

تحولات العلوم والتكنولوجيا في البلدان العربية: دراسة حالة الطاقات المتجددة في المغرب ومصر والأردن

Science and Technology Transformations in Arab Countries: A Case Study of Renewable Energies in Morocco, Egypt, and Jordan

DOI الرقم التعريفي	القبول Accepted	التعديل Revised	التسلم Received
https://doi.org/10.31430/OLKK2739	2021-9-22	2021-9-15	2021-6-2

ملخص: تهدف هذه الدراسة إلى النظر في الدور الحاسم للتطور العلمي والتكنولوجي لقطاع الطاقات المتجددة في البلدان العربية، وإلى رصد المظاهر والآفاق المستقبلية للانتقال الطاقوي في هذه البلدان، في ظل تقلبات الاستثمارات المالية والبشرية في فترة ما بعد جائحة فيروس كورونا المستجد (كوفيد-19)، وتحديد الاستراتيجيات والإجراءات التي قد تسهم في تسريع الانتقال الطاقوي من خلال تطوير الطاقات المتجددة في المستقبل، ودعم التنمية الاجتماعية والاقتصادية في البلدان العربية بطريقة مستدامة وعادلة. وتخصّ هذه الورقة بالنظر والتحليل ثلاث تجارب عربية، هي مصر والأردن والمغرب، وتنتظر في التحديات المشتركة للطلب المتزايد على الطاقة، وضغوط سوق العمل؛ التي تقدم للبلدان الثلاثة فرصةً لتنويع مزيج الطاقة، والتخفيف من معدلات البطالة المرتفعة بين الشباب.

كلمات مفتاحية: الطاقات المتجددة، المغرب، مصر، الأردن، البلدان العربية.

Abstract: This research studies the critical role of the scientific and technological development of the renewable energy sector in the Arab countries, and observes the manifestations and future prospects of the energy transition in these countries, in light of the fluctuations of financial and human investments in the post-pandemic period, and to identify strategies and procedures that may contribute to accelerating the energy transition through the development of renewable energies in the future, and supporting social and economic development in the Arab countries in a sustainable and equitable way. This paper deals with three Arab experiences, namely Egypt, Jordan, and Morocco, and considers the common challenges of the increasing demand for energy, and the pressures of the labor market, which provide the three countries with the opportunity to diversify energy and alleviate the high unemployment rates among young people.

Keywords: Renewable Energy, Morocco, Egypt, Jordan, Arab Countries.

مقدمة

تُظهر الاتجاهات التكنولوجية الرائدة التي تميز المشهد الطاقوي حاليًا بوضوح أنه سيكون أكثر تعقيدًا وترابطًا ورقمنة مما هو عليه اليوم، وأن المجالات المستقلة حاليًا ستصبح مرتبطة ارتباطًا وثيقًا. وفي ردة فعلٍ على ذلك، شرع الفاعلون في مجال الطاقة في إطلاق العديد من البرامج الابتكارية وولوج أسواق جديدة، لحشد القدرات والاستعداد لمواجهة تحديات الغد. فالطاقات المتجددة تتوافر على نطاق واسع، ولذلك سوف ننتقل من التنافس على الموارد إلى سباق الابتكارات⁽¹⁾.

والواقع أن التكنولوجيا الرقمية مثيرة للاهتمام ومهمة؛ لأنها تسمح بدمج الطاقات المتجددة بصفة أفضل، وبالقدرة على التنبؤ بمسارات الإنتاج أو الطلب. وفي الوقت نفسه، تحتوي مواطن ضعف تتجلى في الأمن السيبراني والثغرات والتبعية التقنية⁽²⁾؛ فقد حذرت وكالة الطاقة الدولية من إثارة الرقمنة لمخاطر أمنية جديدة، وأخرى متعلقة بالخصوصية⁽³⁾.

وينبغي القول إن الأبحاث المتعلقة بتطوير الطاقات المتجددة متعددة، وتعكس مجموعة واسعة من التكنولوجيات اللازمة للانتقال الطاقوي، وتجعل من الصعب تحديد اتجاهات عامة؛ إذ يتم التركيز في جانب أول على أبعاد تكنولوجية معينة لتطويرها. ففي غضون عشر سنوات، أدت الأبحاث المختلفة على الألواح الضوئية (الفوتوفولتية)، والخلايا الشمسية، ومسارات التصنيع، إلى زيادة كفاءة ألواح الطاقة الشمسية التجارية المتوسطة بأكثر من 40 في المئة؛ ما انعكس إيجابيًا على ربحية الأنظمة، وانتشار الطاقة الشمسية وخلق وفورات كبيرة في الحجم⁽⁴⁾. ويجعل هذا التنوع الكبير في الأبحاث تحديد الاتجاهات العامة في تكنولوجيات إنتاج الطاقة المتجددة صعبًا جدًا. لكن من المؤكد أن التطورات العلمية والتكنولوجية ستحسن القدرة التنافسية للطاقات المتجددة، وتيسر ولوجها إلى الميزج الطاقوي. وخلال السبعة عشر عامًا الماضية، ارتفع عدد طلبات البراءات المتعلقة بالطاقة الشمسية والمنشورة بموجب معاهدة البراءات بنسبة 678 في المئة⁽⁵⁾. ويهتم الجانب الثاني بتدبير الطاقة إجمالاً، ويساعد ذلك على إبراز اتجاهات رئيسة في هذا المجال؛ ذلك أن جهود البحث العلمي تركز على حلّ معضلة عدم انتظام مصادر الطاقات المتجددة، وصعوبة التحكم فيها، من خلال التخزين والمرونة في الاستهلاك.

وفي ظلّ تلك الظروف، أكد تقرير صادر عن وكالة الطاقة الدولية، في 2 تموز/ يوليو 2020، أن الطموحات المعلنة في المجال البيئي لا يمكن أن تستند، كما يعتقد البعض، إلى الطاقات المتجددة "الناضجة" وكفاءة

1 Adnan Z. Amin, "La transition énergétique dans les décennies à venir," *Politique étrangère*, no. 1 (2019), p. 91.

2 Eric Vidalenc, *Pour une écologie numérique* (Paris: Les Petits Matins, 2019).

3 The International Energy Agency, *Digitalization & Energy* (Paris: OECD/IEA, 2017).

4 Fraunhofer ISE, *Photovoltaic Report* (2019), accessed on 11/1/2022, at: <https://bit.ly/3i4wWHK>

5 جيمس نورتون، "اتجاهات تسجيل البراءات في مجال الطاقة المتجددة"، المنظمة العالمية للملكية الفكرية - الويبو (آذار/ مارس 2020)، شوهد في 2022/11/11، في: <https://bit.ly/3p3naXn>

الطاقة فحسب، بل سيكون من الضروري اللجوء إلى تقنيات جديدة، في حين أنّ "الخيارات للحد كثيرًا من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون لا تزال محدودة" في بعض القطاعات، ولا سيما النقل البحري والجوي أو بعض الصناعات الثقيلة. وفي سياق ما بعد جائحة كورونا (كوفيد-19)، تؤكد وكالة الطاقة الدولية الحاجة إلى "حماية ما يقرب من 750000 وظيفة في مجال البحث والتطوير في مجال الطاقة"⁽⁶⁾.

وفي المنطقة العربية، تبدو استراتيجيات الانتقال الطاقوي أساسًا نتيجة لخيارات سياسية؛ فهي تختلف من بلد إلى آخر. ففي حين أنّ بعض البلدان تبدو قد فشلت في اللحاق باستثمارات الطاقة النظيفة في المستقبل، بدأت بعض البلدان الأخرى في إعلان التزامها السياسي بذلك وإطلاق عدد من المشاريع الطموحة. لكن الملاحظ أنّ السياسات المعتمدة تواجه إجهادًا كبيرًا، يتضمن إحداث توازن بين المصالح المتعارضة، أحيانًا، لمختلف المتدخلين في المعادلة الطاقوية⁽⁷⁾. ويبدو الرهان على الانتقال الطاقوي اليوم حاضرًا في صناعة السياسات بالمنطقة، لإعادة تصور المسارات الاقتصادية والاجتماعية؛ ما يتطلب تعاونًا مثمرًا بين الفاعلين السياسيين والجهات الاقتصادية والمبتكرين.

وقد اخترنا في هذه الدراسة تخصيص بحث ثلاث تجارب عربية، هي مصر والأردن والمغرب، والنظر في التحديات المشتركة للطلب المتزايد على الطاقة، وضغوط سوق العمل؛ التي تقدّم للبلدان الثلاثة فرصةً لتنويع مزيج الطاقة، والتخفيف من معدلات البطالة المرتفعة بين الشباب⁽⁸⁾. والحقيقة أنّ البلدان الثلاثة تشهد دينامية ملحوظة للطاقات المتجددة، مدفوعة بعوامل الأمن الطاقوي والوفاء بالالتزامات المناخية، إضافة إلى عوامل جيوسياسية؛ فنصف الاستثمارات الأجنبية المباشرة الجديدة في مصر والأردن مصدرها دول مجلس التعاون لدول الخليج العربية⁽⁹⁾، وتشارك الشركات الكبرى وصناديق الثروة السيادية الخليجية بنشاطٍ في مشاريع الطاقة المتجددة في البلدان الثلاثة⁽¹⁰⁾. ويُعتقد، على نطاق واسع، أنّ عالم الطاقة منخفض الكربون من المرجح أن يولد مكاسب جيوسياسية للسلام. ويرجع ذلك جزئيًا إلى حقيقة أنّ الأمن الطاقوي الوطني سيكون أقل إثارة للجدل؛ إذ ستلجأ البلدان التي لديها موارد هيدروكربونية محدودة إلى قدرات الطاقات المتجددة الوافرة. ويمكن المغرب والأردن ومصر

6 The International Energy Agency, *Energy Technology Perspectives 2020* (Paris: 2020), p. 152, accessed on 11/1/2022, at: <https://bit.ly/3yGLmmO>

7 رشيد البريم، "استشراف مستقبل الانتقال الطاقوي في العالم العربي: دراسة حالة النموذج المغربي"، استشراف للدراسات المستقبلية، الكتاب الثالث (الدوحة/ بيروت: المركز العربي للأبحاث ودراسة السياسات، 2018)، ص 154.

8 Sylvain Côté, "Renewable Energy and Employment: The Experience of Egypt, Jordan and Morocco," King Abdullah Petroleum Studies and Research Center (November 2019), p. 4.

9 MENA-OECD, *FDI in Fragile and Conflict Affected Economies in the Middle East and North Africa: Trends and Policies* (Paris: 2018), accessed on 11/1/2022, at: <https://bit.ly/3t8rIOj>

10 جرى توظيف الدعم المالي من الدول الغنية بالنفط في الخليج لصالح المغرب والأردن ومصر، لموازنة الميزانيات العامة والحفاظ على الاستقرار منذ الربع العربي في عام 2011. وفي هذا السياق، أدت الشركة السعودية "أكوا باور" لأعمال المياه والطاقة الدولية، التي تأسست عام 2004، دورًا رئيسيًا في تطوير الطاقات المتجددة في المغرب.

أن تؤدي أدوارًا إقليمية رائدة في ما بعد الوقود الأحفوري، نظرًا إلى إمكاناتها الموثوقة لإنتاج الكهرباء المتجددة واستهلاكها وتصديرها⁽¹¹⁾.

تعاني البلدان الثلاثة في الوقت الراهن (كل بلد بحسب خصائصه) اعتمادًا شديدًا على الموارد الأحفورية. فالأردن والمغرب، بوصفهما مستوردين للطاقة، يظنان تحت تأثير الموردين الخارجيين وتقلبات الأسعار. وتواجه مصر، بصفتها منتجًا للنفط والغاز، طلبًا محليًا متزايدًا، وتحديات للحفاظ على صادراتها الطاقية والتكيف مع السوق الدولية. وتعرف اقتصادات هذه البلدان نموًا متسارعًا، وتزايدًا في معدل التمدن. وعلى الرغم من الإرادة السياسية لتبني الاستدامة خيارًا رئيسًا في الإنتاج واستخدام الطاقة، يظل هاجس تلبية الطلب المتزايد على الكهرباء، من خلال إنشاء قدرات إنتاج إضافية، الأولوية الأساسية للسياسات الطاقية. وتشارك هذه البلدان أيضًا في المستوى المنخفض الذي تمثله اليوم مصادر الطاقة المتجددة في مزيجها الطاقى والعواقب الاجتماعية لسياسات رفع الدعم عن الوقود الأحفوري⁽¹²⁾، والتأثير المهم للموارد الطاقية في ضمان الاستقرار السياسي والاقتصادي والاجتماعي، وتبني خطط الاندماج في الاقتصاد العالمي. شرعت البلدان الثلاثة تدريجيًا في إضافة الطاقات المتجددة إلى مزيج توليد الكهرباء لديها، مستفيدة من موارد الإشعاع الشمسي الوفيرة، إلى جانب إمكانات طاقة الرياح العالية⁽¹³⁾. ومن ثم، فإن الانتقال الطاقى هو خطوة أساسية للاستمرار في تزويد ساكنة المنطقة بإمدادات طاقة آمنة ومستدامة.

تتميز البلدان موضوع الدراسة بالحضور المركزي والمهيمن للدولة في الحياة الاقتصادية والاجتماعية على حدّ سواء، مع قيام الاحتكارات المملوكة للدولة بتوليد الكهرباء ونقلها وتوزيعها. ويُظهرُ نمط "الاعتماد على المسار" (Path Dependence) التحكم في مشاريع الطاقة المتجددة التي ظلت مركزية على نطاق واسع عكس النموذج اللامركزي المنتشر في أوروبا. وثمة اعتراف بأن وضع أهداف السياسات الطاقية لهذه الدول (سياسية، مناخية، صناعية، اجتماعية، اقتصادية، جيوسياسية) وتخصيص الموارد اللازمة يليه تحديد الأولويات التي تقتضي النظر في المفاضلة بين الأهداف المختلفة. وقد تقدّم تجاربها أمثلة ذات صلة للبلدان العربية الأخرى التي تخطط للبحث والتطوير والابتكار في مشاريع الطاقات المتجددة.

11 "How Renewable Energy Will Change Geopolitics," *Stratfor*, 27/6/2018, accessed on 11/1/2022, at: <https://bit.ly/3kN6i5C>

12 Rahmatallah Poudineh, Anupama Sen & Bassam Fattouh, "Advancing Renewable Energy in Resource-rich Economies of the MENA," *Renewable Energy*, vol. 123 (2018), p. 148.

13 من المقرر أن يتركز الاهتمام حول الهيدروجين في أسواق الطاقة العالمية خلال العقود المقبلة. ويраهن المغرب على الهيدروجين الأخضر بصفته إحدى الطاقات المتجددة الواعدة التي يمكن تخزينها والتي تحتاج إلى كميات ضخمة من الماء لإنتاجها. غير أن البلد يشهد حاليًا ندرة في الموارد المائية، وهو ما قد يحدّ أيضًا من طموحات مصر والأردن للاستثمار في هذه التقنيات الجديدة، نظرًا إلى استفحال قضايا المياه فيها. ويرى المحللون أن التكلفة البيئية لإنتاج الهيدروجين عالية بسبب ارتفاع استهلاكه للمياه، وأنه يمكن سد هذه الفجوة، بالنظر في إنشاء محطات لتحلية مياه البحر. وتمثل الشراكة الطاقية آفاقًا مهمة في هذا المجال؛ إذ يتطلع الاتحاد الأوروبي والمغرب إلى تنفيذ خطط إنتاج الهيدروجين الأخضر. يُنظر في هذا الشأن:

Mohamed Behnassi, "Questioning the Transition to Green Energy in Morocco from a Sustainability and Inclusivity Approach," in: Julia Choucair Vizoso et al. (eds.), *A Euro-Mediterranean Green Deal? Towards a Green Economy in the Southern Mediterranean*, European Institute of the Mediterranean, *Policy Study*, no. 18 (March 2021), p. 64, accessed on 11/1/2022, at: <https://bit.ly/3y7KvtY>

ومهما كانت الاستراتيجيات التي يجري تنفيذها لمواجهة هذه التحديات، فإن أنظمة الطاقة المستقبلية ستكون أكثر تعقيداً وترابطاً وتنوعاً مما هي عليه اليوم.

تصبّ هذه الدراسة في صميم بناء الاقتصادات الوطنية للخروج من بوتقة التبعية والفقر المعرفي، وبناء قدرات محلية للابتكار من شأنها الدفع بالمجتمعات والشباب العربي إلى درب الازدهار والرفي. فالتطرق إلى تحولات العلوم والتكنولوجيا والطاقات المتجددة في البلدان العربية يفترض رصد أوجه القصور التي تواجه انبثاق قدرات البحث والتطوير والابتكار في الطاقات المتجددة، وعوامل انخراط الاستثمار الأجنبي وأموال المؤسسات المالية الدولية في صناعة الطاقات المتجددة، ومدى إسهام ذلك في نقل التكنولوجيا التي تعتبر شرطاً جوهرياً للتحويل إلى اقتصاد منخفض الكربون. فتراكم المبادرات في ما يتعلق بالطاقات المتجددة يسائل مدى ارتباط ذلك بالتوجهات النيوليبرالية المعولمة، أو مدى تعلقها بثورة طاقة جديدة من شأنها تغيير نمط الإنتاج وبناء روابط اجتماعية جديدة. وحيث نلاحظ أن الظروف الطبيعية ومستويات الإشعاع الشمسي وسرعة الرياح في المغرب ومصر والأردن تساعد على إنشاء مختبرات ميدانية للبحث والتطوير الطاقوي، فإن البلدان المذكورة لم تجد موطئ قدم قارراً لها في براءات الاختراع ونشاطات الإبداع وتسويق المبتكرات على الصعيد العالمي؛ نظراً إلى ترسب المعوقات واستثنائها من ديناميات اقتصاد المعرفة.

من أجل ذلك، تتفرع من إشكالية الموضوع مجموعة من التساؤلات الفرعية: أَيْتَم الاستمرار في استيراد تكنولوجيات الطاقات المتجددة، أم يقتضي الأمر الرهان على الشراكات وتطوير الكفاءات الوطنية؟ وما أهم اتجاهات الاستثمارات المستقبلية في مجال تكنولوجيا الطاقة؟ وهل في استطاعة المشككين في مدى قدرة الابتكارات التكنولوجية على تلبية احتياجات الطاقة في المستقبل رسم سيناريوهات مختلفة؟ وما أهم التحديات التي تواجه بناء منظومة تكنولوجية مرتبطة بالطاقات المتجددة في البلدان العربية؟

إن الهدف العام هنا هو دراسة الدور الحاسم للتطور العلمي والتكنولوجي لقطاع الطاقات المتجددة في البلدان العربية، وستكون الأهداف المحددة منحصرة في رصد المظاهر والآفاق المستقبلية للانتقال الطاقوي في تلك البلدان في ظل تقلبات الاستثمارات المالية والبشرية في فترة ما بعد الجائحة، وتحديد الاستراتيجيات والإجراءات التي قد تسهم في تسريع الانتقال الطاقوي من خلال تطوير الطاقات المتجددة في المستقبل ودعم التنمية الاجتماعية والاقتصادية في البلدان العربية بطريقة مستدامة وعادلة.

لتحقيق الغايات والأهداف المرجوة من هذه الدراسة، ستعتمد كلاً من المنهج المقارن، الذي يعتبر ضرورياً لدراسة التطور العلمي والتكنولوجي للطاقات المتجددة في البلدان العربية، ورصد الآفاق المستقبلية لإنجاح سياسات الانتقال الطاقوي. وفضلاً عن ذلك، سنوظف قدرات التحليل والوصف لرصد التحديات التي تواجه تأثيرات العلوم والتكنولوجيا في الطاقات المتجددة في سياق عربي يشهد تغييرات كبيرة وما يمكن أن يتحقق في المستقبل، مع استحضار أهم البيانات التي تعطي نظرة دقيقة عن شروط

الاستثمار في هذا المجال. ثم إن طبيعة الموضوع، وتداخله مع الالتزامات البيئية والمناخية، يفرضان علينا تفكيك مكوناته وأبعاده لتحقيق نوع من العلمية والموضوعية في تناولنا له.

أولاً: موقع تكنولوجيات الطاقات المتجددة ضمن استراتيجيات الطاقة والتشكيلات المؤسسية

يفرض استيعاب الاقتصادات السياسية الجديدة للطاقات المتجددة في البلدان العربية، في المقام الأول، بذل جهود لتوصيف استراتيجيات البحث والتطوير والابتكار ومؤسسات البحث في الطاقات المتجددة. ويُقرُّ برنامج الأمم المتحدة للتنمية، في هذا الصدد، بأن "العديد من البلدان العربية تخطو خطوات بطيئة على درب تطوير قدراتها لإنتاج الطاقة المتجددة، التي لا تشكل حالياً أكثر من 7 في المئة فقط من مزيج الطاقة في المنطقة"⁽¹⁴⁾. وقد أوضحت سياسات البحث والتطوير والابتكار في مجال الطاقات المتجددة عنصراً مهماً لتعزيز أولويات البلدان العربية لخفض انبعاثات الغازات الدفيئة، وتحقيق الأمن الطاقوي، والدفع بالتنمية المستدامة. والواقع أن للطاقات المتجددة دوراً مهماً للوصول إلى حصول الجميع على الطاقة، على نحو يتماشى والهدف السابع من أهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة⁽¹⁵⁾.

فبالنسبة إلى المغرب، الذي يعدُّ أكبر مستورد للطاقة في شمال أفريقيا⁽¹⁶⁾، أوردت الاستراتيجية الوطنية للطاقة لعام 2009 البحث والابتكار ضمن الإجراءات المصاحبة للنهوض بالطاقات المتجددة؛ إذ نصّت على إعداد الموارد البشرية اللازمة، وترسيخ البحث العلمي، واستخدام التقنيات النظيفة لتطوير الطاقات المتجددة، وتشجيع نقل التكنولوجيا من خلال الجامعات والمراكز البحثية. ورغم ذلك، لم يحدد المغرب أجندة خاصة ذات أسس تنظيمية ومؤسسية لمشاريع وعمليات التطوير والبحث والابتكار التي سيجري تنفيذها على مستوى قطاع الطاقات المتجددة، والتي من شأنها تنظيم وتتبع النشاطات الإبداعية والمنظمة التي يجري الاضطلاع بها؛ لتعزيز المعارف وتصميم تطبيقات جديدة من المعرفة المتاحة شاملة البحث الأساسي، والبحوث التطبيقية، والتطوير التجريبي. ولم يجر تحديد الأولويات مع الدقة في تحديد نقاط القوة والضعف بالنسبة إلى البحث العلمي، التي يمكن الاستناد إليها لبناء قاعدة قوية تهدف إلى ملامسة بؤادر الاقتصاد المعرفي. وأدى تغييب الأولويات إلى عدم تطوير الأبحاث العلمية المتعددة التخصصات، فضلاً عن عدم وضع علامات بارزة في مجال البحث العلمي على الصعيد العالمي والرقمي بالابتكار⁽¹⁷⁾.

14 برنامج الأمم المتحدة الإنمائي في الدول العربية، "الهدف السابع: طاقة نظيفة وبأسعار معقولة"، شوهد في 2022/1/11، في: <https://bit.ly/3oYKup8>

15 يتوخى الهدف 7 "ضمان حصول الجميع بتكلفة ميسورة على خدمات الطاقة الحديثة الموثوقة والمستدامة".

16 ESCWA, *Case Study on Policy Reforms to Promote Renewable Energy in Morocco* (Beirut: ESCWA Publications, 2018), p. 5.

17 ينظر: ساري حنفي وريغاس أرفانتيس، البحث العربي ومجتمع المعرفة: رؤية نقدية جديدة (بيروت: مركز دراسات الوحدة العربية، 2015).

من جهتها، تركّز مصر على الطاقة المتجددة في محاولة لتعزيز قدرتها على توليد الكهرباء والحد من اعتمادها على الوقود الأحفوري⁽¹⁸⁾. وقد مكّن تشغيل الحقول الكهروضوئية ومزارع الرياح في مساحات صحراوية شاسعة من بدء الانتقال الطاقى وجذب المستثمرين. وتبنت الحكومة المصرية في عام 2016 الاستراتيجية المتكاملة والمستدامة للطاقة 2035 التي حددت هدفاً يتمثل في تحقيق حصة تبلغ 42 في المئة من مصادر الطاقة المتجددة في المزيج الطاقى بحلول عام 2035. غير أنّ هذه الاستراتيجية لم تُشر إلى إمكانيات تطوير تصنيع معدات الطاقة المتجددة وقطاع الخدمات المرتبط به⁽¹⁹⁾. ونصّت في ما يتعلق بكفاءة الطاقة على تخفيض استخدامها بنسبة 8 في المئة بحلول عام 2022، مع اعتبار 2006-2007 سنةً مرجعية⁽²⁰⁾. ودعمت الحكومة البحث والتطوير والتعليم في التقنيات النظيفة، وأعلن المجلس الأعلى للعلوم والتكنولوجيا، في آب/ أغسطس 2009، أنّ الطاقة المتجددة واحدة من أولويات البحث الوطنية الخمس في مصر⁽²¹⁾.

من جهته، يتوفّر الأردن على القليل من المصادر الهيدروكربونية المحلية، ويستورد أكثر من 97 في المئة من الموارد الطاقية⁽²²⁾. وقد التزمت الحكومة الأردنية بتطوير قطاع الطاقات المتجددة، معتمدةً الاستراتيجية الوطنية لقطاع الطاقة (2007-2020)، واستراتيجية الطاقة (2015-2025). للوصول إلى ما نسبته 15 في المئة من الطاقة الكهربائية المولدة من مصادر الطاقة المتجددة في نهاية 2025. غير أنّ جهود البحث العلمي والتطوير للنهوض بقطاع الطاقات المتجددة تظل محدودة؛ إذ لم تجر صياغة سياسة واضحة تعنى بالبحث العلمي والتطوير في المجال الطاقى، مع العلم أنّ السياسة والاستراتيجية الوطنية الأردنية للعلوم والتكنولوجيا والابتكار في الأردن (2021-2025) تتضمن أولويات بحثية حول المياه والغذاء والطاقة والصحة والتعليم، وهي ترتبط جميعها ارتباطاً وثيقاً بأولويات منصة الاتحاد من أجل المتوسط للتعاون المستقبلي في مجال البحث والتطوير لمنطقة البحر الأبيض المتوسط.

وعموماً، تتطلع دول المغرب ومصر والأردن إلى ترسيخ الدعائم المؤسسية لتكنولوجيات الطاقات المتجددة. وفي هذا السياق، تمّ إنشاء "معهد أبحاث الطاقة الشمسية والطاقات الجديدة" (IRESEN) لدعم الاستراتيجية الوطنية للطاقة بالمغرب⁽²³⁾، وتنفيذ البحوث التطبيقية المبتكرة وتعزيزها، وتمويل

18 The Ministry of Planning (Egypt), *Sustainable Development Strategy: Egypt Vision 2030* (Cairo: 2015), accessed on 11/1/2022, at: <https://bit.ly/3p1Nm4G>

19 الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، آفاق الطاقة المتجددة مصر (المخلص التنفيذي) (أبوظبي: 2018)، ص 4.

20 الوكالة الدولية للطاقة المتجددة، آفاق الطاقة المتجددة مصر (أبوظبي: 2018)، ص 32.

21 The African Development Bank, *Clean Energy Development in Egypt* (Tunis: 2012), p. 49.

22 Michael Hochberg, "Jordan's Energy Future: A Path Forward," Middle East Institute, 19/8/2015, accessed on 11/1/2022, at: <https://bit.ly/3uwG9Lc>

23 أنشأ معهد أبحاث الطاقة الشمسية والطاقات الجديدة" في عام 2017 "حديقة الطاقة الخضراء" (Green Energy Park) بمدينة بن جريز، وهي أول منصة بحثية مخصصة للطاقة الشمسية في أفريقيا. وقد افتتحت المنصة المماثلة "حديقة المباني الخضراء والذكية" (Green and Smart Building Park) المخصصة لكفاءة الطاقة في المباني والشبكات الذكية في بداية عام 2019.

المشاريع البحثية التعاونية التي تشمل الجامعات والشركات المغربية، وكذلك إنشاء شبكة من البنى التحتية البحثية المشتركة. وتعدّ "الوكالة المغربية للطاقة المستدامة" مختصة في إجراء أبحاث ما قبل التصنيع الموجهة نحو السوق، مستهدفةً جميع مصادر الطاقة المتجددة⁽²⁴⁾.

وفي مصر، تهدف "هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة" (NREA) إلى "تنمية استخدام الطاقة المتجددة وتشجيع تصنيع معداتها محلياً، بحيث تمثل نقطة الارتكاز الوطنية للجهود المبذولة لتطوير تكنولوجياتها واستغلال مصادرها على المستوى التجاري كطاقة نظيفة ومستدامة"⁽²⁵⁾. وتحتضن مصر "المركز الإقليمي للطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة" (RCREEE) منذ عام 2008، وهو منظمة حكومية دولية ذات صفة دبلوماسية تهدف إلى تمكين وزيادة اعتماد ممارسات الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة في المنطقة العربية.

وفي الأردن، يجري اعتبار ضمان تنسيق السياسات وتماسكها بشأن الطاقة المتجددة أمراً بالغ الأهمية لتعزيز ثقة المستثمرين، وجذب مستثمري الطاقة المتجددة على المدى الطويل. ولكنّ يلاحظ أنه لا توجد وكالة حكومية واحدة في الأردن مسؤولة عن تشجيع الاستثمار الخاص في الطاقة المتجددة في جميع القطاعات، كما هو الحال بالنسبة إلى الوكالة المغربية للطاقة المستدامة في المغرب⁽²⁶⁾. وقد أنشأ الأردن "المركز الوطني لبحوث الطاقة" (NERC) عام 2000 لإجراء الدراسات والأبحاث في العديد من مجالات الطاقة وتكنولوجياتها، بما في ذلك الطاقات المتجددة. وهو مؤسسة عامة للبحث والتطوير تابعة للجمعية العلمية الملكية (RSS)، تتمثل مهمته أساساً في توفير الخبرة الفنية لوضع السياسات في هذا المجال⁽²⁷⁾. ولذلك، يتطلب تحديث قطاع الطاقات المتجددة بالأردن استراتيجيات شاملة تتجاوز خطط 2025 إلى 2030 أو 2050، وهي استراتيجيات تتبنى إزالة الكربون على نطاق أوسع في قطاع الطاقة؛ ما يستلزم تدعيم الهياكل المؤسسية القادرة على النهوض بهذا القطاع لتحقيق الأمن الطاقوي.

24 تهدف الوكالة، التي ظهرت عام 2010، إلى أن تكون وسيطاً بين القطاع الخاص والقطاع العام. وعلى الرغم من أنها تدرج ضمن القطاع العام، فإنها تشغل بصفقتها مؤسسة خاصة. ويبدو أنها وسيط بين الدولة المغربية والمانيين، فالخطط المغربي للطاقة الشمسية يجمع الدولة والمانيين والمشغلين.

25 "مقدمة عن الهيئة"، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، شوهدي في 2022/1/12، في: <https://bit.ly/2RTFYfE>

26 اقترحت وزارة البيئة الأردنية إنشاء وكالة مستقلة تعمل على تعزيز الطاقة المتجددة وتنظيمها، لكن وزارة الطاقة والثروة المعدنية ردت بأن مثل هذه الوكالة ستكرر دور "هيئة تنظيم الطاقة والمعادن" (EMRC)، و"المركز الوطني لبحوث الطاقة" (NERC):

The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), *OECD Clean Energy Investment Policy Review of Jordan Clean Energy* (Paris: 2016), p. 88, accessed on 12/1/2022, at: <https://bit.ly/3ngab4P>

27 تشمل المجالات الرئيسية لنشاطه: استخدام مصادر الطاقة المحلية الجديدة والمتجددة لزيادة مساهمتها في إشباع احتياجات المملكة من الطاقة، وتحسين الأساليب والحوافز والخدمات الاستشارية لكفاءة استخدام الطاقة، من أجل تقليل التكلفة الإجمالية للطاقة على المستوى الوطني وحماية البيئة، وإدارة وتشغيل المعامل والوحدات والمحطات البحثية، بهدف تطوير مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة واستخدامها، وبيع الطاقة التي تنتجها هذه المحطات للجهات المعنية، وتنظيم التدريب والندوات وورش العمل لتقوية المهارات وتنميتها، والقدرات الفنية المحلية اللازمة لاستخدام الطاقات الجديدة والمتجددة، والتعاون مع الجهات المحلية والإقليمية والدولية لتحسين قدرات المركز، وإنشاء قاعدة بيانات للطاقة لتسهيل البحث وربطها بقاعدة المعلومات الوطنية وجميع المؤسسات المحلية والأجنبية الأخرى التي لها أهداف مماثلة لأهداف المركز.

ثانيًا: تعثر الانتقال نحو الاقتصاد المعرفي بصفته عائقًا أمام الانتقال الطاقوي

يشير التحليل الكمي لإنتاج المعارف، من خلال مؤشر الإنفاق المحلي الإجمالي على البحث والتطوير بالنسبة إلى الناتج المحلي الإجمالي، إلى ترسخ بنى الفقر المعرفي، وتعطل إرساء نظم الابتكار الوطنية في الدول موضوع هذه الدراسة. فقد قدرت المصادر الرسمية عام 2017 ميزانية المغرب للبحث والتطوير بـ 0.8 في المئة من الناتج المحلي الإجمالي⁽²⁸⁾، وهي نسبة منخفضة جدًا مقارنة بالمعايير الدولية (بلغ المتوسط العالمي 2.27 في المئة في عام 2018)⁽²⁹⁾. زيادةً على ذلك، يظل التمويل من رواد الأعمال الخواص محدودًا جدًا، ولا يمتلك الأدوات المناسبة، في ظل عدم تغطية تمويل الابتكار جميع المراحل، وعدم تعبئة الجهات الفاعلة الخاصة والعامة بصفة مشتركة.

أما نسبة الإنفاق المحلي الإجمالي على البحث والتطوير في مصر، فقد بلغت 0.72 في المئة في عام 2018⁽³⁰⁾. والواقع أنّ نسبة الإنفاق الصناعي على البحث والتطوير من الناتج المحلي الإجمالي ظلت منخفضة كثيرًا طوال العقود الماضية؛ ما دفع إلى التزام الدولة في دستور 2014 بزيادة الإنفاق العام في مجال البحث العلمي والابتكار إلى 1 في المئة من الناتج المحلي الإجمالي.

وفي الأردن، بلغت نفقات البحث والتطوير 0.70 في المئة من الناتج المحلي الإجمالي في الأردن عام 2016، ووفقًا لمؤشرات التنمية الخاصة بمجموعة البنك الدولي⁽³¹⁾. والملاحظ أنّ البحث في المؤسسات الأكاديمية الأردنية نظريًا في أغلب الأحيان، ويهتمش التركيز على تطوير المنتجات الصناعية والتجارية. وتعرقل البيروقراطية الإدارية وتعقد القوانين واللوائح الشراكات بين أوساط البحث والقطاع الخاص، ويعوز الشركات الصغرى والمتوسطة التي تساهم بأكثر من 50 في المئة من الناتج المحلي الإجمالي القدرة على جذب الاستثمار والتمويل البنكي⁽³²⁾. وهنا، لا بد من بيان أنّ خلق قيمة اقتصادية مضافة ينبغي أن يندرج في صلب

28 Royaume du Maroc, Conseil Economique, Social et Environnemental, *Pour une politique d'innovation qui libère les énergies au service d'un nouveau modèle industriel* (Rabat: 2020), p. 11.

29 أوصى المجلس الأعلى للتربية والتكوين والبحث العلمي، في رؤيته للتعليم في المغرب 2015-2030، بمضاعفة هذه النسبة إلى 1.5 في المئة بحلول عام 2025.

30 The World Bank, "Research and Development Expenditure (% of GDP) - Egypt, Arab Rep.," accessed on 11/1/2022, at: <https://bit.ly/3D8ygQQ>

31 The World Bank, "Research and Development Expenditure (% of GDP) - Jordan," accessed on 11/1/2022, at: <https://bit.ly/3wHWYnP>

32 USAID Jordan, "Country Development Cooperation Strategy (CDCS)," accessed on 11/1/2022, at: <https://bit.ly/3fwH3Tx>

استراتيجية الابتكار الأردنية الجديدة⁽³³⁾، مع التركيز على الصناعات المبتكرة والتكنولوجيات الناشئة للطاقة الشمسية والكهروضوئية، ودعم منصة محلية للابتكار قادرة على حل إشكالات الصناعات المحلية⁽³⁴⁾.

وحيث إن المعرفة العلمية المستدامة والتطوير والبحث ضرورية كلها للانتقال نحو نظام اقتصادي قائم على المعرفة، فإن حالة البلدان الثلاثة أبانت عن ضعف الإنفاق على البحث العلمي؛ وهو ما يُعبر عنه على نحوٍ جليٍّ إجمالي هذا الإنفاق من الناتج المحلي الإجمالي، في مستويات أقلّ كثيرًا من المتوسطات العالمية وحتى الإقليمية. وإضافة إلى إشكالية التمويل، تُعد القيود القانونية ونقص الوعي لدى كل من القطاعين العام والخاص بمفهوم الابتكار عوائق رئيسة أمام تعزيزه. فلا يزال تطوير الحاضنات والابتكار في تمويل رأس المال الاستثماري محدودًا جدًّا، وبعيدًا عن أفضل الممارسات الدولية. وتؤدي هذه العناصر، إلى جانب الافتقار إلى تطوير لوائح الملكية الفكرية، إلى تقليل الحوافز للمشاركة في النشاطات الابتكارية. وعلاوة على ذلك، فإن نظام التعليم العالي في هذه البلدان لا يفضي أيضًا إلى تشجيع الابتكار؛ إذ يستمر الاعتماد على المعرفة النظرية في التدريس كثيرًا. وفي ظل تلك الظروف، لا تزال الموارد البشرية والمالية المخصصة للبحث والتطوير غير كافية مقارنةً بالدول ذات المستوى المماثل من التنمية. فالإنفاق على البحث والتطوير يظل حكرًا على القطاع العام، في حين أنّ العدد القليل من الباحثين لا يشجع على إنشاء مجموعة من المهارات اللازمة لتطوير الابتكار.

وفي الحالة المغربية، أشار تقريرٌ صادر عن أكاديمية الحسن الثاني للعلوم والتقنيات إلى أنّ تحقيق التنمية المستدامة وسير المغرب على درب التقدم يعتمد على إرساء سياسة للبحث والتطوير والابتكار تنطوي على تحديد المجالات العلمية ذات الأولوية المفيدة لتنميته. وفي هذا الصدد، يُعد إنتاج الطاقات المتجددة وتخزينها ونقلها، وكذلك تقنيات توفير الطاقة، وتكنولوجيات البنية التحتية الأساسية، التي تشمل الكهرباء والطاقات المتجددة، وأوليات على المدى القصير؛ إذ يمتلك المغرب بالفعل مجموعة من الباحثين النشطين، والذين هم في أمس الحاجة إلى تنظيمهم ودعمهم؛ ما قد يساهم في زيادة القيمة المضافة للمنتجات الصناعية المصنعة في هذا البلد، ويحسن قدرته التنافسية الدولية⁽³⁵⁾.

وفي الحصيلة، يعتمد تقليص الفجوات التكنولوجية والرقمية بالبلدان العربية على الإيمان الراسخ بقيم الإبداع والابتكار، والقطع مع أممات الريع والمحسوبية والاستبداد. وهو ما يجمله مراد ديباني في قوله: "لم تقلص الفجوة التكنولوجية الموروثة عن مرحلة ما بعد الاستعمار، بل تفاقمت إلى 'فجوة رقمية' لم

33 تأسست في المغرب، في عام 2007، "المؤسسة المغربية للعلوم المتقدمة والابتكار والبحث" (MASCIR)، وهي جمعية غير ربحية تابعة للجامعة الخاصة محمد السادس بوليتيكنيك. يشتغل باحثوها في مختلف المجالات المبتكرة والمتكاملة، من المناجم إلى الطاقات المتجددة، بما في ذلك الصحة والنقل؛ وتستهدف الأبحاث الاحتياجات الحالية والمستقبلية للصناعة والزراعة والفاعلين الاقتصاديين بعامه.

34 Jansette Quandour, "Jordan Accession to the Patent Cooperation Treaty (PCT): Impact Assessment," USAID (August 2016), accessed on 11/1/2022, at: <https://bit.ly/3c21e9W>

35 Académie Hassan II des sciences et techniques, *Une politique scientifique, technologique et d'innovation pour accompagner le développement du Maroc* (Rabat: 2019), p. 43, accessed on 12/1/2022, at: <https://bit.ly/3A22hkM>

تستطع أي من الدول العربية درأها بعد [...] تضاعف الابتكار والإبداع في عدد من قطاعات الاقتصاد الجديد لم يولد آثاراً إيجابية في اقتصادات البلدان العربية وقواعدها المعرفية⁽³⁶⁾.

ثالثاً: تطوير البحث والتطوير والابتكار في المجال الطاقوي

يمثل التمويل، كما أبرزنا آنفاً، عائقاً كبيراً أمام انتشار التكنولوجيا في أغلب البلدان العربية، ويتطلب من الحكومات توفير درجة أكبر من اليقين للمستثمرين. ويبدو أن الاعتماد على عقود الشراكة بين القطاعين العام والخاص أصبح نمطاً مهيمناً على الفعل العمومي الطاقوي في البلدان الثلاثة، وذلك للاستفادة من مساعدات التنمية. وإذا كان اختيار هذه العقود سبباً من سبل التمويل، فهو يحوي أيضاً خيارات سياسية ونيوليبرالية اقتصادية قائمة على تقليص النقاش السياسي، وهيمنة الخبرة الفنية على عملية صنع السياسات وتنفيذها.

يجري تمويل معظم الاستثمارات في قطاع الطاقة المتجددة في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا من الحكومات، والمساعدات الدولية لتنمية الطاقة المتجددة. وبنوك التنمية الإقليمية. ومع ذلك، تحاول العديد من الدول العربية تعزيز استثمارات الطاقة النظيفة، من خلال تشجيع إنشاء صناديق للطاقة المتجددة، وبنى القطاع الخاص التي تدعمها الدولة، وإعادة توجيه الميزانيات ضمن الدوائر المالية القائمة. وفي هذا الصدد، أطلق الأردن "صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة" (JREEF) لدعم نشر الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة عام 2013، من خلال تقديم الدعم للمشاريع، ودعم تكلفة التمويل، والوصول إلى تمويل حقوق الملكية. ويجري تمويل هذا الصندوق أساساً من الصناديق المحلية، ويتلقى التبرعات من المؤسسات المالية الدولية، بما في ذلك دول مجلس التعاون⁽³⁷⁾. وتضمن مخطط الصندوق برنامجاً لدعم الابتكار، اقتصر على تقديم المنح لنشاطات تعلم الطاقة وكفاءة الطاقة⁽³⁸⁾. وتجدر الإشارة، أيضاً، إلى لجوء البنك المركزي الأردني إلى البنك الدولي عام 2017 لدعم المشاريع الصغيرة، لا سيما تلك التي تعمل في القطاعات ذات الإمكانيات العالية، مثل قطاع الطاقة الخضراء، والمتجددة، والتكنولوجيا، للتمكن من تعزيز إنتاجيته وأدائه الابتكاري.

أما في المغرب، فقد خصص "معهد البحث في الطاقة الشمسية والطاقات الجديدة" 400 مليون درهم (نحو 44 مليون دولار أمريكي) للبحث والتطوير في مجال الطاقة في الفترة 2012-2017، وهو يخطط لإنفاق

36 مراد ديان، "أي نظم وطنية للابتكار في العالم العربي في ظل تفاقم 'تأثير متي'؟؛ قراءة في عوائق البناء المعرفي في الوطن العربي من منظور الاقتصاد السياسي للمعرفة"، في: النمو الاقتصادي والتنمية المستدامة في الدول العربية: الأبعاد الاقتصادية (الدوحة/ بيروت: المركز العربي للأبحاث ودراسة السياسات، 2013)، ص 313.

37 The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), p. 51.

38 Diana Athamneh, "Jordan Renewable Energy Development Decentralized Renewable Energy Solutions in the MENA Conference," Paper presented at Decentralized Renewable Energy Solutions in the MENA Conference, Cairo, 22/5/2017, accessed on 12/1/2022, at: <https://bit.ly/3p3pCgM>

800 مليون درهم إضافي (نحو 88 مليون دولار أمريكي) في الفترة 2018-2023، كما يهدف إلى مضاعفة التمويل المخصص لطلبات مشاريع البحث والتطوير بحلول عام 2030⁽³⁹⁾، غير أنّ تقييم حصيلته نشاط المعهد على مدى السنوات الخمس (2012-2017) يُظهر أنه لم يجرِ تسجيل سوى 15 براءة اختراع؛ وهو ما يدعو إلى مضاعفة الجهود في هذا الجانب، رغم أنّ المغرب يبقى متفوقاً على مصر والأردن في هذا الإطار⁽⁴⁰⁾.

وتخصص الوكالة المغربية للطاقة المستدامة ميزانية سنوية تراوح بين 70 و100 مليون درهم لمختلف برامج البحث والتطوير التي تدعم الاستثمار في البنية التحتية، ونشر التقنيات المبتكرة وبرامج الابتكار الصناعي. وقد ركزت على القيام بالبحث والتطوير الموجه إلى السوق في مرحلة ما قبل التصنيع، مستهدفةً الاستثمار في البحث والتطوير لتوفير الوظائف، مع السماح للصناعة المحلية بزيادة قدرتها ومهاراتها في مجال الطاقة الشمسية المركزة. وتجدر الإشارة إلى أنه بفضل هذه الجهود، جرى بناء 30 في المئة من محطة كهرباء "نور ورزازات 1" من قبل كفاءات مغربية⁽⁴¹⁾. وفي المقابل، تمثل الإجراءات المالية المرهقة التي تحكم تمويل البحث والتطوير عقبات أمام نقل التكنولوجيا، ولها تأثير سلبي في المشاريع البحثية ونتائجها. فممنوعة تمويل الأبحاث تعوزها المرونة الكافية لتغطية طلبات البحث والتطوير، كما أنّ دورة التمويل طويلة جداً؛ إذ يستغرق الأمر أحياناً أكثر من عامين لتلقي الميزانية الممنوحة بالفعل⁽⁴²⁾. وتدفع البيروقراطية المفرطة لمصالح وزارة المالية والجامعات إلى تفضيل عدد من الباحثين عدم خوض غمار رحلة البحث عن المخصصات المالية للبحث، والاكتفاء بمجهودات فردية، أو التركيز على الطموحات الوظيفية. وإجمالاً، تميز تطور قطاع الطاقة الشمسية في المغرب بهيمنة نمط من أعلى إلى أسفل، وبمركزية مفرطة مدفوعة بأطراف فاعلة وقوية⁽⁴³⁾.

تجدر الإشارة، أيضاً، إلى أنه قد جرى تطوير المخططات الشمسية (المغربية والأردنية والمصرية) بطريقة مركزية، وتم وضعها على المستوى الوطني. وفي الواقع، لا تزال السلطة في هذه البلدان شديدة التركيز، على الرغم من تبني خطاب اللامركزية، أو الإصلاح الترابي. ومن ثمّ، فإن الأدوات المصاحبة للاستثمار الأجنبي المباشر وصناديق التمويل تسمح للحكومات بتوجيه الاستثمارات نحو مناطق بذاتها، محترمةً تنظيم النشاطات الاستثمارية.

39 Institut de Recherche en Energie Solaire et Energies Nouvelles (Iresen), "Institute data," accessed on 12/1/2022, at: <https://bit.ly/3wMkrEx>

40 The International Energy Agency, *Energy Policies Beyond Iea Countries Morocco 2019* (Paris: IEA Publications, 2019), p. 100.

41 "Masen: Une R&D préindustrielle orientée marché (entretien)," *Finances News Hebdo*, accessed on 11/1/2022, at: <https://bit.ly/3i9jhyy>

42 Ali El Amrani, *National Innovation System Enabling Technology Transfer in Morocco* (Beirut: ESCWA Publications, 2016), p. 36, accessed on 11/1/2022, at: <https://bit.ly/3p8n8xt>

43 Georgeta Vidican, "The Emergence of a Solar Energy Innovation System in Morocco: A Governance Perspective," *Innovation and Development*, vol. 5, no. 2, Low-Carbon Innovation and Development (2015), pp. 225-240.

وفي عام 2006، شرعت وزارة البحث العلمي المصرية في إصلاح قطاع البحث العلمي والتكنولوجي. فقد عملت على إعادة هيكلة كاملة لنموذج حوكمة وإدارة العلوم والتكنولوجيا في مصر، إضافة إلى إنشاء "المجلس الأعلى للعلوم والتكنولوجيا" (HCST)، و"هيئة تمويل العلوم والتكنولوجيا والابتكار" (STDF). والملاحظ أنّ تنفيذ خطط وبرامج البحث العلمي يتم أيضاً من خلال الصناديق الحكومية، والتعاون الدولي، والبحوث الممولة من القطاع الصناعي. وفي أعقاب اتفاقية العلوم والتكنولوجيا بين الاتحاد الأوروبي ومصر في عام 2005، تم إحداث برنامج "البحوث والتنمية والابتكار" (RDI) بوزارة البحث العملي الذي يموله الاتحاد الأوروبي، وذلك لتقديم منح تنافسية للأوساط الأكاديمية بالشراكة مع الصناعة في القطاعات الاستراتيجية مثل الطاقة. وتؤدي "أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا" (ASRT)، أيضاً، دوراً بصفها منظمة تمويل؛ وقد تمكنت من إنشاء محطة مركزات طاقة شمسية وتشغيلها على مساحة 15 فدناً بمدينة برج العرب بمحافظة الإسكندرية، من خلال منحة بحثية من الاتحاد الأوروبي. وتطمح في مرحلة ما بعد "كورونا" إلى تسليط الضوء على تحويل الطاقة الشمسية إلى وقود هيدروكربوني سائل يسهل نقله وتخزينه (ما يعرف بالوقود الشمسي السائل)⁽⁴⁴⁾.

وتظلّ إحدى العقبات الرئيسية التي تواجه الشركات أمام الاستثمار في البحث والتطوير التكلفة العالية للنفقات؛ نظراً إلى قلة وضوح تأثيرها في سوق تحركه الأسعار. وتفيد التجارب الدولية أنه وُضعت حوافز ضريبية في هذا المضمار⁽⁴⁵⁾. وبالنظر إلى أنّ جلب الابتكارات إلى السوق لا يزال يمثل تحدياً، يلزم أن يقترن تنفيذ حزمة الحوافز الضريبية بنقلة نوعية من جانب الشركات ورغبة متزايدة في الابتكار وتعبئة الوسائل لتحقيق ذلك، وينبغي أن تنظر السلطات العمومية، أيضاً، في زيادة المخصصات المالية وتبسيط العمليات لتكثيف ابتكار الطاقة، مع تحسين كفاءة الإنفاق العام، وزيادة تشجيع التمويل المشترك للنشاطات العامة من جانب القطاع الخاص.

وتعدّ مسألة تشبيك البحث والتطوير والابتكار في المجال الطاقوي بالسياسات العامة وبالجماعات الترابية والمقاولات والمؤسسات الفاعلة ذات دور مهمّ جداً في إطار النظم الوطنية للابتكار؛ إذ يعمل ذلك على نشر المعلومات والأفكار والتأثيرات بين كل الفاعلين⁽⁴⁶⁾، ويشجع على نشوء الابتكارات وفرص نموها؛ ما قد

44 أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا، "المشروعات القطاعية لمرحلة ما بعد كورونا" (تموز/ يوليو 2020)، ص 19، شوهد في <https://bit.ly/3p28QOW>، في: 2021/5/28.

45 من بين هذه التجارب الدولية مثلاً، نجد فرنسا التي أقرت الائتمان الضريبي للأبحاث، وقد لجأت سنغافورة أيضاً إلى ائتمان الإنتاجية والابتكار المخصص للشركات الصغيرة والمتوسطة التي تستثمر في رأس المال البشري، والابتكار وتحسين الإنتاجية، ينظر: Evens Salies, "Impact du Crédit d'impôt recherche. Une revue bibliographique des études sur données françaises," *Revue de l'OFCE*, vol. 5, no. 154 (2017), pp. 95-130; Singapore Company Incorporation, "A Guide on Singapore's Productivity and Innovation Credit (PIC) Scheme," accessed on 11/1/2022, at: <https://bit.ly/2Wp9BaG>

46 Deyu Li, Gaston Heimeriks & Floor Alkemade, "Knowledge Flows in Global Renewable Energy Innovation Systems: The Role of Technological and Geographical Distance," *Technology Analysis & Strategic Management* (Taylor and Francis 2021), pp. 1-15.

ينعكس على جهات الشبكة كلها. فكلما ازدادت كثافة الاتصالات بين الأعضاء، ازداد مقدار نقل المعرفة؛ ما يسهم في اختراع تكنولوجيات وأفكار ومسارات جديدة.

ولا يزال قطاع الطاقات الأحفورية مُهيمنًا على الهياكل الاقتصادية الحالية، إلى حد بعيد⁽⁴⁷⁾، ويشهد استثمارات تمتد إلى سنوات طويلة، متحكمةً في المسارات الاقتصادية طوال عدة عقود. والملاحظ أن عقود محطات الطاقة الشمسية في مصر والأردن والمغرب تتطلب الإلمام بدواليب البيروقراطية النيوليبرالية، والدعم الحكومي القوي للجهات العمومية الاحتكارية، والقدرة على الوصول إلى المخططات السياسية، والفهم الجيد لظروف السوق، ومدى التمكن من حشد الرساميل الكبرى للمشاركة في المناقصات، وهو ما يؤدي في نهاية المطاف إلى وجود عدد محدود جدًا من الجهات التي تمتلك كل هذه الموارد، والتي هي في الغالب الجهات المتحكمة في قطاع الطاقات الأحفورية نفسها.

ويمكن أن يكون تطوير الطاقات المتجددة فرصة لتحسين ظروف العمل وتشجيع إعادة التملك الاجتماعي لإنتاج الطاقة، بدلًا من زيادة هيمنة رأس المال على اليد العاملة وتعزيز أساليب التدبير النيوليبرالي. فإذا كان هناك إجماع على الدور المركزي للقطاع الخاص في الانتقال الطاقوي المنخفض الكربون من خلال تدفقات رؤوس الأموال الضخمة⁽⁴⁸⁾، فإن المكانة المتنامية للأسواق والمؤسسات المالية في تشغيل استثمارات الطاقة المتجددة قد تعرقل هذا الانتقال إذا لم يتوافق ذلك مع تحقيق الأرباح. ويزداد عدم اليقين عندما يتعلق بمدى قدرة المنظومة المالية على دعم انتقال أخضر أقل توافقًا مع التوجهات النيوليبرالية والنمو، وزيادة المديونية⁽⁴⁹⁾.

ومن المعروف أن التصديق على اتفاق باريس للتغيرات المناخية مشروط بإيداع كل طرف مساهماته المحددة وطنيًا. ويعتمد نجاح الاتفاق كثيرًا على تحقيق ذلك. ويتبين من خلال الاطلاع على المساهمة المحددة لمصر، المقدمة عام 2015، خلوها من أي أهداف كمية تتعلق بالانبعاثات. وقد اقتضت، بدلًا من ذلك، على وصف عدد من الإجراءات وسياسات التكييف والتخفيف التي حددت الوثيقة تكلفتها الإجمالية في 73 مليار دولار أميركي في الفترة 2020-2030. أما الأردن، فقد التزم الحد من انبعاثات الغازات الدفيئة بنسبة تصل إلى 14 في المئة حتى عام 2030، واشترط تحقيق 12.5 في المئة من هذا الهدف بتوافر

47 يتبين أن خطط الطاقات المتجددة في المغرب لا تهدف إلى إقصاء الاعتماد على الوقود الأحفوري، بل إلى تقليل نسبته في الميزج الطاقوي. قام المغرب بتوسيع محطة توليد الكهرباء التي تعمل بالفحم في الجرف الأصفر بمقدار 700 ميغاواط عام 2014. وجرى تشغيل محطة الطاقة الحرارية لمدينة أسفي عام 2018، التي تعمل بالفحم الحجري، وتصل طاقتها الإنتاجية المتوقعة إلى 1320 ميغاواط عبر وحدتين للإنتاج. وفي شرق المغرب، أنشئت محطة جرادة 4 التي تعمل بالفحم بطاقة 350 ميغاواط، وجرى تشغيلها في كانون الأول/ ديسمبر 2017. ويبدو أن الإقبال على الفحم نابع من عدم اعتباره موردًا جيوسياسيًا بسبب وفرته ومصادر إمداده المتنوعة، وهو ما يقلل من مخاطر الصراع عليه، وتقلبات أسعاره في السوق الدولية.

48 Hubert Schmitz & Ian Scoones, *Accelerating Sustainability: Why Political Economy Matters*, IDS Evidence Report 152 (Brighton, UK: IDS, 2015).

49 Stephen Spratt, "Financing green transformations," in: Ian Scoones, Melissa Leach & Peter Newell (eds.), *The Politics of Green Transformations* (Abingdon: Routledge, 2015), pp. 171-187.

المساعدات المالية الدولية ودعم وسائل التنفيذ. وأما المغرب فقد عمل على تحديث مساهمته المحددة وطنياً في 22 حزيران/ يونيو 2021 لتعزيز أهداف 2030، والتزم الحد من انبعاثات الغازات الدفيئة بنسبة 45.5 في المئة، مشروطاً الحصول على مصادر تمويل جديدة ودعم إضافي لتنفيذ 27.2 في المئة من التزامه⁽⁵⁰⁾. وترى "مجموعة تعقب العمل المناخي" (Climate Action Tracker, CAT) أن المغرب يعمل على تعزيز سياساته المناخية، وقد يكون واحداً من البلدان النامية القليلة القادرة على الحد من انبعاثاته بحلول عام 2030⁽⁵¹⁾.

رابعاً: التعاون وتكنولوجيا الطاقات المتجددة

إن المنافسة والتعاون بين الدول يمكنهما، على حد سواء، تسريع وتيرة الابتكار التكنولوجي⁽⁵²⁾. ففي الصين وكوريا الجنوبية والولايات المتحدة الأمريكية، ساعد توسع المصانع وخطوط إنتاج ألواح الطاقة الشمسية على خفض سعر إنتاج الميغاواط / ساعة من 143 دولاراً عام 2014 إلى 24.8 دولاراً عام 2019 في مصر⁽⁵³⁾. وفي هذا الصدد، يبدو التعاون أكثر ملاءمة لقدرات البلدان الثلاثة. فقد انضم المغرب رسمياً إلى مهمة الابتكار (Mission Innovation)⁽⁵⁴⁾ باعتباره العضو الخامس والعشرين في 28 أيار/ مايو 2019، بهدف تسريع الابتكار لتطوير الطاقة النظيفة، والحد من ظاهرة الاحتباس الحراري، وتعزيز جهود البحث، من خلال إنشاء منصة ابتكار دولية سيؤسسها "معهد أبحاث الطاقة الشمسية والطاقات الجديدة". ويسعى المغرب الآن لتنفيذ العديد من مبادرات التعاون، ويهدف إلى وضع نفسه مركزاً تكنولوجياً بين أوروبا وأفريقيا. وإضافة إلى ذلك، أطلق المغرب "معهد أبحاث الطاقة الشمسية والطاقات الجديدة" و"المركز الإسباني لتطوير التكنولوجيا الصناعية" (CDTI) دعوة ثنائية للمشاريع، كما أنشأ شبكة ابتكار أفريقيا

50 للاطلاع على المساهمات المحددة وطنياً، ينظر موقع السجل المؤقت الذي تتيحه "الاتفاقية الأممية الإطارية للتغيرات المناخية" (UNFCCC)، شوهد في 2022/1/11، في: <https://bit.ly/2REdNwE>: للتوسع، ينظر: رشيد الزيم، "الطبيعة القانونية للمساهمات المحددة وطنياً"، في: التغيرات المناخية: نحو فهم الصراع والاستراتيجيات المناخية، الحسين شكراني ومحمد الغالي (محرران) (مراكش: مركز القاضي عياض للتنمية؛ المرصد المغربي للأجيال المقبلة، 2018)، ص 33-64.

51 "Climate Action Tracker," accessed on 12/1/2022, at: <https://bit.ly/3tyX2pE>

52 الأمم المتحدة، المجلس الاقتصادي والاجتماعي (اللجنة المعنية بتسخير العلم والتكنولوجيا لأغراض التنمية)، دور العلم والتكنولوجيا والابتكار لتحقيق زيادة كبيرة في حصة الطاقة المتجددة بحلول عام 2030 (جنيف: المجلس الاقتصادي والاجتماعي، 2018)، ص 8، رقم الوثيقة: 2018/E/CN.16/2، شوهد في 2022/1/11، في: <https://bit.ly/2TuaxZN>

53 "حوار - مسؤول بـ التمويل الدولية" لـ "الطاقة": أسعار الطاقة الشمسية في مصر منافسة جداً"، موقع الطاقة، 2020/7/18، شوهد في 2022/1/11، في: <https://bit.ly/3fuZRm3>

54 تم إطلاق مبادرة "مهمة الابتكار" (Mission Innovation) في عام 2015 عند افتتاح الدورة الحادية والعشرين لمؤتمر الأطراف في باريس. وهي تهدف إلى تعزيز تمويل البحث والتطوير للتقنيات المنخفضة الكربون في قطاع الطاقة. وفي عام 2019، جمعت 25 عضواً (24 دولة والمفوضية الأوروبية)، يمثلون معاً أكثر من 80 في المئة من جهود البحث والتطوير في مجال الطاقة في كل أنحاء العالم. وفي عام 2016، جسدت المبادرة الالتزامات لمضاعفة التمويل العام في هذا المجال، في اجتماع وزاري في سان فرانسيسكو في حزيران/ يونيو 2016، بزيادة إجمالية من 15 إلى 30 مليار دولار سنوياً بحلول عام 2021.

الخضراء التي تضم 16 مؤسسة أفريقية في مجال التدريب والبحث وتطوير مشاريع الطاقة المتجددة المبتكرة. والحقيقة أنه يمكن أن تمكّن التفاعلات الدولية داخل سلسلة الابتكار لتكنولوجيات الطاقة المتجددة من زيادة التخصص الاقتصادي في التصنيع؛ ما يجلب مكاسب الكفاءة لجميع البلدان المعنية. ويتبين أنّ المغرب هو البلد العربي الأكثر تقدماً ونشاطاً، من حيث العمل المناخي على الصعيدين المحلي والخارجي، إلا أنه لم يستثمر ذلك في تعاون إقليمي أعمق مع البلدان العربية الأخرى⁽⁵⁵⁾.

ويعمل الاتحاد الأوروبي على تقديم الدعم والمساعدات الفنية المتعلقة بالطاقة إلى دول حوض جنوب البحر الأبيض المتوسط مقابل الانخراط في الإصلاحات⁽⁵⁶⁾. وقد جرى التوقيع على مذكرة تفاهم للتعاون الاستراتيجي في مجال الطاقة بين مصر والاتحاد الأوروبي في نيسان/ أبريل 2018، وهي تهدف إلى تحديث التعاون في قطاع الطاقة، وتعكس كلياً أولوية الاتحاد الأوروبي في تنفيذ انتقال الطاقة النظيفة في دول الجوار. وسيغطي التعاون في قطاع الطاقة، في الفترة 2018-2022 بين الاتحاد الأوروبي ومصر، المجالات التكنولوجية والعلمية والصناعية في مجال الطاقة؛ بما في ذلك نقل وتوطين التكنولوجيا الأوروبية في قطاع الطاقة المصري، وبناء القدرات، والتعاون الصناعي والعلمي الذي يستهدف كفاءة الطاقة والطاقة المتجددة، وكذلك نشر بيانات ومعلومات عن أفضل التقنيات المتاحة والممارسات الدولية⁽⁵⁷⁾.

ويعتبر الأردن أيضاً شريكاً مهماً للاتحاد الأوروبي في مجال البحث والابتكار، خاصة في مبادرات دبلوماسية العلوم الإقليمية الثنائية، مثل "الشراكة من أجل البحث والابتكار في منطقة البحر الأبيض المتوسط" (PRIMA). ويعدّ المجلس الأعلى للعلوم والتكنولوجيا في الأردن شريكاً مهماً في التعاون الأورومتوسطي في البحث والابتكار.

إنّ معظم البلدان العربية ملتزمة بالتنمية من دون التنمية الصناعية، وهو ما يكرس التبعية التكنولوجية⁽⁵⁸⁾. وقد يشمل التعاون أيضاً نقل التكنولوجيا⁽⁵⁹⁾. فالدمارك وإسبانيا واليابان وألمانيا، على سبيل المثال، تسهل تطوير مزارع الرياح في مصر، في حين تدعم دول الاتحاد الأوروبي نقل تكنولوجيا الطاقة المتجددة ومهاراتها في الأردن والمغرب. ويتمثل التحدي الرئيس في تصميم السياسات وآليات التعاون التي تسهل نقل التكنولوجيا بين الشركات، لا سيما في هذه البلدان ذات القطاعات المتجددة الناشئة. ومع

55 Mari Luomi, "Climate Change Policy in the Arab Region," in: Robin Mills & Li-Chen Sim (eds.), *Low Carbon Energy in the Middle East and North Africa* (New York: Palgrave Macmillan, 2021), p. 64.

56 Carlo Cambini & Donata Franzini, "Assessing the EU Pressure for Rules Change: The Perceptions of Southern Mediterranean Energy Regulators," *Mediterranean Politics*, vol. 19, no. 1 (2013).

57 European Union, "Memorandum of Understanding on A Strategic Partnership on Energy between the European Union and the Arab Republic of Egypt 2018-2022," accessed on 11/1/2022, at: <https://bit.ly/3yQRqCk>

58 أنطوان زحان، "أصول الجمود العربي"، في: *النمو الاقتصادي والتنمية المستدامة*، ص 275.

59 يمكن أن يتخذ نقل التكنولوجيا من خلال استهلاك المنتجات أو الخدمات التي تحوي التكنولوجيات، أو تراخيص الإنتاج، أو المشاريع المشتركة، أو الاستثمار الأجنبي المباشر. وقد ينتج النقل من برامج المساعدة التقنية التي تنفذها الجهات المانحة المتعددة الأطراف أو الثنائية، المركزة على التدريب وبناء القدرات في المهارات التقنية، وتطوير السياسات، وإدارة المشاريع، والتصميم والرصد، والتطبيق والاستغلال التجاري.

ذلك، توصي اللجنة المعنية بتسخير العلم والتكنولوجيا لأغراض التنمية في الأمم المتحدة بأنه ينبغي ألاّ يحل نقل التكنولوجيا محل جهود بناء القدرات المحلية، بل يجب أن يكملها⁽⁶⁰⁾. والواقع الاقتصادي هو أن العديد من البلدان النامية من غير المرجح أن تتجاوز مراحل التنمية الصناعية العالية التلوث من دون التزام الدول المتقدمة بمساعدتها في الحصول على التكنولوجيات اللازمة⁽⁶¹⁾. وتتطلب تكنولوجيات الطاقات المتجددة استثمارات كبيرة في البنية التحتية والبحث والتطوير، فضلاً عن اعتماد مقارنة مندمجة تراعي الإمكانيات المحلية، ويتعيّن أن تأخذ في الاعتبار شروطاً متعددة وممتدة: قانونية، وتنظيمية، ومؤسسية، ومالية، وسياسية، واجتماعية، وثقافية، مرتبطة بالبنية التحتية. وإضافة إلى ذلك، يجب اتخاذ تدابير لتعزيز الوصول إلى المعلومات والشفافية من أجل زيادة وعي المستهلك بمصادر الطاقة المتجددة واستخداماتها.

ويمثّل استثمار التموقع الإقليمي عاملاً مهماً في حالة البلدان الثلاثة؛ وذلك من حيث زيادة الطلب وتنويعه، ودمج قطاعات الإنتاج وتطوير القدرات الابتكارية في قطاع الطاقات المتجددة، مع تطوير منظومة المعارف لاستخدام التكنولوجيات، أو ما يُسمّى "الدراية الفنية" التي تؤدّي دوراً مهماً أيضاً في تطوير تكنولوجيات الطاقة المتجددة ونشرها.

ويمكن أن يؤدّي تكامل الشبكة عبر الوطنية دوراً مهماً في المستقبل من جهة تحقيق توازن التدفقات المتقطعة في مصادر الطاقات المتجددة؛ ومن ثمّ التقليل من استهلاك الغاز الطبيعي⁽⁶²⁾، كما يمكن لفائض توليد الكهرباء في مصر أن يتجاوز الطلب المحلي كثيراً، وهو أمرٌ يزيد من إمكانية تصديره دولياً، مسهماً في بناء العلاقات والتنمية الاقتصادية عبر الحدود. وقد قامت بالفعل بتصدير كميات منه، مستفيدةً من خطوط الربط مع الأردن وليبيا⁽⁶³⁾.

وتمثّل الاستراتيجية العربية للطاقة المستدامة 2030 مجالاً مناسباً لنقل التكنولوجيا بين العالم العربي ودول الشمال والجنوب⁽⁶⁴⁾. فتقنيات الطاقة المتجددة، التي تتميز بالتنوع واللامركزية، مناسبة على نحو خاص لتطوير الطاقة في المناطق الريفية، أو في المشاريع المشتركة بين العالم العربي وأوروبا، في إطار رؤية إقليمية تدمج تبادل المصالح المشتركة في التكنولوجيات وتوطين الصناعات التحويلية والطاقة.

60 الأمم المتحدة، المجلس الاقتصادي والاجتماعي (اللجنة المعنية بتسخير العلم والتكنولوجيا لأغراض التنمية)، التكنولوجيات الجديدة والمستجدة: تسخير الطاقة المستجدة لأغراض التنمية، رقم الوثيقة: 42/2010/E/CN.16 (جنيف: 2010)، ص 20.

61 Raphael Sauter & Jim Watson, *Technology Leapfrogging: A Review of the Evidence* (University of Sussex: October 2008), accessed on 11/1/2022, at: <https://bit.ly/3p00mb0>

62 Eric Martinot, "Grid Integration of Renewable Energy: Flexibility, Innovation, and Experience," *Annual Review*, accessed on 11/1/2022, at: <https://bit.ly/38Ctv4P>

63 Ministry of Electricity and Renewable Energy, Egyptian Electricity Holding Company, *Annual Report 2017/2018*, accessed on 11/1/2022, at: <https://bit.ly/3k6l20o>

64 International Renewable Energy Agency (IRENA), League of the Arab States, The Regional Center for Renewable Energy and Energy Efficiency (RCREEE), *Pan-Arab Renewable Energy Strategy 2030: Roadmap of Actions for Implementation*, accessed on 11/1/2022, at: <https://bit.ly/3BKfmx>

خامساً: التكنولوجيات التمكينية الرئيسة للطاقات المتجددة

لا يزال هناك مجال كبير للبحث والتطوير والابتكار من شأنه أن يزيد من تجويد تكنولوجيات الطاقة المتجددة وتنميتها، وتقليل تكاليفها في آنٍ واحد. ويمكن أن يشمل ذلك السيارات الكهربائية والنقل الأخضر، والتحول التكنولوجية لتقليل الاستهلاك، وتخزين الطاقات المتجددة.

1. السيارات الكهربائية والنقل الأخضر

تؤدي كهربة النقل دوراً كبيراً في كل سيناريوهات وكالة الطاقة الدولية التي تهدف إلى تحقيق إزالة الكربون من نظام الطاقة؛ إذ تسير زيادة كهربة النقل جنباً إلى جنب مع إزالة الكربون من قطاع الكهرباء. فأحد أسباب انتشار السيارات الكهربائية هو الاتجاه المتزايد للبلدان إلى التخلص التدريجي من الطاقات الأحفورية⁽⁶⁵⁾. وعلى سبيل المثال، تخطط الهند للقيام بذلك بحلول عام 2030⁽⁶⁶⁾. وتهدف "استراتيجية التنقل المستدام والذي" للمفوضية الأوروبية (الجهة التنفيذية للاتحاد الأوروبي) الساعية لترجمة توجيهات "الاتفاق الأخضر الأوروبي" إلى تسيير 30 مليون سيارة كهربائية على الطرق بحلول عام 2030، وذلك لمواءمة اقتصاد الاتحاد الأوروبي مع أهداف مناخية طموحة⁽⁶⁷⁾.

وعلى هذا النحو، وبحلول عام 2026، من المقدر أن تكون السيارة الكهربائية في المتوسط أقل تكلفة من السيارة الحرارية، وهذا يشير إلى تزايد الإقبال عليها، خاصة في الدولة المتقدمة؛ ما سيؤدي في الواقع إلى انخفاض تكاليف الإنتاج، ومن ثم ارتفاع هوامش الربح⁽⁶⁸⁾.

وفي إمكان المغرب أن يجذب جزءاً كبيراً من المصانع المنتجة للبطاريات والسيارات الكهربائية، مستغلاً بذلك اتفاقيات التجارة الحرة مع الدول المنتجة للمواد الخام، واللازمة لإنتاج هذه المواد، إضافة إلى إمكاناته الخاصة في هذا المجال. والأمر ذاته يمكن توظيفه مع الدول المستهلكة للمنتجات النهائية. ومن ثم، يمكنه الحصول على الليثيوم والكوبالت والبوكسيت من الدول الأعضاء في منطقة التجارة الحرة بالقارة الأفريقية، وتصدير البطاريات الجاهزة إلى أوروبا، وكل ذلك من دون قيود جمركية. وفي ما يتعلق بتركيب السيارات الكهربائية، من الواضح أنه لم يتبع ذلك أي خطوات ملموسة بعد توقيع مذكرة

65 غالباً ما يجري تقديم التحول إلى المركبات الكهربائية، بوصفه خطوة أساسية في تقليل عبء النقل البري، على ظاهرة الاحتباس الحراري. لكن كل المركبات الكهربائية وأغلبية السيارات الهجينة تشتغل بالاعتماد على بطاريات ليثيوم أيون الكبيرة الوزن، وهي مصنعة خاصة من الكوبالت أو النيكل أو المنغنيز، غير أنها تهدد بتلويث التربة ومصادر المياه إذا لم يقع الاهتمام بإعادة تدويرها بطريقة صحيحة. ولكن لا توجد في الوقت الحالي تكنولوجيات ذات فاعلية لإعادة تدوير بطاريات ليثيوم أيون في السيارات الكهربائية؛ ما يستدعي تعزيز جهود البحث والابتكار في هذا المجال.

66 Internationale Energie Agence (IEA), *Global EV Outlook 2017: Two Million and Counting* (Paris: 2017), p. 23.

67 European Commission, "A fundamental Transport Transformation: Commission Presents its Plan for Green, Smart and Affordable Mobility," 9/12/2020, accessed on 31/05/2021, at: <https://bit.ly/3Bam29p>

68 Transport & Environment/ Bloomberg NEF, *Hitting the EV: Inflection point* (May 2021), accessed on 11/1/2022, at: <https://bit.ly/3j9IrgE>

التفاهم بين المغرب وشركة السيارات الكهربائية الصينية العملاقة "بي واي دي أوتو" (BYD Auto)⁽⁶⁹⁾. ومع ذلك، من المهم بالنسبة إلى المغرب أن يسعى لتعزيز إنشاء مصنع لإنتاج السيارات الكهربائية، مستفيداً من بعض المبادرات الطموحة، مثل إنشاء أول محطة شحن ذكية مغربية 100 في المئة "آي سمارت" (iSmart)⁽⁷⁰⁾.

وفي الأردن، يوصف نظام النقل العام ببطء التطور وضعف الفاعلية وفقدان مناخ الثقة؛ فأغلبية أسطول النقل ملك للقطاع الخاص، ولا تعمل ضمن جداول زمنية وطرائق ثابتة. وبلغ عدد السيارات الكهربائية 18000 في الأردن خلال عام 2018، مدفوعاً بالإعفاءات الممنوحة من الرسوم الجمركية وواجبات التراخيص. ومع ذلك، فإن البنية التحتية المناسبة تبقى متخلفة، والقدرة الاستيعابية لمحطات الشحن ضعيفة، وصيانة البطاريات وخدمات الإرشاد غير مواتية. وفي عام 2019، أشارت ورقة سياسات أعدتها مؤسسة "فريدريش إيبرت شتيفتونغ - عمان"، موسومة بـ "توصيات بشأن التنقل الإلكتروني في الأردن"، إلى التفكير بجديّة في كهربة النقل العام، وتمكين المزيد من محطات شحن السيارات الكهربائية، لتكون متاحة للعموم⁽⁷¹⁾.

وتشير بعض الدراسات إلى أنه من المتوقع أن ينمو سوق السيارات الكهربائية في الأردن بمعدل سنوي مركب يبلغ 34.0 في المئة في الفترة 2019-2025. ومن المنتظر أن يجري تخصيص استثمارات كبيرة لتنفيذ مبادرة الرؤية الوطنية الأردنية 2025 من جانب الحكومة لدعم مشاريع الطاقة الخضراء والنظيفة، مثل تركيب 3000 محطة شحن في عدة مناطق من البلاد وتخفيض الضرائب، مقارنةً بالمركبات التقليدية والهجينة؛ ما سيؤدي إلى زيادة الطلب على السيارات الكهربائية⁽⁷²⁾.

وبالنسبة إلى مصر، من الملاحظ أنّ سوق السيارات الكهربائية المصرية محدودة الحجم والنطاق. ولقد أصدر وزير التجارة والصناعة المصري عام 2018 قراراً بإعفاء المركبات الكهربائية المستعملة المستوردة من الرسوم الجمركية (بشرط ألا يزيد عمرها على 3 سنوات)، كما تم طرح الموجة الأولى من محطات شحن السيارات الكهربائية في السوق. وافتتحت شركة خاصة في عام 2018 أول محطة شحن للسيارات الكهربائية في البلاد.

69 Afaf Hakam, "L'industrie automobile au Maroc: Vers de nouveaux gisements de croissance," (Janvier 2020), p. 6, accessed on 11/1/2022, at: <https://bit.ly/2RUjn1>

70 أطلقت هذه المحطة مؤخرًا. وتمثل "آي سمارت" جيلاً جديداً من محطات الشحن الذكية لكهرباء السيارات للاستخدام المهني والمنزلي، وقد جرى تطويرها بناءً على طلب الشركات المصنعة في قطاع السيارات من قبل Park Green Energy، وهي منصة بحثية أنشئت بالاشتراك بين "معهد أبحاث الطاقة الشمسية والطاقات الجديدة" (IRESEN) و"جامعة محمد السادس بوليتيكنيك" (UM6P)، وبدعم من وزارة الصناعة والتجارة والاقتصاد الأخضر والرقمي، ووزارة الطاقة والمعادن والبيئة.

71 Friedrich-Ebert-Stiftung, *Recommendations on E-Mobility in Jordan* (Amman: June 2019), p. 3, accessed on 11/1/2022, at: <https://bit.ly/3yQxjeK>

72 *Jordan Electric Vehicle Market (2019-2025), Report*, Research and Markets (December 2020), accessed on 11/1/2022, at: <https://bit.ly/3fwDblo>

ورغم هذه الجهود، فإنَّ البعض يشكك في قدرة الجهات الحكومية أو القطاع الخاص على بلوغ الأهداف المرسومة لتوسيع قاعدة استخدام السيارات الكهربائية بالبلاد؛ وذلك في ظلَّ غياب إطار مؤسسي راسخ لتنظيم القطاع. كما يظل تشغيل صناعة الشواحن الكهربائية وصيانتها غير واضح. ونظرًا إلى غياب سياسة واضحة، وإطار تنظيمي للمركبات الكهربائية واستراتيجية استثمار لتعزيز الإنتاج المحلي منها، يظل استيراد المركبات الكهربائية الخيار الوحيد القابل للتطبيق من أجل تعزيز استخدام السيارات "الصديقة للبيئة" في مصر، ومن ثمَّ تفويت فرصة كبيرة لتطوير صناعة السيارات الكهربائية في البلد مع نمو الاهتمام العالمي بها⁽⁷³⁾.

إن صياغة سياسات كهربية النقل يجب أن تخدم قبل كل شيء تنقل المواطنين، بدلاً من إعطاء دعم سخي للشركات الرأسمالية المصنعة للسيارات المشتغلة بالموارد الأحفورية. ثمَّ إنَّ نجاح هذا المسار قد يكون بالاستثمار بكثافة في وسائل النقل المشتركة أو الجماعية من أجل تقليل استخدام السيارات الخاصة.

2. التحولات التكنولوجية وترشيد الاستهلاك

إنَّ الانتقال الطاقوي والتحول الرقمي هما تحولان رئيسان في المشهد الطاقوي؛ إذ يشتركان في الترابط والذكاء والاستدامة، لكنهما يختلفان في الأهداف. فالانتقال الطاقوي يصبو إلى اقتصاد ومجتمع منخفض الكربون، في حين أنَّ الرقمنة تعتبر وسيلة يتم توظيفها لخدمة الأهداف الاقتصادية، والاجتماعية، والبيئية. ومع ذلك، فإنَّ الجمع بين هذين التحولين يوفر فرصًا هائلة في المستقبل؛ من خلال توفير التكنولوجيا الرقمية إمكانيات جديدة لجميع الفاعلين (من المستهلكين والجماعات والشركات)، وزيادة الوصول إلى البيانات وظهور نماذج طاقة أكثر تفاعلية ومرونة ولا مركزية. غير أنه يجب الأخذ في الاعتبار العديد من القضايا من أجل التمكن من الاستفادة الكاملة من هذه الإمكانيات الرقمية؛ عن طريق التحكم في مدى استهلاك الوسائط الرقمية نفسها للطاقة، وضمان أمن الأنظمة الرقمية، وإنشاء خدمات جديدة ذات قيمة مضافة، وإعادة التفكير في دور الجهات العامة والفاعلين الخواص⁽⁷⁴⁾.

وفي قطاع المباني، تُستخدم الطاقة عادةً للتدفئة والتبريد والإضاءة. ويمكن أن تساعد التقنيات الرقمية في تحسين استجابة الطاقة باستخدام البيانات في الوقت الفعلي الذي يتم جمعها فيه من خلال نظم الاستشعار التي يمكن إدارتها وتتبعها بواسطة الأجهزة الذكية. وفي هذا الإطار، يعدُّ توقُّع معدل استخدام الطاقة، بناءً على خوارزميات التعلم، إحدى التكنولوجيات الناشئة لتكييف إمدادات الكهرباء بحسب طلب المستهلكين. لكن هذا الخيار الأخير لم يتحقق بعد في البلدان الثلاثة، وهو ما يمثِّل فرصة لاستشراف خفض استهلاك المباني للطاقة في المستقبل.

73 "Electric Vehicles in Egypt, Opportunities and Challenges," *Lynxegypt* (January 2019), accessed on 11/1/2022, at: <https://bit.ly/3fS0gy0>

74 Michel Laurent & Guillaume Meheut, "Numérique et transition énergétique," *Annales des Mines - Responsabilité et environnement*, vol. 87, no. 3 (2017), pp. 31-34.

وفي الآن ذاته، تعدّ الإضاءة الاصطناعية مكوناً رئيساً لاستهلاك الطاقة في المباني، وتمثل - على الصعيد العالمي - ما بين 30 و40 في المئة من إجمالي الاستهلاك وفقاً لوكالة الطاقة الدولية. وفي المغرب، يصل المعدل إلى 45 في المئة من استهلاك الطاقة السنوي⁽⁷⁵⁾. ومثّلت الإضاءة 31 في المئة من الاستخدامات النهائية للطاقة في المباني السكنية بمصر⁽⁷⁶⁾. أما في الأردن، فتمثّل الإنارة 30 في المئة من استهلاك القطاع المنزلي للطاقة. ويتولى مجلس البناء الوطني الأردني مسؤولية تطوير قوانين البناء. وقد جرى نشر دليل المباني الخضراء الأردني في 2013، وكذلك الموافقة على برنامج الحوافز لاعتماد المباني الخضراء في عام 2015. وفي عام 2019، أطلقت وزارة الطاقة والثروة و صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة برنامجاً لاستبدال 150000 وحدة إضاءة في المنازل⁽⁷⁷⁾.

وأشار تقرير صادر عن اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)، في عام 2018، إلى أنّ اعتماد مجموعات شاملة وملائمة من المعايير الدنيا لأداء الطاقة وقوانين كفاءة استخدام الطاقة في المباني وتنفيذها بصرامة، من شأنه أن يقلّل من مجموع الاستهلاك النهائي للطاقة في قطاع المباني في المنطقة العربية بنسبة 5 في المئة بحلول عام 2030⁽⁷⁸⁾.

في الحصلة، يمكن أن يقدّم الاستثمار في المباني الذكية حلاً من خلال تدبير الاستهلاك الطاقوي بذكاء وتحسين استخدام التطبيقات الرقمية الجديدة؛ ومن ثمّ استغلال إمكانات الطاقة المتجددة وتقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون كثيراً.

3. تكنولوجيا تخزين الطاقات المتجددة

يسمح تخزين الطاقة بتكييف العرض والطلب على الطاقة في فترة زمنية معيّنة، ويتيح أيضاً لمشغلي الشبكات الكهربائية التحكم في المنظومة الكهربائية، من حيث الموثوقية وأمن الطاقة وجدولة محطات الإنتاج والاستهلاك. غير أنّ تخزين الطاقة الكهربائية على نطاق واسع له تحديات رئيسة، منها ضمان موثوقية أداء أنظمة التخزين وسلامتها، ووجود البيئة التنظيمية التي تخدم جدوى تقنية تخزين الطاقة والحد من مخاطر الاستثمار، وتملك تقنيات التخزين من جانب أرباب الصناعة.

ومن بين التكنولوجيات الممكنة، تعتمد معايير الاختيار على طبيعة الحاجة والقيود المتعلقة باللوائح أو التكلفة والأبعاد البيئية. ويبدو أنّ ما يسمى التخزين "الثابت"، على عكس التخزين المخصص

75 Royaume du Maroc, Ministère de l'Énergie, des Mines et de l'Environnement, "Systèmes d'éclairage naturel actifs: Vers la mise en place d'une plateforme," (Juin 2019), accessed on 11/1/2022, at: <https://bit.ly/3BcrWa1>

76 يُنظر: الأمم المتحدة، اللجنة الاقتصادية لغربي آسيا (الإسكوا)، استدامة الطاقة في قطاع المباني في المنطقة العربية (بيروت: منشورات الإسكوا، 2019)، شوهد في 2022/1/11، في: <https://bit.ly/3fyLe1n>

77 المملكة الأردنية الهاشمية، وزارة الطاقة والثروة المعدنية، صندوق تشجيع الطاقة المتجددة وترشيد الطاقة، "قيادة الجهود الوطنية لتعظيم الاستفادة من الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة" (عمان: 2020)، شوهد في 2022/1/11، في: <https://bit.ly/2RMY6lc>

78 الأمم المتحدة، اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)، استدامة الطاقة في قطاع المباني، ص 11.

للتطبيقات المحمولة (بطاريات المركبات، والهواتف، وأجهزة الكمبيوتر ... إلخ)، بات أحد الشروط الأساسية لدعم تطوير الطاقات المتجددة المتقطعة. ومن ثم، فإنه يجعل من الممكن تعويض العرض والطلب اللذين غالبًا ما يكونان غير متكافئين بمرور الوقت.

وفي هذا السياق، يكتفي المغرب باستخدام التخزين الحراري، والطاقة الكهرومائية التي يتم صنعها. كما اختار تفضيل "محطات الطاقة الشمسية المركزة" (CSP) (90 في المئة من المنشآت المركبة حتى الآن)، والتي تستمر في توليد الكهرباء وتخزينها طوال اليوم حتى بعد غروب الشمس. لكن تكلفة إنتاج الطاقة الشمسية المركزة أعلى بكثير من تكلفة إنتاج الطاقة الفولتوضوئية؛ إذ تبلغ نحو 130 يورو/ميغاواط ساعة للنمط الأول، مقارنةً بـ 40 يورو للنمط الثاني في المغرب مثلًا⁽⁷⁹⁾. وقد يُفسر ذلك بالرغبة في تعزيز الاستقلال والأمن الطاقوي للبلد وترسيخ تصوره بصفته قوة طاقية مستقبلية، فيتفوق ما هو سياسي على ما هو اقتصادي⁽⁸⁰⁾. ويبدو أن مصر والأردن منخرطتان في خيار الطاقة الشمسية الفولتوضوئية، ويُقدم مجمع بنبان المصري للطاقة الشمسية بأسوان نموذجًا للنجاح؛ إذ تم تشغيل 32 محطة كهروضوئية تدريجيًا في الفترة 2019-2020 لتوليد 1.465 غيغاواط⁽⁸¹⁾. بيد أن دراسةً من دراسات معهد فرانكوفر لأنظمة الطاقة الشمسية في 2016 أفادت أنه يوجد تشابه بين نتائج تكلفة إنتاج الكهرباء الفولتوضوئية في مصر ونظيرتها في أوروبا، على الرغم من سخاء الإشعاع الشمسي في دول المنطقة⁽⁸²⁾.

علاوةً على ذلك، لا يوجد نص قانوني مخصص حصريًا لتنظيم تخزين الطاقة في المغرب؛ إذ إن اللوائح المتعلقة بمسألة تخزين الطاقة يتضمنها قانون إنتاج الكهرباء. ومع ذلك، ينبغي أن يتطور التشريع الخاص بتخزين الكهرباء إلى الاستجابة للتغيرات والتحديات التي تطرحها السياسات الجديدة للانتقال الطاقوي.

ويعوز الأردن الإطار التشريعي اللازم الذي يؤطر نظام التخزين ويحدد أهدافًا استراتيجية واضحة تراعي دمج قطاعات النقل والمياه في المستقبل. ومن المهم التطلع إلى إدماج القطاع الخاص في تطوير بني تكنولوجيا التخزين⁽⁸³⁾. وينطبق الأمر نفسه على مصر.

79 "Solaire à concentration ou photovoltaïque?" *Alternatives Economiques*, accessed on 11/1/2022, at: <https://bit.ly/3fysoau>

80 Sharlissa Moore, "From Fuel-Poor to Radiant: Morocco's Energy Geopolitics and Renewable Energy Strategy," in: Mills & Sim (eds.), p. 64.

81 "Benban Solar Park Attracts \$2bn Investments," *Energy Central*, accessed on 11/1/2022, at: <https://bit.ly/3khhRSO>

82 يُنظر: نهى سعد حسين [وآخرون]، "تكلفة الكهرباء من تكنولوجيا الطاقة المتجددة في مصر"، معهد فرانكوفر لأنظمة الطاقة الشمسية (كانون الأول/ديسمبر 2016)، شوهد في 2022/1/11، في: <https://bit.ly/3ljwUs>

83 "جلسة نقاشية حول تخزين الطاقة في الأردن"، إدامة، 2020/7/1، شوهد في 2022/1/11، في: <https://bit.ly/35m6LYq>

خاتمة

تُظهر الطاقات المتجددة قدرتها على المساهمة بفاعلية في خدمة الطاقة في البلدان موضوع الدراسة. ويسير تنوع المصادر المتجددة جنباً إلى جنب مع تنوع الحلول المنفذة، أو التي سيتم تطويرها. وفي هذا السياق، يعدُّ دور التكنولوجيات ضرورياً، كما أنَّ المجتمعات تواجه علاقة جديدة بالطاقة. وأيُّ تغييرٍ ثقافي يتطلب عملاً طويلاً من التكيف، ومن المهم أن يتم الاستثمار فيه على نحوٍ آنيٍّ.

ومن المرجح أن يقلل احتضان قطاع الطاقات المتجددة للبحث والتطوير والابتكارات التكنولوجية من تكاليف هذه الطاقات ويزيد مردوديتها، ويحد من اعتماد البلدان الثلاثة على الموارد الأحفورية، ويساهم - على نحوٍ كبير - في الحد من التلوث وانبعاثات غازات الاحتباس الحراري. لكن التحديات تظل كبيرة أمام الفاعلين، خصوصاً أنَّ أصحاب المصلحة الذين يقودون عمليات الانتقال الطاقوي هم أنفسهم أهم الفاعلين في قطاع الطاقات الأحفورية.

وينعكس عدم وجود رؤية استراتيجية قطاعية للبحث في الطاقات المتجددة، في أثناء بلورة ميزانية البحث والتطوير الإجمالية، على توزيع الأولويات وترتيبها جيداً بين القطاعات ذات الأهمية الوطنية في كل من المغرب ومصر والأردن. فميزانية البحث والتطوير الرئيسة تذهب إلى البحث الجامعي، كما أنَّ حصة البحث والتطوير الخاصة بالطاقة من إجمالي الإنفاق العام على البحث والتطوير صغيرة، مقارنة بأهميتها في المشهد الاقتصادي للبلدان المذكورة وأولويات السياسات الوطنية. ويتبين أنَّ المغرب قام بنشاطات بحثٍ وتطويرٍ كبيرة في السنوات الأخيرة، ولا سيما منذ إنشاء معهد أبحاث الطاقة الشمسية والطاقات الجديدة في عام 2011، والوكالة المغربية للطاقة المستدامة. ثم إنَّ انضمامه إلى مهمة الابتكار، وإنشاء معاهد التدريب، ساهمًا في تراكم رأس المال البشري، وزيادة المنشورات العلمية الصادرة، وعزز ظهور النماذج الأولية للمنتجات المبتكرة المصنوعة في المغرب، وأولى براءات الاختراع أهميةً كبرى. والواقع أنَّ مأسسة البحث والتطوير والابتكار الطاقوي في مصر والأردن في حاجة إلى جهود كبيرة وأجندات محددة ودقيقة.

وينبغي التركيز على الحوافز الضريبية والمالية لدعم الشركات الصغيرة والمتوسطة والشركات الناشئة لتسويق الابتكارات؛ بالنظر إلى أنَّ قطاع الطاقات المتجددة تهيمن عليه الشركات الكبرى ذات الإمكانيات الضخمة. لذلك، على الحكومات النظر في زيادة مخصصات الميزانية وتبسيط عمليات التمويل لتوسيع نطاق البحث والتطوير والابتكار الطاقوي.

ومن الواضح أنَّ هناك فوارق جذرية في استراتيجيات البحث والابتكار والتطوير، وعلى سبيل المثال بين البلدان؛ ففي الأردن مثلاً، حيث لا تتمتع الدولة بقدرات مالية مهمة ولا بمصادر أحفورية، تؤدّي المنظمات الدولية وسياسات تلقّي الدعم دوراً لا يُستهانُ به في النشاط البحثي. وفي مصر مثلاً، حيث يوجد فائض من إنتاج الكهرباء، يتصف البحث والتطوير بطابع هرمي مركزي مع سيطرة عالية من

القطاع العام، ويعتمد اعتمادًا وثيقًا على السياسات التي تطلقها الدولة. أما في المغرب، فإن قطاع الطاقات المتجددة يعتمد على الاستثمارات الخاصة مع تبني أهداف الشركات الكبرى والسوق المالية، ويندرج ضمن الإصلاحات "تحت الطلب" (خاصة المطلوبة من المؤسسات المالية الدولية)، ويدفع بأولويات البحث والابتكار والتطوير إلى مراتب لاحقة.

لقد أبان تبني سياسات الطاقات المتجددة في البلدان العربية الثلاثة المذكورة استمرار نموذج من أعلى إلى أسفل في التفاعلات بين الدولة والمجتمع، وأولوية المصالح والشبكات القائمة على الموارد الأحفورية على المستوى الداخلي والخارجي. ومن المرجح أن يكون الانتقال إلى مستقبل طاقي نظيف بخطوات صغيرة مجزأة، حتى لا يهدد الفاعلين الحاليين في المجال الطاقي، بل إن سياسات الطاقات المتجددة تميل إلى أن تكون "إضافات" إلى الاستراتيجيات الطاقية بدلًا من أن تكون محوريةً فيها. من جهةٍ أخرى، لم تركز الجامعات الحكومية في كثير من الأحيان إلا جزءًا قليلًا من إمكانياتها للأبحاث في الطاقات المتجددة، باستثناء الدخول في شراكات بحثية مع بعض المراكز المتخصصة، كما هو حال المغرب مثلًا. فانضمام البلدان العربية إلى "اقتصاد المعرفة" المعولم، فرض ارتباط البحث بحاجات اقتصاد السوق. وموازاة ذلك، شجّع التدخل المكثف للمنظمات الدولية، خاصة في مجال ما يعرف بسياسات التنمية، إلى تطور سوقٍ جاذبة وذات تركيب مالي للخبرة والخبراء. وبطبيعة الحال، تقدّم دراسة نشاطات البحث في الطاقات المتجددة خصوصيات مميزة بين بلدٍ وآخر؛ وذلك بسبب المزايا الخاصة لكل مسار وطني. فمنظومة التعليم العالي والبحث والابتكار تتمايز من بلدٍ لآخر، غير أن مركزية المشاريع، وتسويقها وضخامتها والأمودج السياسي والاقتصادي في البلدان الثلاثة، تعبر عن هيمنة أنظمة الحكم وتحكمها في آليات التغيير ضمن نمط الاستثمارية.

References

المراجع

العربية

- أكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا. "المشروعات القطاعية لمرحلة ما بعد كورونا" (تموز/ يوليو 2020).
في: <https://bit.ly/3p28QOW>
- استشراف للدراسات المستقبلية. الكتاب الثالث. الدوحة/ بيروت: المركز العربي للأبحاث ودراسة السياسات، 2018.
- الأمم المتحدة، اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا). استدامة الطاقة في قطاع المباني في المنطقة العربية. بيروت: منشورات الإسكوا، 2019. في: <https://bit.ly/3fyLe1n>
- _____ . دور العلم والتكنولوجيا والابتكار لتحقيق زيادة كبيرة في حصة الطاقة المتجددة بحلول عام 2030 (جنيف: 2018). في: <https://bit.ly/2TuaxZN>
- _____ . التكنولوجيات الجديدة والمستجدة: تسخير الطاقة المستجدة لأغراض التنمية. رقم الوثيقة: 42/2010/E/CN.16. جنيف: 2010.
- برنامج الأمم المتحدة الإنمائي في الدول العربية. "الهدف السابع: طاقة نظيفة وبأسعار معقولة". في: <https://bit.ly/3oYKup8>
- حسين، نهى سعد [وآخرون]. "تكلفة الكهرباء من تكنولوجيات الطاقة المتجددة في مصر". معهد فرانكوفر لأنظمة الطاقة الشمسية (كانون الأول/ ديسمبر 2016). في: <https://bit.ly/3ljJwUs>
- حنفي، ساري وريغاس أرفانتيس. البحث العربي ومجتمع المعرفة: رؤية نقدية جديدة. بيروت: مركز دراسات الوحدة العربية، 2015.
- شكراني، الحسين ومحمد الغالي (محرران). التغيرات المناخية: نحو فهم الصراع والاستراتيجيات المناخية. مراكش: مركز القاضي عياض للتنمية؛ المرصد المغربي للأجيال المقبلة، 2018.
- المملكة الأردنية الهاشمية. وزارة الطاقة والثروة المعدنية. صندوق تشجيع الطاقة المتجددة؛ وترشيد الطاقة، "قيادة الجهود الوطنية لتعزيز الاستفادة من الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة. عمان: 2020. في: <https://bit.ly/2RMY6Ic>
- النمو الاقتصادي والتنمية المستدامة في الدول العربية: الأبعاد الاقتصادية. الدوحة/ بيروت: المركز العربي للأبحاث ودراسة السياسات، 2013.

نورتون، جيمس. "اتجاهات تسجيل البراءات في مجال الطاقة المتجددة". المنظمة العالمية للملكية الفكرية - الويبو (آذار / مارس 2020). في: <https://bit.ly/3p3naXn>

الوكالة الدولية للطاقة المتجددة. آفاق الطاقة المتجددة مصر (الملخص التنفيذي). أبوظبي: 2018.

_____ . آفاق الطاقة المتجددة مصر. أبوظبي: 2018.

الأجنبية

Académie Hassan II des sciences et techniques. *Une politique scientifique, technologique et d'innovation pour accompagner le développement du Maroc*. Rabat: 2019. at: <https://bit.ly/3A22hkM>

Amin, Adnan Z. "La transition énergétique dans les décennies à venir." *Politique étrangère*. no. 1 (2019).

Athamneh, Diana. "Jordan Renewable Energy Development Decentralized Renewable Energy Solutions in the MENA Conference." Paper presented at Decentralized Renewable Energy Solutions in the MENA Conference. Cairo, 22/5/2017. at: <https://bit.ly/3p3pCgM>

Cambini, Carlo & Donata Franzi. "Assessing the EU Pressure for Rules Change: The Perceptions of Southern Mediterranean Energy Regulators." *Mediterranean Politics*. vol. 19, no. 1 (2013).

Conseil Economique. Social et Environnemental. *Pour une politique d'innovation qui libère les énergies au service d'un nouveau modèle industriel*. Rabat: 2020.

Côté, Sylvain. "Renewable Energy and Employment: The Experience of Egypt, Jordan and Morocco." King Abdullah Petroleum Studies and Research Center (November 2019).

El Amrani, Ali. *National Innovation System Enabling Technology Transfer in Morocco*. Beirut: ESCWA Publications, 2016. at: <https://bit.ly/3p8n8xt>

ESCWA. *Case Study on Policy Reforms to Promote Renewable Energy in Morocco*. Beirut: ESCWA Publications, 2018.

- European Union. "Memorandum of Understanding on A Strategic Partnership on Energy Between the European Union and the Arab Republic of Egypt 2018-2022." (2018). at: <https://bit.ly/3yQRqck>
- Fraunhofer ISE. *Photovoltaic Report* (2019). at: <https://bit.ly/3i4wWHk>
- Friedrich-Ebert-Stiftung. *Recommendations on E-Mobility in Jordan*. Amman: June 2019. at: <https://bit.ly/3yQxjeK>
- Hakam, Afaf. "L'industrie automobile au Maroc: Vers de nouveaux gisements de croissance." *Depf Etudes* (January 2020). at: <https://bit.ly/2RUjnj1>
- Hochberg, Michael. "Jordan's Energy Future: A Path Forward." Middle East Institute. 19/8/2015. at: <https://bit.ly/3uwG9Lc>
- "How Renewable Energy Will Change Geopolitics." *Stratfor*. 27/6/2018. at: <https://bit.ly/3kN6i5C>
- Institut de Recherche en Energie Solaire et Energies Nouvelles (Iresen). "Institute data." at: <https://bit.ly/3wMkrEx>
- Internationale Energie Agence (IEA). *Global EV Outlook 2017: Two Million and Counting*. Paris: 2017.
- International Renewable Energy Agency (IRENA). League of the Arab States, The Regional Center for Renewable Energy and Energy Efficiency (RCREEE). *Pan-Arab Renewable Energy Strategy 2030: Roadmap of Actions for Implementation* (2014). at: <https://bit.ly/3BKfmix>
- Laurent, Michel & Guillaume Meheut. "Numérique et transition énergétique." *Annales des Mines Responsabilité et environnement*. vol. 87, no. 3 (2017).
- Li, Deyu, Gaston Heimeriks & Floor Alkemade. "Knowledge Flows in Global Renewable Energy Innovation Systems: the Role of Technological and Geographical Distance." *Technology Analysis & Strategic Management* (2021).

- Martinot, Eric. "Grid Integration of Renewable Energy: Flexibility, Innovation, and Experience." *Annual Review*. at: <https://bit.ly/38Ctv4P>
- MENA-OECD. *FDI in Fragile and Conflict Affected Economies in the Middle East and North Africa: Trends and Policies*. Paris: 2018. at: <https://bit.ly/3t8rIOj>
- Mills, Robin & Li-Chen Sim (eds.). *Low Carbon Energy in the Middle East and North Africa*. New York: Palgrave Macmillan, 2021.
- Ministry of Electricity and Renewable Energy. Egyptian Electricity Holding Company. *Annual Report 2017/2018*. at: <https://bit.ly/3k6l20o>
- Poudineh, Rahmatallah, Anupama Sen & Bassam Fattouh. "Advancing Renewable Energy in Resource-rich Economies of the MENA." *Renewable Energy*. vol. 123 (2018).
- Quandour, Jansette. "Jordan's Accession to the Patent Cooperation Treaty (PCT): Impact Assessment." *USAID* (August 2016). at: <https://bit.ly/3c21e9W>
- Royaume du Maroc. Ministère de l'Energie des Mines et de l'Environnement. *Systèmes d'éclairage naturel actifs: Vers la mise en place d'une plateforme* (June 2019). at: <https://bit.ly/3BcrWa1>
- Salies, Evens. "Impact du Crédit d'impôt recherche. Une revue bibliographique des études sur données françaises." *Revue de l'OFCE*. vol. 5, no. 154 (2017).
- Sauter, Raphael & Jim Watson. *Technology Leapfrogging: a Review of the Evidence*. University of Sussex: October 2008. at: <https://bit.ly/3p00mb0>
- Schmitz, Hubert & Ian Scoones. *Accelerating Sustainability: Why Political Economy Matters*. IDS Evidence Report 152. Brighton: IDS, 2015.
- Scoones, Ian. Melissa Leach & Peter Newell (eds.). *The Politics of Green Transformations*. Abingdon: Routledge, 2015.
- Singapore Company Incorporation. "A Guide on Singapore's Productivity and Innovation Credit (PIC) Scheme." at: <https://bit.ly/2Wp9BaG>

"Solaire à concentration ou photovoltaïque?" *Alternatives Economiques* (2016). at: <https://bit.ly/3fysoau>

The African Development Bank. *Clean Energy Development in Egypt*. Tunis: 2012.

The International Energy Agency. *Energy technology perspectives 2020*. Paris: 2020. at: <https://bit.ly/3yGLmmO>

_____. *Energy Policies Beyond Iea Countries Morocco 2019*. Paris: IEA publications, 2019.

_____. *Digitalization & Energy*. Paris: 2017.

The Ministry of Planning (Egypt). *Sustainable Development Strategy: Egypt Vision 2030*. Cairo: 2015. at: <https://bit.ly/3p1Nm4G>

The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). *OECD Clean Energy Investment Policy Review of Jordan Clean Energy*. Paris: 2016. at: <https://bit.ly/3ngab4P>

Transport & Environment/ Bloomberg NEF. *Hitting the EV: Inflection point* (May 2021). at: <https://bit.ly/3j9IrgE>

The World Bank. "Research and Development Expenditure (% of GDP) – Jordan." at: <https://bit.ly/3wHWYnP>

_____. "Research and Development Expenditure (% of GDP) - Egypt, Arab Rep." at: <https://bit.ly/3D8ygQQ>

USAID Jordan. "CountryDevelopmentCooperationStrategy(CDCS)." at: <https://bit.ly/3fwH3Tx>

Vidalenc, Eric. *Pour une écologie numérique*. Paris: Les Petits Matins, 2019.

Vidican, Georgeta. "The Emergence of a Solar Energy Innovation System in Morocco: A Governance Perspective." *Innovation and Development*. vol. 5, no. 2: Low-Carbon Innovation and Development (2015).

Vizoso, Julia Choucair et al. (eds.). "A Euro-Mediterranean Green Deal? Towards a Green Economy in the Southern Mediterranean." European Institute of the Mediterranean. *Policy Study*. no. 18 (March 2021). at: <https://bit.ly/3y7KvtY>