.IL. <https://www.gov.il/he/departments/publications/reports/tax-outline>
- Li, W., Rubin, T. H., & Onyina, P. A** Comparing Solar Water Heater Popularization Policies in China, Israel and Australia: The Roles of Governments in Adopting Green Innovations. Sustainable Development <https://doi.org/10.1007/s10447-013-0027-1>
- Loorbach, D** Transition Management: New Mode of Governance for Sustainable Development. International Books
- Maruzewski, P., Sautereau, T., Sapir, Y., Barak, H., Hénard, F., & Blaix, J.-C** The First Israeli Hydro-Electric Pumped Storage Power Plant Gilboa PSPP. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science <https://doi.org/10.1088/1755-1315/49/1/012003>
- Meitar** The reform in the Israeli Electricity Sector. (2018) **Meitar** electricity_reform_english_version.pdf https://www.meitar.co.il/files/Publications_reform_english_version.pdf
- Michaels, L., & Parag, Y** Motivations and barriers to integrating 'prosuming' services into the future decentralized electricity grid: Findings from Israel. Energy Research <https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.06.023>
- Another important step taken in (2018) **Ministry of Energy** the Israeli electric vehicle market: the Ministry of Energy is investing 20 million to establish recharging stations for electric vehicles nationwide! GOV.IL. https://www.gov.il/en/departments/news/electric_car
- Ministry of Energy** (2019) Summary of Activities. (2019)
- Ministry of Energy** The Ministry of National Infrastructure, Energy and Water Resources. <https://www.energy-sea.gov.il/English-Site/About/Pages/Welcome-Page.aspx>
- Ministry of Environmental Protection** Israel's third national communication on climate change. Submitted to the United Nations Framework on Climate Change
- Ministry of Environmental Protection** (2019a). Israel. GOV.IL. <https://www.gov.il/en/departments/policies/2020-israel>

- to Paris Agreement. The Jerusalem Post | JPost.Com. <https://www.jpost.com/israel-news/israel-reaffirms-its-607032-commitment-to-paris-agreement>
- Sirin I (Israel) - Windparks - Online-. (٢٠١٩). **The Windpower** Zugriff - The Wind Power. https://www.thewindpower.net/sirin-i.php_16041_windfarm_de
- Integration of Electricity Networks. (٢٠١٣). **The World Bank** in the Arab World – Regional Market Structure and Design The World Bank. <http://documents.worldbank.org/curated/en/1240ESW0WH0I0and0II000Final0PDF.pdf>
- Electric power transmission and distribution losses (% of output). (٢٠١٩). **The World Bank**. <https://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.LOSS.ZS>
- Israel's Reform in . (٢٠١٩). **US Department of Commerce** export.gov/israel/build/2016/the Electricity Sector. [https://www.export.gov/israel/build/2016/the Electricity Sector](https://www.export.gov/israel/build/2016/the%20Electricity%20Sector). [https://www.export.gov/israel/build/2016/the Electricity Sector](https://www.export.gov/israel/build/2016/the%20Electricity%20Sector)
- Assessment of the potential for distributed photovoltaic electricity production in Israel. (٢٠١١). **Vardimon, R**. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2010.07.030>
- Israel-based Enlight Renewable gets MW Wind Project. (٢٠٢٠). **Verma, A**. <https://www.saurenergy.com/solar-energy-news/israel-based-enlight-mw-wind-project-189-renewable-gets-financing-for>
- Designing long-term . (٢٠٠٩). **Voß, J-P., Smith, A., & Grin, J**, policy: rethinking transition management. *Policy sciences* 302-270, (٤)٤٢
- Legitimizing research, technology and innovation policies for transformative change: Combining insights from innovation systems and multi-level perspective in a comprehensive 'failures' . (٢٠١٢). **Weber, K. M., & Rohracher, H**. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.06.011>
- Hydropower and pumped-storage in Israel – The energy security aspect of the Med-Dead Project . (٢٠١٤). **Willner, S. E**. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.03.011>
- Compressed air storage to be more than just hot air in Israel. Pv Magazine International. <https://www.pv-magazine.com/compressed-air-storage-to-be-more-than-just-hot-air-in-israel/>
- MW das 110 Ashalim wird mit . (٢٠١٥). **Windkraft Journal**
- Transport Sectors | OECD iLibrary. <https://www.oecd-en/index.html?itemId=/content/od1Vbb43/library.org/sites-en-od1Vbb43/component>
- Israel und Europa wollen Stromnetze . (٨ März ,٢٠٢١). **ORF** <https://www.orf.at/stories/3204437/verbinden>
- What really undermines public acceptance of wind turbines? A choice experiment . (٢٠٢٠). **Peri, E., Becker, N., & Tal, A**. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.105113>
- Israel Public Utility Authority's (Electricity) biennial activity report . (٢٠١٢). **Public Utility Authority**. [https://www.pua.gov.il/Portals/0/Reports/2012-2011%20Authority's%20\(Electricity\)%20Biennial%20Activity%20Report.pdf](https://www.pua.gov.il/Portals/0/Reports/2012-2011%20Authority's%20(Electricity)%20Biennial%20Activity%20Report.pdf)
- Global Status Report. 2019 Renewables . (٢٠١٩). **REN21**. <https://www.ren21.net/global-status-report-2019>
- Israel—New natural gas producer in the Mediterranean . (٢٠١١). **Shaffer, B**. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.05.039>
- Desalination in Israel. (٢٠١٣). **Spiritos, E., & Lipchin, C**. In N. Becker (Hrsg.), *Water Policy in Israel: Context, Issues and Options* (S 101-113). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-9497-1_5
- Spyridonidou, S., Sismani, G., Loukogeorgaki, E., Vagiona, D. G., Ulanovsky, H., & Madar, D**. Energy Planning of Large-Scale Wind and PV Farms in Israel: A Collaborative and Participatory Planning Approach. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.03.001>
- OPEC global crude oil exports by country . (١٤ Dezember ,٢٠٢٠). **Statista**. <https://www.statista.com/global-oil-exports-of-opec-countries/>
- billion plan, Israel 22\$ With . (٢٠٢٠). **Surkes, S., & Staff, T**. <https://www.timesofisrael.com/israel-aims-to-renewable-energy-target-2030-at-cost-of-22-billion/>
- Teschner, N., McDonald, A., Foxon, T. J., & Paavola, J**. Integrated transitions toward sustainability: The case of water and energy policies in Israel. *Technological Forecasting and Social Change* 101, 103-113. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.013>
- The Electricity Authority . (٢٠٢١). **The government of Israel** GOV.IL. https://www.gov.il/en/departments/the_electricity_authority
- Israel reaffirms its commitment . (٢٠١٩). **The Jerusalem Post**

größte thermische Solarstromkraftwerk in Israel | Windkraft-
/13/10/2015/Journal. <https://www.windkraft-journal.de>
mw-das-groesste-thermische--110-ashalim-wird-die-mit
٧٢٨٠٧/solarstromkraftwerk-in-israel

World Bank Open Data. <https://data.worldbank.org/indicator/sp.pop.grow?view=map>. (٢٠٢٠).

قائمة الجداول

الجدول ١-٣	التطورات خلال مراحل التحول الطاقوي	١٢
الجدول ١-٤	مشاريع الطاقة المتجددة القائمة والمشاريع المخطط لها في إسرائيل	٢٣
الجدول ٢-٤	التوجهات والأهداف الحالية لسيرورة التحول الطاقوي	٣٣
الجدول ٣-٤	غايات النقل باستخدام مركبات كهربائية	٣٥

قائمة الرسومات التوضيحية

الرسم ١-٢	المنظور متعدد المستويات	٥
الرسم ٢-٢	نموذج التحول متعدد المراحل لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا	٦
الرسم ١-٤	إجمالي الاستهلاك النهائي حسب القطاع (كيلوطن نفط متكافئ)، إسرائيل ١٩٩٠-٢٠١٩	١٨
الرسم ٢-٤	إجمالي مخزون الطاقة حسب المصدر (كيلوطن نفط متكافئ)، إسرائيل ١٩٠٠-٢٠١٩	١٨
الرسم ٣-٤	استهلاك الكهرباء (تيراواط ساعة)، إسرائيل ١٩٩٠-٢٠١٩	١٩
الرسم ٤-٤	توليد الطاقة الكهربائية حسب المصدر (تيراواط ساعة)، إسرائيل ١٩٩٠-٢٠١٩	١٩
الرسم ٥-٤	المزيج الطاقوي للكهرباء المولدة، إسرائيل ٢٠١٨ (% جيجاواط ساعة)	٢١
الرسم ٦-٤	تطوير توليد الطاقة الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة (جيجاواط ساعة) وطرح معايير السياسة الطاقوية، إسرائيل ٢٠٠٠-٢٠١٩	٢٤
الرسم ٧-٤	صافي واردات الطاقة (ميغاطن نفط مكافئ)، إسرائيل ١٩٩٠-٢٠١٨	٢٥
الرسم ٨-٤	مبنى سوق الكهرباء والذي يستعرض السلطات والشركات ذات الصلة	٢٨
الرسم ٩-٤	انبعاثات ثاني أكسيد الكربون حسب القطاع (ميغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون)، إسرائيل ٢٠٠٥-٢٠١٨	٣٠
الرسم ١٠-٤	انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من توليد الكهرباء والحرارة (ميغاطن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون)، إسرائيل ٢٠١٨	٣٠
الرسم ١١-٤	موجز عام لمكانة إسرائيل في النموذج متعدد المراحل للتحول الطاقوي	٣٨

الناشر

مؤسسة فريدريش إيبيرت | مكتب إسرائيل

ص.ب. ١١٢٣٥ | هرتسليا بيتواح ٤٦٧٣٣٣٤ | إسرائيل

<http://www.fes.org.il>

لطلب الإصدارات: fes@fes.org.il

الاستخدام التجاري لجميع إصدارات مؤسسة فريدريش إيبيرت محظور بدون موافقة خطية من المؤسسة.

نبذة عن البحث

أجري هذا البحث في إطار مشروع إقليمي لتطبيق نموذج التحول الطاقوي متعدد المراحل، من تطوير المعهد الألماني فوبرتال، في بلدان مختلفة في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. يُسهم هذا المشروع، المنسق من قبل مشروع مؤسسة فريدريش إيبيرت الإقليمي للمناخ والبيئة لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، ومقره الأردن، لمعرفة مدى تقدم البلدان المعنية في سيورة التحول الطاقوي. يستعرض أيضًا الدروس المستفادة للمنطقة كلها بالاستناد إلى الاستنتاجات التي تم التوصل إليها في أعقاب تحليل الواقع الطاقوي في البلدان ذات الصلة. يتماشى ذلك مع استراتيجيات مؤسسة فريدريش إيبيرت الساعية للتشبيك بين ممثلي الحكومات المختلفة، منظمات المجتمع المدني، إلى جانب الأنشطة البحثية الداعمة، وفي الوقت ذاته، تقديم توصيات للنهوض بسيورة تحوّل طاقوي منصفة اجتماعيًا، وتحقيق عدالة اجتماعية للجميع.

نبذة عن المؤلفين

سيبيل راكيل إيرسوي (القب ثان في العلوم) تعمل كباحثة مبتدئة في الوحدة البحثية "التحولات الطاقوية العالمية" في معهد فوبرتال منذ عام ٢٠١٩. اهتماماتها البحثية الرئيسية هي سيرورات الانتقال إلى أنظمة طاقوية مستدامة في الجنوب العالمي، ونمذجة الترابط بين المياه والطاقة. تولي اهتمامًا بحثيًا خاصًا لمنطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا.

د. جوليا تيرابون-بفاف هي باحثة أولى في معهد فوبرتال. مجال بحثها الرئيسي هي التحول المستدام لنظام الطاقة في الدول النامية والناشئة، مع تركيز خاص على منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا.

الشركاء الاستشاريون في إسرائيل:

معهد وادي عربية للدراسات البيئية هو معهد ريادي في مجال الأبحاث والسياسات البيئية في الشرق الأوسط. يضم المعهد برامج أكاديمية معترف بها، مراكز بحثية ومبادرات تعاونية دولية تتمحور حول سلسلة من القضايا والتحديات البيئية.

د. طارق أبو حامد هو مدير مركز الطاقة المتجددة وحفظ الطاقة في معهد وادي عربية. يحمل اللقبين الأول والثاني في الهندسة الكيميائية من جامعة غازي (تركيا)، ولقب الدكتوراه في الهندسة الكيميائية من جامعة أنقرة (تركيا). في آب ٢٠٢١، تم تعيين د. أبو حامد مديرًا تنفيذيًا لمعهد وادي عربية، ابتداءً من صيف ٢٠٢١.

جوزيف كادار هو مساعد أبحاث في مركز الطاقة المتجددة وحفظ الطاقة في معهد وادي عربية. يحمل اللقب الثاني في العلوم البيئية من جامعة أوتفوش لوراند في بودابست، هنغاريا. تُعنى أبحاثه بمجالات التحول الطاقوي، الابتكار المجتمعي والرقمنة.



التحوّل المستدام لنظام الطاقة في إسرائيل

تطوير نموذج متعدد المراحل



نطاق استخدام الطاقات المتجددة قد يحدّ من اعتماد إسرائيل على واردات الطاقة. بهذه الطريقة، يمكن تعزيز الأمن الطاقوي، وهو الركيزة الأهم في السياسة الطاقوية الإسرائيلية. إنّ بلورة تصوّر سياسي بعيد المدى، إلى جانب وضع خطة استراتيجية، من شأنه زيادة ثقة الأطراف المعنية وتحفيزها على الدعم والتدخل في سريرة التحوّل الطاقوي. نتائج التحليل، إلى جانب نموذج التحوّل الطاقوي متعدد المراحل نحو ١٠٠٪ طاقة متجددة، من شأنها أن تسهم في إثارة وتعزيز النقاش حول نظام الطاقة المستقبلي في إسرائيل وذلك من خلال وضع تصوّر توجيهي لسريرة التحوّل الطاقوي ولتطوير سياسات مناسبة.

في دولة إسرائيل، بإمكاناتها الوفيرة في مجال الطاقة المتجددة، خاصة الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، الشروط المسبقة المثلى للانطلاق في سريرة تحويل طاقوي نحو ١٠٠٪ طاقة متجددة. وعليه، قطعت دولة إسرائيل شوطاً كبيراً في تطوير قدراتها في مجال الطاقة المتجددة. مع ذلك، توسّع إسرائيل من نطاق إنتاجها للغاز الطبيعي، لذلك، يتوجب عليها بذل جهود حثيثة من أجل التقدم نحو نظام طاقوي يرتكز بالكامل على مصادر الطاقة المتجددة. للسير في هذا الاتجاه، على إسرائيل تكون مستعدة لاستغلال خيارات المرنة في جميع أقسام النظام الطاقوي، للموازنة بين العرض والطلب. الحوار الدائر حالياً في هذا المجال يقتصر على قطاعة الطاقة فقط، ويجب توسيعه لقطاعات أخرى. سريرة التحوّل الطاقوي السلس تتطلب ترابطاً بين جميع قطاعات المستخدم النهائي.

الفهم المعتمّق للاعتمادية المتبادلية بين المجالين التقني والاجتماعي، وبلورة تصوّر منظمّ هما شرطان مسبقان لقيادة سريرة الانتقال إلى نظام طاقة يرتكز بشكل كامل على مصادر الطاقة المتجددة. لتسهيل هذا الفهم، تم تطوير نموذج متعدد المراحل للتحوّل الطاقوي في بلدان الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، وتم تطبيقه في إسرائيل كدراسة حالة. النموذج مصمّم خصيصاً لدعم التطوير الاستراتيجي وإدارة سريرة التحوّل الطاقوي، ويشكّل أيضاً دليلاً توجيهياً لصنّاع القرار.

لمزيد من المعلومات حول الموضوع:

<https://mena.fes.de/topics/climate-and-energy>