المركز العربي للأبحاث ودراسة السياسات
Arab Center for Research & Policy Studies

دراسات | 14 شباط/ فبراير، 2024

كيف تستفيد إيران من مبادرات الطاقة المستدامة في رابطة دول جنوب شرق آسيا؟

سايروس أشاييري

وحدة الدراسات الإيرانية

كيف تستفيد إيران من مبادرات الطاقة المستدامة في رابطة دول جنوب شرق آسيا؟

سلسلة: دراسات

14 شباط/ فبراير، 2024

وحدة الدراسات الإيرانية

سايروس أشاييري

خبير تكنولوجيّ أوّل في شركة .Beyond Limits حاصل على الدكتوراه في هندسة البترول من جامعة جنوب كاليفورنيا. تتضمّن مسيرته المهنية مشاريع هندسية في شركة النفط الإيرانية الوطنية، ومشاريع في أمن الطاقة في واشنطن. نشر عددًا من المقالات التي تناولت الجوانب السياسية والبيئية لقطاع الطاقة.

جميع الحقوق محفوظة للمركز العربي للأبحاث ودراسة السياسات © 2024

المركز العربيّ للأبحاث ودراسة السّياسات مؤسّسة بحثيّة عربيّة للعلوم الاجتماعيّة والعلوم الاجتماعيّة التطبيقيّة والتّاريخ الإقليميّ والقضايا الجيوستراتيجية. وإضافة إلى كونه مركز أبحاثٍ فهو يولي اهتمامًا لدراسة السّياسات ونقدها وتقديم البدائل، سواء كانت سياسات عربيّة أو سياسات دوليّة تجاه المنطقة العربيّة، وسواء كانت سياسات حكوميّة، أو سياسات مؤسّسات وأحزاب وهيئات.

يعالج المركز قضايا المجتمعات والدول العربيّة بأدوات العلوم الاجتماعيّة والاقتصاديّة والتاريخيّة، وبمقاربات ومنهجيّات تكامليّة عابرة للتّخصصات. وينطلق من افتراض وجود أمن قوميّ وإنسانيّ عربيّ، ومن وجود سماتٍ ومصالح مشتركة، وإمكانيّة تطوير اقتصاد عربيّ، ويعمل على صوغ هذه الخطط وتحقيقها، كما يطرحها كبرامجَ وخططٍ من خلال عمله البحثيّ ومجمل إنتاجه.

المركز العربيّ للأبحاث ودراسة السّياسات

شارع الطرفة، منطقة 70

وادي البنات

ص. ب: 10277

الظعاين، قطـر

هاتف: 40354111 974 +

www.dohainstitute.org

المحتويات

مقدمة 1

أولاً: رابطة دول جنوب شرق آسيا بوصفها أنموذجًا لـ «سياسة إيران في التوجّه شرقًا» في مجال أمن الطاقة 4

ثانيًا: مشهد الطاقة والاستجابة المناخية في دول رابطة آسيان 5

ثالثًا: الأطر الإقليمية والدولية للتعاون في مجال الطاقة في دول آسيان 6

رابعًا: اعتماد النجاح الذي حقّقته فيتنام في مجال الطاقة الشمسية بهدف تحقيق تحوّل متسارع في الطاقة 9

خامسًا: دروس مستفادة من مبادرات تايلاند في مجال كفاءة استخدام الطاقة وجمع بيانات متقدّمة للنظم المستدامة 13

سادسًا: دروس سنغافورة المستقاة من مشروع المدينة الذكية للتحوّل الحضري القائم على البيانات في مجال الطاقة والاستدامة 16

سابعًا: اعتماد استراتيجيات شركة بتروناس لخفض انبعاثات الكربون بوصفها أنموذجًا لشركات النفط الوطنية في آسيان 19

خاتمة 20

المراجع 22

مقدمة

تعتمد إيران بصورة كبيرة على مصادر الطاقة الأحفورية للاستهلاك المحلي وإيرادات التصدير. فضلًا عن ذلك، ساهم الإنتاج والاستهلاك غير المتوازنَين، واستخدام التقنيات القديمة في قطاع الطاقة، في ارتفاع مستوى كثافة الطاقة[1]. غير أنّ البلاد تتمتّع بإمكانيات كبيرة لحفظ الطاقة؛ إذ تشير الأبحاث الحديثة إلى أنّ تطبيق القواعد المعتمدة حاليًا قد يحدّ من طلب إيران النهائي على الطاقة بأكثر من 20 في المئة[2]. وبما أنّها تعدّ بلدًا ذا اقتصاد نامٍ، ويشهد تزايدًا في تعداد السكان وزيادة في الطلب على الطاقة في مختلف القطاعات، مثل الزراعة والصناعة والنقل، فإنّ استخدام مصادر الطاقة المتجدّدة قد يحول دون حدوث أزمة طاقة في البلاد[3]. ومع ذلك، لا تؤدّي مصادر الطاقة المتجدّدة حاليًا أيّ دور مهمّ وفعّال في إمدادات الطاقة لدى إيران[4].

لا بدّ من أن تسعى إيران، في السنوات المقبلة، إلى تغيير استراتيجيتها في التعامل مع الطاقة، على نحوٍ استباقي وعلى نطاق واسع، وأن تعمل على تحقيق الاستهلاك الأمثل للطاقة، إضافةً إلى تعزيز مساهمة الطاقة المتجدّدة في إمدادات الطاقة لجعل مصادرها آمنة ومستدامة على المستوى البيئي[5]، وهذا يتطلّب دعمًا سياسيًا قويًا. وبحسب مراجعة بلدان منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية لسياسات الطاقة، يجب على صنّاع السياسات أن يطالبوا بزيادة استهلاك الكهرباء المتجدّدة لتحسين أمن الطاقة، والحدّ من الاعتماد عليها، وتشجيع النموّ الاقتصادي[6]. وتمثّل عملية وضع استراتيجية استثمار فعّالة جانبًا مهمًا آخر لنجاح تنفيذ سياسات الطاقة المتجددة؛ إذ تبيّن دراسة حديثة تتناول نمذجة الانحدار الكمّيQuantitative Regressive Modeling Study وجود علاقة قويّة بين الاستثمار الأجنبي المباشر وسوق الأسهم، واستهلاك الطاقة المتجدّدة في إيران[7]، التي لم تتمكن من جذب الاستثمار الأجنبي خلال العقد الماضي؛ بسبب توليفة السياسات الحكومية والعقوبات الدولية والعوامل الاجتماعية والاقتصادية.

تؤكّد بعض العناصر الفريدة على وجود واقع جديدٍ للطاقة في إيران، بالنظر إلى خروجها الملحوظ عن صورتها التقليدية بوصفها بلدًا مصدّرًا للنفط والغاز (الهيدروكربونات)، وتواجه حقائق قاسية تتطلّب منها إعادة تقويم استراتيجية أمن الطاقة التي تنتهجها. وتشمل هذه الحقائق تراجعًا مستمرًّا في إنتاج النفط وتصديره، والمشكلات الناجمة عن الوقود المنزلي، والنقص المحلي المتقطّع في الغاز الطبيعي وغياب بنية تحتية صلبة لتصدير الغاز الطبيعي، فضلًا عن نطاقٍ محدودٍ للغاية للتنويع ولمصادر الطاقة المتجددة، واحتمال ضئيل في أن تكتسب الطاقة النووية حصّة كبيرة في السوق في المستقبل القريب. ويوضح الشكل (1) أنّ استهلاك إيران للطاقة كثيف، متجاوزةً البلدان ذات الاقتصادات التي تحقق وفورات إنتاج مهمة أو تلك التي تضم أعدادًا أكبر من السكان. ووفقًا لمقاييس كثافة استخدام الطاقة في البنك الدولي، تحتلّ إيران موقعًا عالميًا متقدّمًا، ولا يتجاوزها إلّا عدد قليل من البلدان ذات الكثافة السكانية المنخفضة على نحو استثنائي، أو ذات التصنيف الاقتصادي الضئيل، بما في ذلك ترينيداد وتوباغو وليبيريا وجمهورية الكونغو الديمقراطية وتركمانستان وأيسلندا وموزمبيق والصومال.

---

1 H. Houri Jafari et al., "Energy Planning and Policy Making: The Case Study of Iran," *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, vol. 11, no. 8 (2016), pp. 682 - 689.

2 Amir Hossein Fakehi Khorasani, Somayeh Ahmadi & Mohammad Moradi, "The Impact of Energy Conservation Policies on the Projection of Future Energy Demand," *Energy Technology & Policy*, vol. 2, no. 1 (2015), pp. 104 - 121.

3 Hamid Bahrampour et al., "Review of Sustainable Energy Sources in Kerman," *World Journal of Engineering*, vol. 13, no. 2 (2016), pp. 109 - 119.

4 Saeed Solaymani, "A Review on Energy and Renewable Energy Policies in Iran," *Sustainability*, vol. 13, no. 13 (2021).

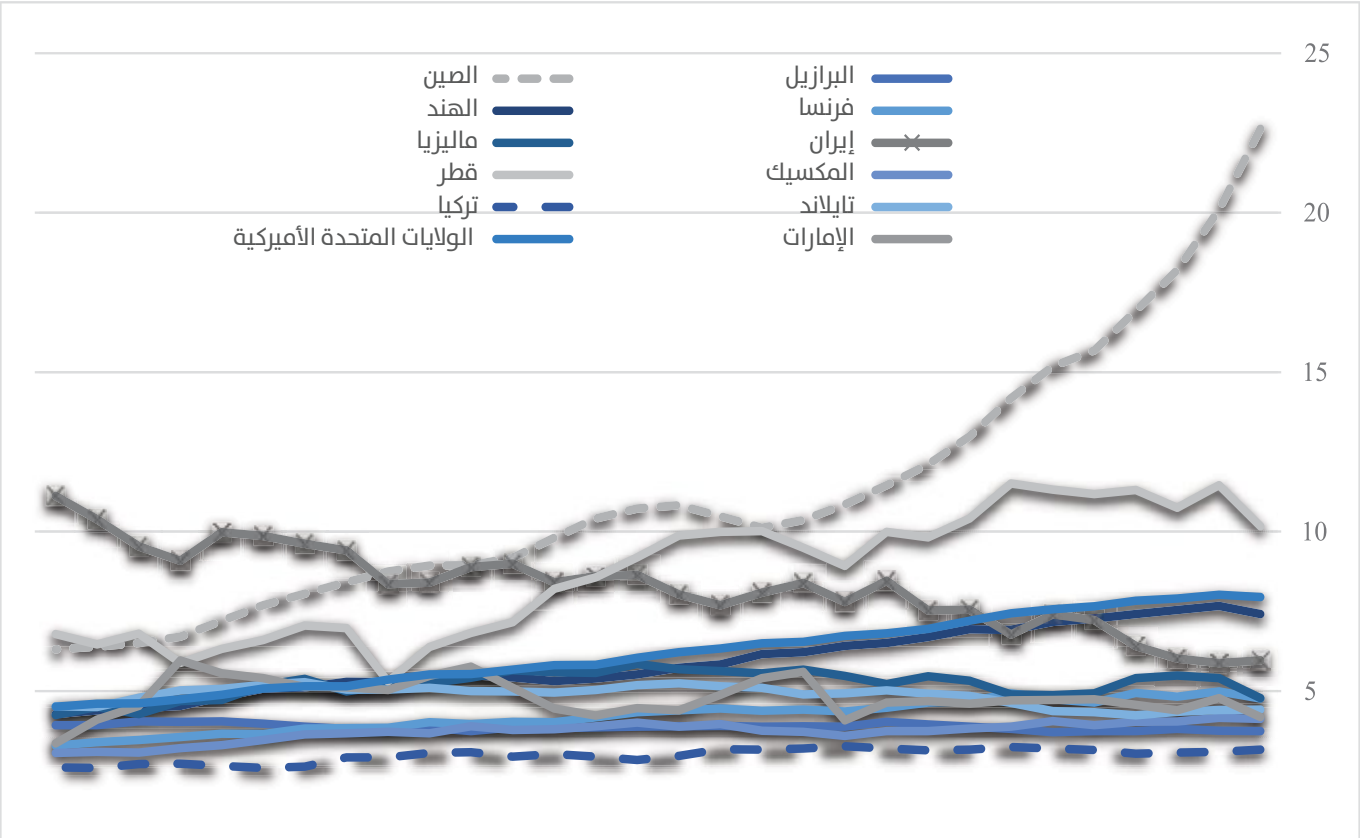
5 Mostafa Mohammadnejad et al., "A Review on Energy Scenario and Sustainable Energy in Iran," *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, vol. 15, no. 9 (2011), pp. 4652 - 4658.

6 Mucahit Aydin, "Renewable and Non-Renewable Electricity Consumption–Economic Growth Nexus: Evidence from OECD Countries," *Renewable Energy*, vol. 136 (2019).

7 Mahdieh Rezagholizadeh, Majid Aghaei & Omid Dehghan, "Foreign Direct Investment, Stock Market Development, and Renewable Energy Consumption: Case Study of Iran," *Journal of Renewable Energy and Environment*, vol. 7, no. 2 (2020), pp. 8 - 18.

الشكل (1)
موقع إيران وفق درجات التقييم لكثافة استهلاك الطاقة ضمن عيّنة* من البلدان في العالم

كثافة استهلاك الطاقة: مجموع الإمدادات بالطاقة/ الناتج المحلي الإجمالي (ميغا جول بحسب تعادل القوة الشرائية للدولار الأميركي الواحد عام 2017)



* تشمل العيّنة بلدانًا ذات كثافة سكانية أو اقتصادات أكبر.

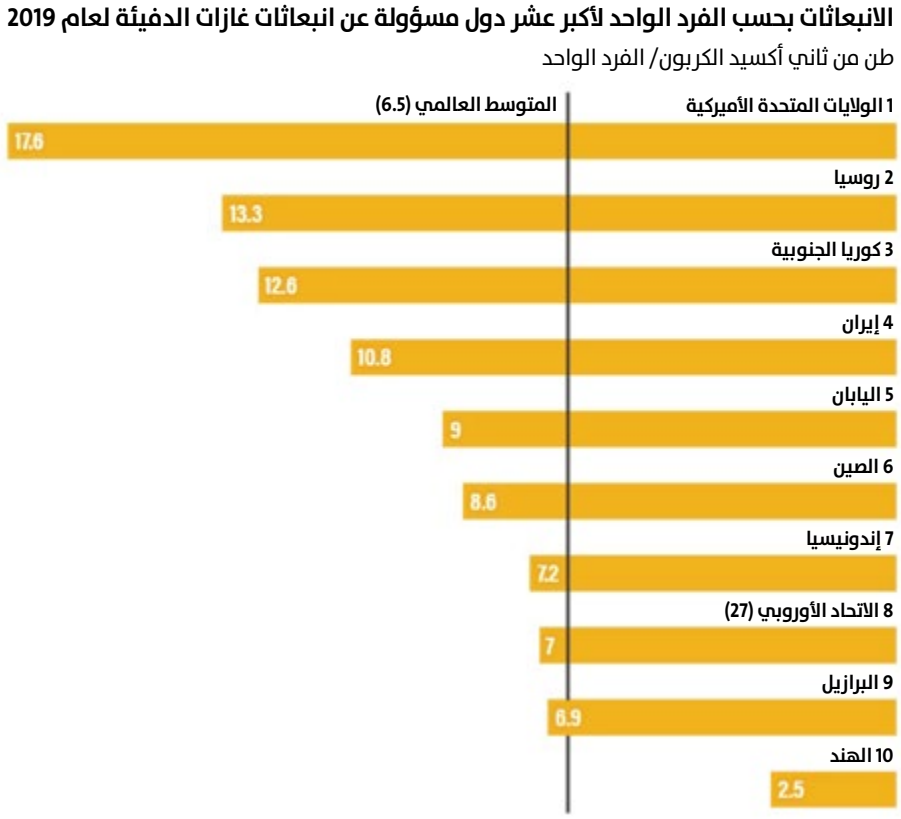
Energy Statistics Data Browser, iea, accessed on 42024/2/, at: https://tinyurl.com/25xutx24

إنّ تبعات التحدّيات التي تواجهها إيران في مجال الطاقة والاستدامة تتجاوز حدودها، نظرًا إلى الترابط العالمي بين التأثيرات البيئية والتأثيرات بفعل تغيّر المناخ. وتصنَّف البلاد بوصفها إحدى أكبر الدول المسؤولة عن انبعاثات غازات الدفيئة في العالم. ووفقًا للمشروع العالمي لدراسة الكربون، تُعدّ سادس أكبر بلد مسؤول عن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون العالمية بمقدار 749 طنًا متريًا من ثاني أكسيد الكربون. ويرجع ذلك في المقام الأول إلى اعتمادها الكبير على الوقود الأحفوري لإنتاج الطاقة[8]، وهي مسألة طبيعية بالنسبة إلى سكانها. وكما يوضح الشكل (2)، تُعدّ إيران رابع أكبر بلد مسؤول عن إطلاق انبعاثات غازات الدفيئة للفرد في العالم، وفقًا لبحثٍ أجراه مؤخرًا معهد الموارد العالمية[9].

8 "2021 Carbon Atlas Dataset," *Global Carbon Atlas*, 2021, accessed on 22/1/2024, at: https://tinyurl.com/fpumyh7e

9 Leandro Vigna & Johannes Friedrich, "9 Charts Explain Per Capita Greenhouse Gas Emissions by Country," World Resources Institute, 8/5/2023, accessed on 22/1/2024, at: https://tinyurl.com/mw4m42ym

الشكل (2)
إيران من بين مجموعة أكبر الدول المسؤولة عن إطلاق انبعاثات غازات الدفيئة في العالم بحسب مساهمة الفرد الواحد



المصدر: WRI and data from Climate Watch.

صنّف متتبّع العمل المناخي Climate Action Tracker, CAT تعهّد إيران بالتخفيف من آثار تغيّر المناخ على أنه «غير كافٍ إلى حد بعيد»[10]. وإيران من الدول القليلة التي لم تصدّق على اتفاق باريس للمناخ، لذلك ربما تضاعف أهدافها الحالية إطلاق الانبعاثات بحلول عام 2030. صحيحٌ أنّها تعهدت بخفض الانبعاثات بنسبة 4 في المئة عن المستوى المعتاد، غير أنّ هذا من شأنه أن يؤدي إلى زيادة كبيرة بنسبة 410 في المئة تقريبًا مقارنةً بمستويات عام 1991. ومن ثم، يرجّح أن تساهم السياسات والأهداف المناخية الحالية التي تنتهجها إيران، في حال لم تتغيّر، في ارتفاع درجة الحرارة العالمية بما يتجاوز 4 درجات مئوية[11].

تمثّل مواصلة إيران ممارساتها الحالية في مجال الطاقة خطرًا كبيرًا على نطاق عالمي، بخاصةٍ في سياق تغيّر المناخ؛ لذلك ليس تحويل قطاع الطاقة في إيران والحدّ من كثافة استخدام الطاقة مجرّد مسألة تتعلّق بأمن الطاقة الوطني أو التنمية الاقتصادية، بل يشكّلان أيضًا وحدةً أساسيةً في الاستجابة العالمية لتغيّر المناخ. على هذا النحو، يبدو من مصلحة المجتمع الدولي دعم انتقال إيران إلى نظام طاقة أكثر استدامة وأقل كثافة في استخدام الكربون.

10 Climate Action Tracker, "Iran's Profile," 15/9/2021, accessed on 22/1/2024, at: https://tinyurl.com/eht2hkbw

11 Ibid.

أولًا: رابطة دول جنوب شرق آسيا بوصفها أنموذجًا لـ «سياسة إيران في التوجّه شرقًا» في مجال أمن الطاقة

في سياق البحث عن أنموذج مناسب لإيران في مجال أمن الطاقة، لا بدّ من مراعاة ظروف البلاد وتحدياتها، متجاوزين صورتها التقليدية بوصفها بلدًا مصدّرًا للطاقة على نحو أساسي. فطوال أكثر من عقد من الزمن، عرقلت العقوبات الاقتصادية قدرة إيران على استخدام طاقتها الكاملة في تصدير النفط. علاوة على ذلك، تواجه البلاد صعوبة في إنتاج الوقود الذي يرقى إلى المعايير المحدّدة لخدمات النقل المحلية، ما يمثّل معضلة أخرى. ومع استمرار تغيّر المناخ العالمي، تتراجع على نحو متزايد أهمية النفط الخام في مجموعة مصادر الطاقة العالمية. وقد يتطلّب هذا التوجه، مقرونًا بالتحديات التي تواجهها إيران في استعادة حصتها في السوق وموقعها الاستراتيجي داخل منظمة أوبك، مدّة زمنيّة طويلة للتعافي.

وعلى الرغم من احتياطيات إيران الكبيرة من الغاز الطبيعي، فقد عجزت عن إنشاء البنى التحتية اللازمة للغاز الطبيعي المسال وخطوط الأنابيب للتصدير. وما يزيد الأمر تعقيدًا أنّ اعتماد إيران الكبير على الغاز الطبيعي لاستهلاك الطاقة المحلي قد يلقي بظلاله على أي فرصة لتصديره على نحو واسع. وتؤكد هذه العوامل ضرورة مراجعة المنظور المتعلّق باستراتيجية أمن الطاقة الإيرانية، وهو منظور من شأنه أن يدمج هذه الحقائق المعاصرة ويسعى إلى معالجتها من ناحية استراتيجية.

لا بدّ من تحديد نماذج محتملة تستفيد منها إيران في مجال أمن الطاقة، وذلك من بلدان النصف الشرقي من الكرة الأرضية، غير أنه من الضروري تبيان الخصائص والقدرات المتميزة التي قد تحدّ من إمكانية تطبيقها. وربما لا تعدّ بلدان مثل روسيا والصين والهند، نماذجَ عملية بالكامل بالنسبة إلى إيران بسبب وجود اختلافات واضحة، على الرغم من أنّ تلك البلدان تقدّم فعليًا أمثلةً مفيدةً في جوانب معيّنة. ولروسيا والصين، باعتبارهما قوتين عظميين عالميتين، تأثيرٌ جيوسياسي ونطاق اقتصادي لم تبلغهما إيران حاليًا. وغالبًا ما تستند استراتيجيات هذين البلدين لتأمين احتياجاتهما من الطاقة إلى نفوذهما العالمي الواسع وقدراتهما من حيث الموارد، وربما لا تكون إيران قادرة على إعادة إنتاج هذه الاستراتيجية واقعيًا. في السياق نفسه، يختلف الوضع في الهند التي تتميّز بكثافة سكّانها، اختلافًا جوهريًا عن الوضع في إيران، ما يؤدي إلى اختلاف أنماط الطلب على الطاقة، ويتسبّب في تفاوت في احتياجات البنى التحتية، إضافة إلى العوامل السياسية. فضلًا عن ذلك، تملك البلدان الثلاثة مصادرَ مهمة للطاقة النووية ضمن مجموعة مصادر الطاقة Energy Mix لديها، وهو مسار قد لا تتمكّن إيران من اتّباعه على نطاقٍ واسع في المستقبل القريب، نظرًا إلى تضاعف المخاوف السياسية والهموم المتعلّقة بعدم انتشار الأسلحة النووية. إضافة إلى ذلك، صحيح أن التقدّم التكنولوجي والقدرات التي حققتها هذه الدول في قطاع الطاقة بلغت مستويات لافتة، إلّا أنها تفوق قدرات إيران الحالية. وتزيد هذه الفجوة التكنولوجية من صعوبة التطبيق المباشر لاستراتيجيات الطاقة التي تعتمدها تلك الدول الثلاث.

مع ذلك، فعند دراسة التحديات والفرص التي يتيحها قطاع الطاقة في كل من إيران وبلدان رابطة دول جنوب شرق آسيا «آسيان»، تظهر أوجه الشبه بينها، ما قد يشكّل نماذج مفيدة لإيران؛ حيث إنها تعتمد اعتمادًا كبيرًا على نوع واحد من الوقود الأحفوري. فبلدان جنوب شرق آسيا تعتمد بالدرجة الأولى على الفحم، بينما تعتمد إيران اعتمادًا كبيرًا على الغاز الطبيعي في القطاعات السكنية والصناعية ومحطات

توليد الطاقة وقطاع النقل. ومن دون إدارة سليمة، ستعاني عملية توزيع الغاز في السنوات المقبلة قصورًا في بعض القطاعات[12].

واتّجهت منطقة جنوب شرق آسيا أيضًا نحو استراتيجية عكسية لتصدير المواد الهيدروكربونية. فعلى سبيل المثال، تحوّلت إندونيسيا، التي كانت في السابق بلدًا مصدّرًا صافيًا للنفط، وعضوًا في منظمة أوبك مثل إيران، إلى مستورد صافٍ بسبب تراجع في إنتاج النفط[13]. وقد استلزم هذا التحوّل اتّباع نهج تكيفي في إدارة أمن الطاقة، يشمل تنويعًا في مصادر الطاقة وتحسين كفاءة الطاقة، وزيادة الاعتماد على الطاقة المتجدّدة. وتعكس هذه التجربة التحديات المحتملة التي تواجهها إيران، وتمثّل مسارًا للتكيّف يستحق الاستكشاف.

أصبحت عملية تطوير إمكانات الطاقة المتجدّدة، وتحسين كفاءة الطاقة من أهم ركائز سياسة الطاقة في دول جنوب شرق آسيا. فعلى سبيل المثال، برزت فيتنام بوصفها دولةً رائدةً في توليد الطاقة الشمسية في جنوب شرق آسيا، بسبب السياسات الحكومية الداعمة وانخفاض تكاليف التكنولوجيا. في الإطار نفسه، حقّقت العديد من دول جنوب شرق آسيا، مثل تايلاند وماليزيا، تقدمًا ملحوظًا في كفاءة الطاقة. وفي حين أن بلدان جنوب شرق آسيا قد لا تكون نموذجًا مثاليًا بالنسبة إلى إيران في جميع الجوانب، فإن إيران ستستفيد حتمًا من تجارب هذه البلدان في مجال تطوير الطاقة المتجددة وكفاءة الطاقة، لدى بلورتها استراتيجيّتها لأمن الطاقة واستدامته.

ثانيًا: مشهد الطاقة والاستجابة المناخية في دول رابطة آسيان

شهدت منطقة جنوب شرق آسيا تطورًا سريعًا على مدى العقدين الماضيين، وعلى الرغم من الاختلافات الشديدة بين كلّ بلد، فإن المنطقة تعدّ محرّكًا رئيسًا للنمو الاقتصادي العالمي، مع متوسط زيادة سنوية في الطلب على الطاقة بنسبة 3 في المئة خلال هذه الفترة[14]. يبلغ إجمالي عدد سكان دول آسيان 662 مليون نسمة (ثالث أكبر عدد من السكان بعد الهند والصين)، ويبلغ مجموع الناتج المحلي الإجمالي 3.2 تريليونات دولار[15]. وتُعدّ دول الرابطة مجتمعةً رابع أكبر مستهلك للطاقة في العالم؛ ونظرًا إلى نموّها السكاني والاقتصادي السريع، فإن استجابتها لتغير المناخ ولتحدّيات تحوّل الطاقة، «قد تجعل منها عاملًا حاسمًا في مستقبل البشرية»[16]. وبحسب وكالة الطاقة الدولية، نجحت بلدان جنوب شرق آسيا في تحسين بنيتها التحتية للطاقة بصورة ملحوظة في السنوات الأخيرة، إذ جرى تزويد 95 في المئة من الأسر بالكهرباء، و70 في المئة منها بحِلَل طهي نظيفة[17]. وقد أظهرت العديد من بلدان آسيان التزامًا شديدًا بتحقيق صافي الانبعاثات الصفري بحلول عام 2050. لكن الفحم يؤدي دورًا مهمًا في مجموعة مصادر الطاقة في جنوب شرق آسيا، إذ يساهم حاليًا في أكثر من 40 في المئة من توليد الطاقة في المنطقة. ويرجّح أن يحافظ على هذا الدور في المستقبل القريب[18]. إنّ تحقيق آسيان لأمن الطاقة والسير نحو تأمين مستقبل طاقة نظيفة يتطلّب إقامة

12 Azadeh Maroufmashat & Sourena Sattari, "Estimation of Natural Gas Optimum Allocation to Consuming Sectors in Year 2025 in Iran," *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, vol. 11, no. 7 (2016), pp. 587 - 596.

13 Cyrus Ashayeri & Iraj Ershaghi, "OPEC and Unconventional Resources," SPE Annual Technical Conference and Exhibition, *OnePetro*, 28/9/2015.

14 IEA, Southeast Asia Energy Outlook 2022.

15 "What is ASEAN?," *Council on Foreign Relations*, 4/4/2022, accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/3R8qRcP

16 Roberto Bocca and Harsh Vijay Singh, "Why Southeast Asia Will Be Critical to the Energy Transition," World Economic Forum, January 16, 2023, accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/3NhmCKL

17 IEA, Southeast Asia Energy Outlook.

18 Danielle Fallin, Karen Lee & Gregory B. Poling, "Clean Energy and Decarbonization in Southeast Asia: Overview, Obstacles, and Opportunities," CSIS, 1/5/2023, accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/3ReMvMu

شراكات وثيقة بين القطاعين العام والخاص، ودعم السياسات والحوافز، والوضوح بشأن التعريفات الجمركية (للطاقة المتجدّدة)، والاستثمارات في تكنولوجيات كفاءة استخدام الطاقة[19].

صحيحٌ أنّ رابطة آسيان تتطلّع إلى تحقيق النمو الأخضر، غير أنّ سياسة الطاقة في المنطقة يهيمن عليها الوقود الأحفوري، بخاصةٍ الفحم، بسبب وفرته وفاعليته من حيث التكلفة. ومن المتوقع أن يفضي هذا الاعتماد إلى زيادة الطلب على الفحم ثلاثة أضعاف خلال العقدين المقبلين، ما يؤدي إلى ارتفاعٍ كبير في انبعاثات غازات الدفيئة. ويرجّح أن تزداد مجددًا انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المرتبطة بالطاقة ثلاثة أضعاف في دول الرابطة بحلول عام 2035، والتي قد تضاعفت أصلًا ثلاث مرات منذ عام 1990[20]. ويمثّل تراجع احتياطيات الفحم والغاز الطبيعي في بعض بلدان آسيان، مصحوبًا بزيادة الاستهلاك الإقليمي، تهديدًا لأمن الطاقة واستدامتها ضمن المنطقة. ومن منظور التوافر، يمكن التخفيف من نقص الإمدادات من خلال تسخير خيارات الطاقة المتجددة، وإعداد سياسات لدعم الموارد المحلية المتاحة، بما في ذلك الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والكتلة الحيوية، وغيرها من المصادر[21].

ثالثًا: الأطر الإقليمية والدولية للتعاون في مجال الطاقة في دول آسيان

برزت رابطة آسيان بوصفها مثالًا ناجحًا لأمن الطاقة في مجال التعاون، من خلال تنفيذ الأطر التعاونية الإقليمية والدولية المتعلقة بالطاقة. وقد ولّدت هذه الجهود شعورًا قويًا بالشراكة بين الدول الأعضاء، وسهّلت تبادل المعرفة والموارد، وعزّزت التنمية المستدامة لقطاع الطاقة في المنطقة[22]. ومن بين الأطر التعاونية البارزة خطة عمل آسيان للتعاون في مجال الطاقة APAEC ASEAN Plan of Action for Energy Cooperation، التي تعمل بوصفها خارطة طريق شاملة للدول الأعضاء بهدف تعزيز أمن الطاقة، وسهولة الوصول إليها واستدامتها[23]. وقد مهّدت خطة العمل هذه الطريق أمام تطوير البنية التحتية للطاقة في المنطقة، وعزّزت تكامل مصادر الطاقة المتجددة، وشجّعت مبادرات كفاءة استخدام الطاقة، ما ساهم في تشكيل مشهد طاقة أكثر تكيّفًا وصديقًا للبيئة.

وأسفرت الجهود التي بذلتها دول آسيان لتحسين أمن الطاقة في المنطقة عن إنشاء عدد مهمّ من شراكات التعاون مع مجموعة متنوّعة من البلدان والمنظمات الدولية. وكما يوضح الجدول (1)، تشمل هذه الشبكة الشاملة من شراكات التعاون، القوى التقليدية مثل الولايات المتحدة الأميركية[24] وألمانيا[25] وروسيا، والاقتصادات التي تنمو بسرعة مثل الصين والبلدان الصناعية الكبرى، بما فيها اليابان وكوريا الجنوبية. ويبيّن الجدول نفسه أيضًا شراكات مهمّة مع هيئات متعدّدة الجنسيات مثل الاتحاد الأوروبي[26] ومؤسسات مالية رئيسة مثل بنك التنمية الآسيوي والبنك الدولي. إنّ مجالات التعاون واسعة النطاق، وتعكس الطبيعة المتعدّدة الأوجه

19 Sanjeev Gupta & Gilles Pascual, "How Clean Energy Can Fuel Southeast Asia's Economic Growth," *EY*, 30/10/2021, accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/484WGdh

20 Xunpeng Shi, "The Future of ASEAN Energy Mix: A SWOT Analysis," *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, vol. 53 (2016), pp. 672 - 680.

21 Sopitsuda Tongsopit et al., "Energy Security in ASEAN: A Quantitative Approach for Sustainable Energy Policy," *Energy Policy*, vol. 90 (2016).

22 Tapan Sarker, Shanawez Hossain & K.M. Nazmul Islam, "Role of Regional Cooperation and Integration in Improving Energy Insecurity in South Asia," *Working Paper No: 1120*, Asian Development Bank Institute, 2020, accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/46KUg2E

23 APAEC Drafting Committee, "(2021-2025) ASEAN Plan of Action for Energy Cooperation (APAEC) 2016 - 2025 Phase II," ASEAN Centre for Energy, 23/11/2020, accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/3NeMZkF

24 "The United States-ASEAN Relationship," US Department of State, 3/8/2022, accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/3Re6LxK

25 "ASEAN-German Energy Programme (AGEP)," accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/483dUYH

26 Fabio Indeo, "ASEAN-EU Energy Cooperation: Sharing Best Practices to Implement Renewable Energy Sources in Regional Energy Grids," *Global Energy Interconnection*, vol. 2, no. 5 (2019), pp. 393 - 401.

لأمن الطاقة، مع التركيز على تطوير الطاقة المتجدّدة وكفاءة استخدام الطاقة وتطوير البنى التحتية وبناء القدرات. تجدر الإشارة إلى أنّ هذه الشراكات لا تتميّز برمزيّتها فحسب، بل أفضت إلى مشاريع ومبادرات ناجحة، تعمل على تعزيز مشهد الطاقة في دول آسيان، وتؤكد على الدبلوماسية الناجحة التي تنتهجها تلك الدول، وتعزّز رؤيتها الاستراتيجية في سياسة الطاقة.

الجدول (1)

أسماء بعض الشركاء الماليين أو التقنيين الرئيسين في مشاريع أمن الطاقة لدول آسيان خلال السنوات الأخيرة

البلد/ المنظمة	مجالات التعاون	مصادر التمويل/ الشركاء التكنولوجيون	أمثلة عن المشاريع
الولايات المتحدة الأميركية	تطوير الطاقة المتجددة وكفاءة استخدام الطاقة، التنظيم في قطاع الطاقة والترابط الإقليمي.	الحكومة الأميركية (من خلال الوكالة الأميركية للتنمية الدولية)[27]، الشركات الخاصة، الشراكة الاستراتيجية الشاملة بين الولايات المتحدة ورابطة آسيان، وشركة الاستثمار الخاص الخارجي[28].	خطة عمل للتعاون في مجال الطاقة بين آسيان والولايات المتحدة، محطة لتوليد طاقة الريح في إندونيسيا[29]، مشروع برنامج للطاقة المنخفضة الانبعاثات[30] في فيتنام[31].
كندا	تكنولوجيا الطاقة المتجددة، كفاءة استخدام الطاقة، حفظ البيئة.	الحكومة الكندية، الشركات الخاصة الكندية.	مشاريع تطوير الطاقة الكهربائية المائية في المنطقة.
ألمانيا	الطاقة المتجددة، كفاءة استخدام الطاقة، نقل المعرفة، بناء القدرات.	الحكومة الألمانية، الجمعية الألمانية للتعاون الدولي، الشركات الخاصة.	مشاريع مختلفة في مجال كفاءة استخدام الطاقة والطاقة المتجددة التي تدعمها الجمعية الألمانية للتعاون الدولي.
روسيا	الوقود الأحفوري، تعاون محتمل في قطاع الطاقة النووية.	الحكومة الروسية، الشركات الخاصة (مثل شركة Gazprom).	البحث عن مشاريع محتملة في قطاع الطاقة في المنطقة، مشاريع الغاز الطبيعي[32].
الصين	تطوير البنى التحتية، الطاقة المتجددة، تكنولوجيا قاعدة البيانات الخاصة بمعلومات الموارد العالمية (Grid Technology)	الحكومة الصينية، بنك التنمية الصيني، البنك الآسيوي للاستثمار في البنية التحتية، الشركات الخاصة.	المشاريع المختلفة الخاصة بالبنى التحتية وفقًا لمبادرة الحزام والطريق.

27 United States Agency for International Development (USAID).

28 Overseas Private Investment Corporation (OPIC).

29 "USAID SINAR: Accelerating Sustainable Energy Deployment in Indonesia," USAID, accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/47HzUsr

30 Vietnam Low Emission Energy Program (V-LEEP).

31 "United States, Ministry of Industry and Trade Launch $36 Million Clean Energy Project," *Press Release*, USAID, 3/6/2022, accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/46M8xMf

32 Ramona S. Visenescu, "Russian-ASEAN Cooperation in the Natural Gas Sector: Lessons from the Russian-Vietnamese Relation," *Energy Policy*, vol. 119 (2018), pp. 515 - 517.

البلد/ المنظمة	مجالات التعاون	مصادر التمويل/ الشركاء التكنولوجيون	أمثلة عن المشاريع
اليابان	البنية التحتية في قطاع الطاقة، كفاءة استخدام الطاقة، الطاقة المتجددة.	الحكومة اليابانية، الوكالة اليابانية للتعاون الدولي، الشركات الخاصة.	المساعدة في إنشاء البنى التحتية المتعلقة بالطاقة، مثل محطات توليد الطاقة وخطوط الإرسال.
كوريا الجنوبية	كفاءة استخدام الطاقة، الطاقة المتجددة، تكنولوجيا قاعدة البيانات الخاصة بمعلومات الموارد العالمية.	حكومة كوريا الجنوبية، الشركات الخاصة.	مشاريع مختلفة في قطاع الطاقة بمشاركة شركات كورية جنوبية.
الاتحاد الأوروبي	الترابط في مجال الطاقة، دمج الأسواق.	حكومة الاتحاد الأوروبي، بنك الاستثمار الأوروبي، الشركات الخاصة.	دعم خط أنابيب الغاز عبر آسيان ومشاريع شبكة كهرباء رابطة دول جنوب شرق آسيا.
بنك التنمية الآسيوية، البنك الدولي، ... إلخ	تطوير البنى التحتية، الطاقة المتجددة، كفاءة استخدام الطاقة، بناء القدرات، وصول الطاقة إلى المجتمعات المحرومة.	منظمات مختلفة مثل بنك التنمية الآسيوية، البنك الدولي، شراكات التمويل المشترك.	مشاريع عديدة في البنى التحتية في مجال الطاقة في منطقة رابطة آسيان.

لا يقتصر نجاح دول آسيان في جذب الاستثمار الأجنبي على هذه الدول؛ فقد تمكّنت مؤخرًا من جذب دولة الإمارات العربية المتحدة. وتعمل شركة مصدر Masdar، ومقرّها الإمارات، على التوسّع في جنوب شرق آسيا من خلال التخطيط لإطلاق أكبر محطة عائمة للطاقة الشمسية الكهروضوئية في إندونيسيا. يبدأ تشغيل مشروع «شيراتا» Cirata، الذي يهدف إلى حلّ مشكلة ندرة الأراضي وخفض انبعاثات الكربون، بحلول النصف الثاني من عام 2023، ما يوفر الطاقة لـ 50 ألف منزل في جاوة الغربية[33]. وإضافة إلى هذا المشروع، تسعى شركة مصدر إلى تصدير الطاقة المتجددة من إندونيسيا إلى سنغافورة. وعلى الرغم من مواجهة التحديات، مثل جائحة فيروس كورونا المستجد (كوفيد19-) والتغيّرات التنظيمية، فإنّ الشركة تخطّط لإنشاء المزيد من الشراكات، وتطوير منشآت إضافية للطاقة الشمسية، والنظر في الفرص المتاحة في مجال الطاقة الكهربائية المائية بوصفها جزءًا من استراتيجية النمو الإقليمية[34].

إنّ البلدان أو المنظمات التي تشارك في دعم مشاريع الطاقة في آسيان، غالبًا ما تتبنى أهدافًا جيوسياسيةً متباينةً، تراوح بين مجالات اقتصادية واستراتيجية وأيديولوجية. ومع ذلك، وعلى الرغم من الاختلافات في تطلّعاتها الجيوسياسية، فإنها تجد توافقًا في مصالحها لتأمين التعاون بهدف تعزيز أجنداتها الخاصة. ويعود هذا التوافق إلى الدور الأساسي الذي تؤديه آسيان بوصفها سوقًا مهمة بالنسبة إلى هذه البلدان، فضلًا عن التوافق العالمي بشأن أهميّة أمن الطاقة. من هنا، تساهم هذه الجهات الفاعلة من خارج الرابطة،

33 Overseas Private Investment Corporation (OPIC).

34 Ibid.

من خلال إنشاء الشراكات في مشاريع الطاقة، في تعزيز قدرة المنطقة على الوصول إلى مصادر الطاقة المستدامة والمتاحة.

تترسخ الرؤية الإقليمية لخطة عمل آسيان للتعاون في مجال الطاقة في التنمية المستدامة، مع التركيز على الطاقة المتجددة وكفاءة استخدام الطاقة. ويتوافق هذا الالتزام مع التوجه العالمي نحو مستقبل طاقة أكثر استدامة، ما يحوّل دول الرابطة إلى شركاء مناسبين للبلدان والقطاع الخاص التي تسعى إلى الاستثمار في مشاريع الطاقة طويلة الأمد. يُعدّ وجود رؤية إقليمية مشتركة لأمن الطاقة وآليات واضحة للتعاون، فضلاً عن التزام بالتنمية المستدامة، عوامل فعّالة في استراتيجية آسيان الناجحة، إذ هي تسعى لتأمين الدعم المالي والسياسي والتكنولوجي من عدد كبير من البلدان والمنظمات غير الأعضاء في الرابطة.

وفي حال أرادت إيران استنساخ هذه التجربة الناجحة، ينبغي لها أن تُعدّ استراتيجية تتضمّن هذه العناصر، ومصمَّمة بما يلائم ظروفها. وعمليّة صوغ رؤية واضحة لأمن الطاقة تتوافق مع أهداف التنمية المستدامة العالمية، وإنشاء آليات شفّافة للتعاون، وإنشاء بيئة مواتية للتكامل الاقتصادي، تعزّز على نحو كبير قدرةَ إيران على استقطاب الدعم الدولي لمشاريع الطاقة الخاصة بها. صحيحٌ أنّ هذا المسار قد يكون شائكًا نظرًا إلى السياق الجيوسياسي الخاص بإيران، غير أنّ مثل هذه الاستراتيجية قد توفر خطة محكمة لمستقبل الطاقة لديها.

في ما يلي، نناقش بصورة موسعة حالاتٍ محدّدة مستمدّة من تجارب فيتنام وتايلاند وسنغافورة وماليزيا. وقد أحرزت هذه البلدان، في إطار جنوب شرق آسيا وعلى الساحة العالمية، تقدّمًا كبيرًا في مختلف جوانب أمن الطاقة واستدامتها. وتجدر الإشارة إلى أنّ عملية نقل السياسات ضمن قطاع الطاقة لا تلتزم بآلية استنساخ بدائية، نظرًا إلى التعقيدات الجوهرية. ومع ذلك، يكمن الهدف الرئيس للورقة في تشجيع عملية تعلّم تقييمي Evaluative Learning Process مستقاة من نجاح البلدان التي تعيش أوضاعًا مشابهة لإيران. وتختلف هذه الاستراتيجية عن الممارسة الشائعة المتمثلة في مقارنةٍ مرجعيّة مع الدول المتقدّمة مثل ألمانيا والولايات المتحدة واليابان، وغيرها. توفر هذه الورقة إمكانية استخلاص دروس أكثر جدوى وسياقية وقابلة للتطبيق، ومن ثم، زيادة فرصة تحقيق تقدّم ملموس في سياسات الطاقة في إيران.

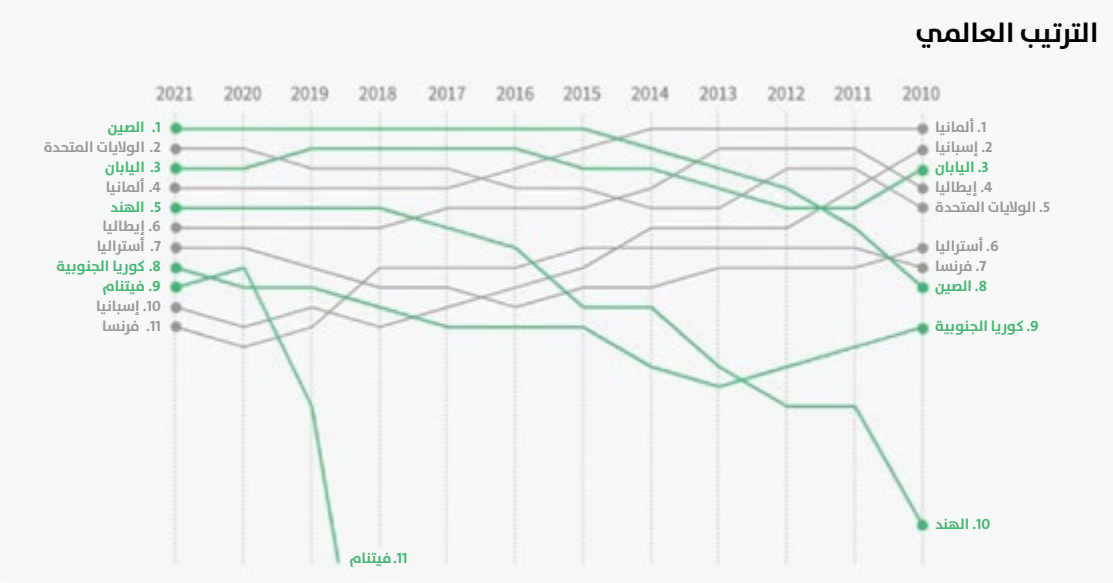
رابعًا: اعتماد النجاح الذي حقّقته فيتنام في مجال الطاقة الشمسية بهدف تحقيق تحوّل متسارع في الطاقة

شهدت فيتنام، في المدة 2010 - 2021، أعلى نموّ في الطلب على الكهرباء، بنسبة 125 في المئة مقارنة بمتوسط زيادة عالمي بنسبة 31.8 في المئة فحسب، في المدة نفسها. ومع ذلك، أظهرت نجاحًا كبيرًا في نشر الطاقة الشمسية على نطاق واسع. ويبيّن الشكل (3) أن توليد الطاقة، في غضون ثلاث سنوات فحسب (2018-2021)، ارتفع من الصفر تقريبًا إلى 22.65 تيراواطًا في الساعة الواحدة TWh[35].

35 Isabella Suarez, Achmed Shahram Edianto & Norm Waites, "The Sunny Side of Asia," CREA, 10/11/2022, accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/488zVW7

الشكل (3)

انتقال فيتنام من المرتبة 196 إلى المرتبة 9 ضمن الترتيب العالمي في مجال الطاقة الشمسية خلال عقد واحد



المصدر:

IRENA (2022), *Renewable Energy Statistics 2022*, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi;

EMBER's Global Electricity Review, 2022.

حقّقت بلدانٌ مثل الصين أو الولايات المتحدة تقدمًا ملحوظًا في مجال الطاقة المتجددة. غير أنّ النمو والتطور السريع لقدرات الطاقة المتجددة في بلدان جنوب شرق آسيا، مثل فيتنام، يوفّران فرصة لإيران للاستفادة من بلدٍ يواجه تحديات اقتصادية وهيكلية مماثلة. وتدلّ قفزة فيتنام السريعة في اعتماد الطاقة الشمسية وطاقة الرياح على قدرة الاقتصادات الناشئة على التغلّب على العقبات، في سبيل إنشاء قطاع مزدهر للطاقة المتجدّدة.

ساهمت السياسات الحكومية والدعم التنظيمي مساهمةً كبيرة في التطور الذي حقّقته فيتنام في مجال الطاقة المتجددة. فالاستراتيجية الوطنية لتطوير الطاقة في البلاد قد حدّدت هدفًا يكمن في توليد من 15 إلى 20 في المئة من كهرباء البلاد من مصادر متجدّدة بحلول عام 2030، ومن 25 إلى 30 في المئة بحلول عام 2045[36]. ويتماشى هذا الهدف مع التزام فيتنام باتفاق باريس للمناخ. وقد جرى تعزيز هذا الالتزام من خلال إطار قانوني شامل ساعد في ترسيخ نموّ قطاع الطاقة المتجددة. وأدّت عملية تطبيق التعريفات التفضيلية لإمدادات الطاقة المتجددة Feed-in tariffs, FITs على مشاريع طاقة الرياح والطاقة الشمسية دورًا مهمًا في جذب الاستثمارات إلى هذه القطاعات. وساهم السعر المحدّد السخيّ البالغ 9.35 سنتًا أميركيًا لكل كيلوواط في الساعة، الذي انتهى في حزيران/ يونيو 2019، وتبعته أسعار ثابتة مخفضة (للتعرفة التفضيلية لإمدادات الطاقة المتجدّدة 2) في الحثّ على إطلاق هذه المرحلة[37]. وقد أدى ذلك إلى رفع قدرة الطاقة الشمسية المركّبة إلى 17.6 غيغاواط بحلول نهاية عام 2020. وتواصل الحكومة تعديل أسعار طاقة الرياح والطاقة الشمسية بناءً على اتجاهات السوق، ووفقًا لآلية اتفاقية شراء الطاقة المباشرةDirect Power Purchase Agreement – DPPA[38].

36 "Resolution No 55NQ/TW on the Orientation of the National Energy Development Strategy of Vietnam to 2030 and Outlook to 2045," *Asia Pacific Energy Portal*, 2022, accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/3NbDvX9

37 Nguyen Linh Dan, "Vietnam's Renewable Energy Policies and Opportunities for the Private Sector," *The National Bureau of Asian Research*, 19/5/2022, accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/4a9aVj1

38 Mark Barnes, "Explained: Vietnam's FiT Rates for Solar and Wind Power Projects," *Vietnam Briefing*, 16/1/2023, accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/3uOANAM

علاوة على ذلك، قدّمت الحكومة حوافز للاستثمار، من قبيل الإعفاءات والتخفيضات الضريبية وأسعار الفائدة التفضيلية، وحوافز استخدام الأراضي لمشاريع الطاقة المتجددة. وتستفيد أنظمة ضريبة دخل الشركات في فيتنام والشركات العاملة في مجال الطاقة المتجدّدة، فضلاً عن الطاقة النظيفة وقطاع تحويل النفايات إلى طاقة، من معدّلات ضريبية تفضيلية وإعفاءات ضريبية، مثل الحقّ في الحصول على معدّل ضريبة تفضيلي بنسبة 10 في المئة مدّة 15 عامًا، وذلك على الدخل من إنتاج الطاقة المتجدّدة والطاقة النظيفة، وعملية تحويل النفايات إلى طاقة[39].

كما ذكرنا سابقًا، يُعدّ التعاون الدولي أو الإقليمي موضوعًا متكرّرًا بين العديد من دول آسيان، وقد ساهم التعاون الدولي والشراكات في التطوير السريع الذي حققته فيتنام لقدرتها في مجال الطاقة المتجدّدة. إذ تعاونت بفاعلية وأنشأت شراكات مع المنظمات الدولية والبلدان، لتعزز قدرتها في مجال الطاقة المتجددة. وقد طلبت المساعدة الفنية والمساعدات المالية والتمست دعم بناء القدرات من الشركاء العالميين. وقد ساعدها ذلك على الاستفادة من أفضل الممارسات الدولية وتمكّنت من الوصول إلى التكنولوجيات الحديثة. ويكمن أحد الأمثلة الأخيرة على ذلك في الإعلان عن شراكة التحوّل العادل في مجال الطاقة (فيتنام وائتلاف من المملكة المتحدة والولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي واليابان) بقيمة 15.5 مليار دولار أميركي في كانون الأول/ ديسمبر 2022، بهدف خفض انبعاثات الكربون على مدى يراوح بين 3 و5 سنوات، وزيادة استهلاك الطاقة المتجددة[40]. ووفقًا للبيان الحكومي الرسمي الصادر عن حكومة المملكة المتحدة، سيجري تنفيذ عملية التحوّل «بالتعاون مع المجتمع الدولي ودعمه، بما في ذلك البلدان المتقدمة، سواء من ناحية التمويل أو من ناحية نقل التكنولوجيا»[41]. وسيؤمّن القطاع العام نصف إجمالي الحزمة، إذ يحدّد البيان أنّ تمويل القطاع العام «يجب أن يكون بشروط أكثر جاذبية مما تستطيع فيتنام تأمينه في أسواق رأس المال»[42]. ومن المتوقع أن تؤمّن مجموعة من البنوك التجارية النصف المتبقّي من الحزمة، التي «ستعمل على حشد وتسهيل ما لا يقلّ عن 7.75 مليارات دولار من التمويل الخاص، بشرط حشد التمويل المحفّز للقطاع العام»[43].

يعدّد الجدول (2) سلسلةً من المساهمين في السياسات الذين دعموا التوسّع السريع في قدرة الطاقة الشمسية في فيتنام خلال فترة قصيرة جدًا. وقد يصبح العديد من هؤلاء المساهمين بنود عمل ربما يطبّقها صنّاع السياسات في إيران بهدف تحقيق تحوّل سريع في مشهد الطاقة المتجددة.

39 Valerie Teo & Nguyen Tan Tai, "Tax Incentives for Renewable Energy in Vietnam," *Bloomberg Tax*, 27/10/2020, accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/41dgxoH

40 James Guild, "Vietnam's $15.5 Billion Just Energy Transition Partnership Explained," *The Diplomat*, 4/1/2023, accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/3GySd7c

41 "Political Declaration on Establishing the Just Energy Transition Partnership with Viet Nam," *Policy Paper*, Gov. UK., 14/12/2022, accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/3NfzG3x

42 Ibid.

43 Ibid.

الجدول (2)

إطار السياسات الأساسي لتوسّع فيتنام الناجح في قدرتها في مجال الطاقة الشمسية والهيئة الداعمة المناسبة

الاستراتيجية	المساهم الأساسي أو الهيئة
دعم الحكومة وإطار السياسات	نشرت وزارة الصناعة والتجارة الخطّة المنقّحة السابعة لتنمية الطاقة، والتي تحدّد الأهداف الطموحة في مجال الطاقة الشمسية.
برامج التحفيز	أطلقت وزارة الصناعة والتجارة في فيتنام برنامج التعريفات التفضيلية لإمدادات الطاقة المتجددة في عام 2017، ما يوفّر سعرًا أعلى من سعر السوق في مجال الطاقة الشمسية مدّة 20 عامًا.
تخطيط البنى التحتية	أدّت شركة كهرباء فيتنام Electricity of Vietnam – EVN دورًا أساسيًا في تطوير البنى التحتية اللازمة للشبكة. وهي تصدر أيضًا الموافقات الخاصة بمشاريع الطاقة الشمسية للاتصال بالشبكة.
استثمار جذّاب	جذبت خطّة التعريفات التفضيلية لإمدادات الطاقة المتجددة، بما في ذلك، الحوافز الضريبية، مجموعة من المستثمرين الدوليين مثل شركات Sharp في اليابان[44]، Trina Solarg [45] Jinkog [46] ومنظمة JA China في الصين، وSchletter Groups في ألمانيا[47].
تنمية قدرات القوى العاملة	بدأت جامعات مثل جامعة هانوي للعلوم والتكنولوجيا وجامعة مدينة هوشي منه للتكنولوجيا في تقديم دروسٍ في تكنولوجيا الطاقة المتجدّدة وإدارتها.
المراقبة والتقييم	تُجري الحكومة تقييمًا منتظمًا، بخاصةٍ وزارة التجارة والصناعة ووزارة التخطيط والاستثمار، لضمان النجاح المستمر لبرنامج التعريفات التفضيلية لإمدادات الطاقة المتجددة، ولإجراء التعديلات عندما تدعو الحاجة إلى ذلك.
البحث والتطوير والابتكار التكنولوجي	أجرت أكاديمية فيتنام للعلوم والتكنولوجيا أبحاثًا تتعلّق بتحسين كفاءة الخلايا الشمسية. واستثمرت أيضًا العديد من الشركات الخاصة في التحديثات التكنولوجية.
تقييمات الأثر البيئي والاجتماعي	تفرض وزارة الموارد الطبيعية والبيئة إجراء تقييمات الأثر البيئي على جميع مشاريع الطاقة المتجددة. وتساعد هذه الدراسات في تحديد الآثار البيئية المحتملة والتخفيف من حدّتها.

44 "Sharp Energy Solutions Completes Solar Power Plant in Vietnam," *Power Technology* (2 July 2020), accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/487wNcO

45 Beatriz Santos, "Trina Solar's New 6.5 GW Vietnam Wafer Plant to Exclusively Supply US Market," *PV Magazine* (12 January 2023), accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/472G45j

46 "JinkoSolar's New 7GW Ingot/ Wafer Facility in Vietnam to Strengthen the Sustainability of its Global Supply Chain by 2022," JinkoSolar, 27/9/2021, accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/3T8L0SI

47 Petra Hannen, "Schletter Delivers Mounting Systems to 200 MW Vietnam Project," *PV Magazine*, 26/7/2018, accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/482icQ0

جدير بالذكر أيضًا أن فيتنام بعد النموّ المستمرّ الذي حقّقته في مجال قدرة الطاقة الشمسية لديها، وقعت ضحيّة نجاحها، إذ نجم عن هذا التوسّع السريع بعض التحديات. فخلال عام 2022، كانت خطوط الإرسال التي تربط مشاريع الطاقة المتجددة بالشبكة الوطنية، تفتقر إلى القدرة على التعامل مع الزيادات الكبيرة في الإمدادات، ما أدّى إلى تخفيف عمليات منتجي الطاقة على نطاقٍ صغير وحدّ من الطاقة الصناعية وفرض قيودًا عليها، ومنع الاستفادة الكاملة من الطاقة الشمسية التي يولّدها القطاع العام[48]. وبهدف معالجة هذه المشكلة، توصي هذه الورقة بأن يطبّق صنّاع السياسات تدابيرَ لضمان التطور الموازي للبنى التحتية للشبكة وقدرة الإرسال، إلى جانب التوسّع في توليد الطاقة المتجددة. وقد يشمل ذلك تخطيطًا طويل الأجل لبناء خطوط إرسال وغيرها من البنى التحتية للشبكة، فضلًا عن أطر تنظيمية من شأنها أن تسهّل دمج الطاقة المتجددة في الشبكة.

غير أن إيران على عكس فيتنام تواجه أزمة مياه كبيرة، وأيّ استراتيجية مستقبلية تتعلّق بالطاقة يجب أن تتطرّق إلى مسألة الترابط بين قطاعَي المياه والطاقة. وتبرز عملية إدماج أنظمة الطاقة الشمسية الموزّعة على نطاقٍ واسعٍ لتحلية المياه بوصفها استراتيجيةً مقنعة وقابلة للتطبيق في إيران، بسبب وفرة الإشعاعات الشمسية، ويمكن أن تحدّ هذه الأنظمة من المخاطر المحتملة للمشكلات التي قد تواجهها الشبكة أو شبكة الإرسال. يتماشى استخدام الطاقة الشمسية لتحلية المياه مع أطر سياسات الطاقة المستدامة، من خلال خفض انبعاثات غازات الدفيئة والاعتماد على الوقود الأحفوري، إضافةً إلى تعزيز الأمن المائي للقطاع الزراعي ولأغراض استخلاص مياه الشرب على حدٍّ سواء.

تُعدّ قابلية توسّع هذه الأنظمة ميزة أخرى، شرط أن تكون قادرة على التكيّف مع مجموعة واسعة من مستويات الطلب، بدءًا من فرادى المجتمعات الريفية وصولًا إلى المراكز الحضرية والصناعات الكبيرة. علاوة على ذلك، يُتوقّع أن تفضي التطورات التكنولوجية المستمرّة إلى تحسين فاعلية تقنيات الطاقة الشمسية وتحلية المياه، ما يعزّز من قدرتها على الاستمرار على نطاق واسع.

خامسًا: دروس مستفادة من مبادرات تايلاند في مجال كفاءة استخدام الطاقة وجمع بيانات متقدّمة للنظم المستدامة

تقدّم المبادرات التي أطلقتها تايلاند في مجال كفاءة استخدام الطاقة مثالًا جيدًا بالنسبة إلى إيران، لأنها تركّز على التدابير العمليّة والمنخفضة التكلفة التي يمكن تنفيذها عبر مختلف قطاعات الاقتصاد. فقد نجحت الحكومة التايلاندية في تقديم السياسات والحوافز التي حثّت على تبنّي التكنولوجيّات، والممارسات التي تتّسم بكفاءة استهلاك الطاقة في الصناعات والمباني وخدمات النقل. ويمكن تكييف هذه المبادرات بسهولةٍ أكبر مع السياق الإيراني، إذ قد تكون الموارد والميزانيات المخصّصة لتحسين كفاءة استخدام الطاقة محدودة.

بموجب خطة تنمية الطاقة البديلة Alternative Energy Development Plan, AEDP لعام 2018، المدرجة ضمن خطة تنمية الطاقة المنقّحة لعام 2018، تسعى الحكومة التايلاندية جاهدة إلى تطوير المزيد من محطات الطاقة المتجددة خلال العشرين سنة القادمة، وزيادة نسبة الطاقة المتجددة إلى 30 في المئة (بما في ذلك الطاقة المائية المستوردة) من إجمالي استهلاك الطاقة بحلول عام 2037. ويشمل ذلك 15.6 غيغاواط للطاقة الشمسية، و5.8 غيغاواط للكتلة الحيوية، و3 غيغاواط للرياح، و3 غيغاواط للطاقة المائية، بما في ذلك الواردات من لاوس، و0.9 غيغاواط من النفايات[49].

48 Lam Le, "After Renewables Frenzy, Vietnam's Solar Energy Goes to Waste," *Al Jazeera*, 18/5/2022, accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/46NbT1L

49 "Alternative Energy Development Plan (2018–2037) Thailand (2019)," *Climate Policy Database*, 2019, accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/4851FuF

وضعت تايلاند، التي تملك رؤية جريئة لكفاءة استخدام الطاقة، خطة واسعة النطاق لخفض كثافة استخدام الطاقة بنسبة 30 في المئة بحلول عام 2036 مقارنة بمستويات عام 2010، وذلك وفقًا لتقرير عن كفاءة استخدام الطاقة صدر عام 2022 عن وكالة الطاقة الدولية ومنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. تمثّل عمليّة إدخال التقنيات العالية الأداء في مجال الطاقة وتعزيزها، عنصرًا أساسيًا في استراتيجية تحوّل الطاقة هذه. في عام 2022، اعتمدت تايلاند، على نحوٍ استباقي، علامات أداء الطاقة العالية للمحرّكات الأحادية الطور 1-Phase Motors، والمحرّكات ثلاثية الطور 3-Phase Motors، وأجهزة التحكّم المتعدّدة السرعات Variable Speed Drives – VSDs. صحيحٌ أنّ استخدام العلامات المتعلّقة بأداء الطاقة مسألة اختيارية، إلّا أنها تُعدّ أداة أساسية لتوجيه الصناعات خلال عمليّة اختيار المعدّات الموفرة للطاقة؛ إذ قد يؤدي استخدام المحرّكات وأجهزة التحكّم ذات الكفاءة العالية إلى توفيرٍ كبير في الطاقة، ما يساهم في تحقيق هدف البلاد الطموح المتمثّل في تخفيف كثافة استخدام الطاقة. نفّذت تايلاند أيضًا، في إطار مواصلة جهودها لتحسين كفاءة استخدام الطاقة، تدابير سياسية مبتكرة لتسريع التحوّل إلى مرحلة المركبات الكهربائية. ففي أيار/ مايو 2022، أعلنت عن تقديم حوافز ضريبية وجمركية للمركبات الكهربائية للمدة 2022 - 2025. تهدف هذه التدابير، من خلال استهدافها تكلفة الشراء، إلى القضاء على الميزة الاقتصادية للمركبات التي تملك محرّكًا داخلي الاحتراق Internal Combustion Engine, ICE مقارنة بالمركبات الكهربائية، ومن ثم، تشجيع استخدام المركبات الكهربائية. وليس المسار الذي تتّبعه تايلاند في مجال كفاءة استخدام الطاقة معزولًا عن مبادرة آسيان الواسعة النطاق، بل يتوافق معها. وقد بدأت سبع دول من آسيان، بما في ذلك تايلاند، في تطبيق مواصفات المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس التي تُعرف بـ «إيزو» ISO 50001، على نحوٍ تدريجي، وهو معيار اختياري يركّز على إدارة الطاقة. والجدير بالذكر أن شهادات معيار الطاقة هذا قد ارتفعت بنسبة 24 في المئة من عام 2018 إلى عام 2021. وفي ما يتعلّق بخدمات النقل، يكمن هدف خريطة طريق لتخفيف استهلاك الوقود في دول آسيان، في تحقيق معدّل استهلاك للوقود يبلغ 5.3 لترات من مكافئ البنزين lge لكل 100 كيلومتر لمركبات التشغيل الخفيف Light-Duty Vehicles بحلول عام 2025، على عكس المتوسّط المقدّر لعام 2015، الذي يبلغ 7.2 لترات من مكافئ البنزين لكل 100 كيلومتر. صحيحٌ أنّ أيًّا من الدول الأعضاء في آسيان لم تعتمد حتى الآن ترشيد استهلاك الوقود، أو معايير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون لأيّ وسيلة من وسائل النقل، لكن تايلاند قد اتّخذت، إلى جانب إندونيسيا وماليزيا وسنغافورة، خطواتٍ مهمّةً من خلال اتفاق شمل عمليات القياس التقني. أصبحت عملية وضع علامات للترشيد في استهلاك الوقود وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون لكل كيلومتر مسألة إلزامية في تايلاند؛ بهدف تمكين المستهلكين من اتخاذ خيارات واعية. وتهدف هذه المبادرة إلى تشجيع تفضيل المستهلك للمركبات الموفرة للطاقة والمنخفضة الانبعاثات، ومن هنا، تعزيز قطاع السيارات الأكثر استدامة على نحو غير مباشر. وتبنّت تايلاند أيضًا وجهة واضحة، وهي أن تصبح رائدة في سوق المركبات الكهربائية. وتحدّد خارطة الطريق التي وضعتها أهدافًا جريئة، مثل أن يكون 30 في المئة من إنتاج المركبات المحلية مركبات عديمة الانبعاثات Zero-Emission Vehicles, ZEVs بحلول عام 2030، و100 في المئة من تسجيلات المركبات الجديدة مركبات عديمة الانبعاثات بحلول عام 2035 [50].

تقدّم تايلاند أيضًا مثالًا ناجحًا في استفادتها من دعم المنظمات الدولية مثل البنك الدولي. ففي إطار برنامج شراكة التأهب للسوق Partnership for Market Readiness, PMR، تمكّنت البلاد من تصميم أدوات جديدة لتسعير الكربون وتطبيقها، للحدّ بشكلٍ فعّالٍ من انبعاثات غازات الدفيئة. وقد ساعدت هذه الشراكة تايلاند على تطوير خطة قاعدة بيانات لشهادة أداء الطاقة، ونظام القياس والإبلاغ والتحققMeasuring, Reporting and Verification, MRV لقياس كفاءة استخدام الطاقة في المباني التجارية والصناعات؛ وذلك بهدف تقييم

50 International Energy Agency, *Energy Efficiency 2022* (Paris: 2022), accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/3GtBe6a

الإطار القانوني لمخطّط تبادل حقوق إطلاق الانبعاثات Emissions Trading Scheme، الذي يهدف إلى تجاوز المستوى الإجمالي لانبعاثات غازات الدفيئة ويسمح لتلك الصناعات ذات الانبعاثات المنخفضة ببيع حصصها الإضافية إلى أكثر الصناعات المسبّبة للانبعاثات[51].

ومن خلال مبدأ [المستثمر ورجل الأعمال الأميركي] جون دوير في كتابه **قياس ما يهم** *Measure What Matters*، ربما يتأكد لنا أنّ على المرء، في مجال كفاءة استخدام الطاقة تمامًا كما في عالم الأعمال، أن يحسّن ما يقيسه[52]. فتطوير برنامج مثل نظام القياس والإبلاغ والتحقق وتنفيذه على نحو كاملٍ قد يكون محوريًا في الخطوة التي ستتبعها إيران لإطلاق مبادرات منهجية في مجال كفاءة استخدام الطاقة. ويُعدّ القياس الدقيق لاستهلاك الكهرباء وانبعاثات غازات الدفيئة والاتجاهات والخسائر، والوفورات المحتملة بعضًا من النتائج المباشرة الناجمة عن محاكاة نظام القياس والإبلاغ والتحقق من تايلاند. وبهدف محاكاة نظام تايلاند هذا، يجب على إيران اتّباع نهج متعدّد الجوانب، يشمل تعاونًا قويًّا بين الوكالات وعملية بناء قدرات شاملة، إضافةً إلى إجراء تعديلات تشريعية حصيفة. في الإطار نفسه، يجب على الهيئات الحكومية الأساسية مثل وزارة الطاقة ووزارة الصناعة والتعدين والتجارة ووزارة البيئة أن تتعاون على نحو وثيق، ما قد يستوجب إجراء تعديلات تشريعية لدعم الأساس القانوني لنظام القياس والإبلاغ والتحقّق، وتحديد الالتزامات الخاصة بكل قطاع. وقد يمثّل التعزيز المنهجي لقدرة إيران على قياس استخدام الطاقة والانبعاثات بصورة دقيقة، جزءًا لا يتجزأ من هذه العملية. ويتضمّن ذلك تدريب الموظفين والاستثمار في المعدّات ذات الصلة، ووضع منهجيات موحّدة لعملية القياس. وفي الوقت نفسه، يُعدّ تطوير نظام متين لإدارة البيانات أمرًا بالغ الأهمية، لتسهيل عملية إعداد التقارير وتخزين البيانات بفاعلية، وهي مهمّة قد تتطلّب مشاركة وزارة تكنولوجيا المعلومات والاتصالات، وقد تكون أساسية في مجال تكنولوجيا المعلومات.

تُعدّ المعلومات التي قدّمتها مجموعة عمل نظام القياس والإبلاغ والتحقق ضمن إجراءات التخفيف الملائمة وطنيًا في مجال التبريد وتكييف الهواءRefrigeration and Air Conditioning Nationally Appropriate Mitigation Action – RAC NAMA[53] في تايلاند، مثالًا ممتازًا عن كيفية تحقيق وفورات كبيرة في استهلاك الكهرباء وانبعاثات غازات الدفيئة على حدٍّ سواء، وذلك في قطاعات مختلفة مثل القطاعَين السكني والتجاري.

لا شكّ في أنّ وجود نظام قياس وإبلاغ وتحقق فعّال قد يكون بمنزلة حجر أساس لأنظمة إدارة الطلب على الطاقة الذكية في المستقبل في بلدٍ مثل إيران؛ حيث تؤدي أنظمة القياس والإبلاغ والتحقق، من خلال توفير بيانات دقيقة عن استهلاك الطاقة والانبعاثات، دورًا جوهريًا في صوغ استراتيجيات الاستجابة للطلب، وهي أساسية في عملية إدارة الطاقة الذكية. تعتمد مثل هذه الاستراتيجيات على بيانات دقيقة لضبط استهلاك الطاقة بفاعلية استجابةً لشروط الإمداد. إضافةً إلى ذلك، إنّ الفهم التفصيلي لأنماط استخدام الطاقة، التي توفرها أنظمة القياس والإبلاغ والتحقق، أساسي من أجل التخطيط التطلّعي للبنى التحتية وإدارة الشبكة بكفاءة، بخاصةٍ مع تطوّر أنظمة الطاقة لتصبح أشدّ ترابطًا. ويوفّر نظام القياس والإبلاغ والتحقق مجموعة بيانات وافرة، من شأنها أن تدعم التشغيل الأمثل للتقنيات المتقدّمة، مثل العدّادات الذكية وأنظمة تخزين الطاقة وموارد الطاقة الموزّعة.

---

51 "Supporting Thailand's Climate Goals through the World Bank Partnership for Market Readiness," *The World Bank*, 15/11/2021, accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/3Tduz7u

52 John E. Doerr, *Measure What Matters: How Google, Bono, and the Gates Foundation Rock the World with OKRs* (New York: Penguin, 2018).

53 Irene Papst & Johanna Gloel, "Project MRV Tool Guidelines Thailand Refrigeration and Air Conditioning Nationally Appropriate Mitigation Action (RAC NAMA)," Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 2021, accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/3T9yRwT

سادسًا: دروس سنغافورة المستقاة من مشروع المدينة الذكية للتحوّل الحضري القائم على البيانات في مجال الطاقة والاستدامة

أدى النموّ المتسارع للمناطق الحضرية إلى زيادة الطلب العالمي على الطاقة وانبعاثات الكربون. ومع تزايد الحاجة إلى التخفيف من هذه الآثار البيئية، جاء أنموذج المدينة الذكية ليقدّم نهجًا قابلًا للتطبيق، يركّز على كفاءة استخدام الطاقة والإدارة المستدامة للموارد. ويستفيد أنموذج المدينة الذكية من التكنولوجيا المتقدّمة وصنع القرار القائم على البيانات لتحديث الخدمات العامة وخفض استهلاك الطاقة، وتعزيز الاستدامة. وتقف سنغافورة شاهدةً على هذا التحوّل، إذ أدمجت تقنيات ذكية بطريقة استراتيجية ضمن بنيتها التحتية الحضرية[54].

أما بالنسبة إلى بلدانٍ مثل إيران، التي تواجه متطلّبات التوسّع الحضري السريع وإدارة مدنٍ كبيرة مثل طهران، فقد يكون اعتماد استراتيجيات المدن الذكية أمرًا فعّالًا في مواجهة تحدّيات مثل الازدحام المروري وتلوّث الهواء، وهدر الطاقة. وكما ذكرنا سابقًا، في إطار مناقشة نظام القياس والإبلاغ والتحقق في تايلاند، تكمن القوّة الدافعة لهذا التحوّل في جمع البيانات والدراسات التحليلية. فمن خلال استخدام هذه الأدوات، تستطيع المدن تنفيذ قرارات قائمة على البيانات وتحديد أوجه القصور وتوقّع المتطلّبات المستقبلية، إضافة إلى تعزيز بيئة لمستقبل حضري يتّسم بالاستدامة والقدرة على التجدّد.

تعتمد مبادرات المدن الذكية في سنغافورة على عقود من التخطيط والاستثمار، فقد كانت البلاد في طليعة البلدان التي استفادت من التكنولوجيا لتعزيز التنمية الاقتصادية والخدمات العامة منذ أوائل ثمانينيات القرن العشرين. وبدأت رحلة الدولة الجزيرة نحو التحوّل إلى مدينة ذكية مع إدخال الخطة الوطنية للحوسبة National Computerization Plan, NCP في عام 1980، التي سعت إلى تحديث الخدمة المدنية من خلال الحوسبة. وقد جرى تعزيز هذه الخطّة بصورة أكبر من خلال صوغ الخطة الوطنية لتكنولوجيا المعلومات لعام 1986، التي ركّزت على تعزيز الإلمام بتكنولوجيا المعلومات بين السنغافوريين، ما يعكس فهم الحكومة المبكر للدور المحوري الذي ستؤديه تكنولوجيا المعلومات في المستقبل. وقد جرى إدخال خطة تكنولوجيا المعلومات لعام 2000، IT2000، التي تصوّر سنغافورة بوصفها «جزيرة ذكية». وترمي خارطة الطريق الشاملة هذه إلى استخدام تكنولوجيا المعلومات بهدف تحسين نوعيّة حياة المواطنين في البلاد وتحفيز النموّ الاقتصادي. وربطت هذه الخطّة بداية المنازل والشركات بشبكة الإنترنت، وصولًا إلى الترويج لتكنولوجيا المعلومات في التعليم والتجارة، محوّلةً سنغافورة إلى اقتصاد قائم على المعرفة وقادر على المنافسة على الصعيد العالمي[55]. وفي مطلع القرن الحادي والعشرين، قدّمت الحكومة خطط عمل الحكومة الإلكترونية eGAP I وeGAP II في عامَي 2000 و2003 على التوالي. وكانت هذه الاستراتيجية بمنزلة خطوة نحو تحسين الخدمات العامة من خلال إيصالها إلكترونيًا، فضلًا عن تحسين كفاءة الوظائف الحكومية وإمكانية الوصول إليها [56]. ومثّلت مبادرة الأمة الذكية لعام 2015 (iN2015) مبادرة أخرى أُطلقت في عام 2006، وسعت إلى تحويل سنغافورة إلى أمة

54 "Challenges and Opportunities of Developing Smart Cities in Emerging Economies," *Plug and Play APAC*, 28/3/2023, accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/3Rvo3YF

55 Chun Wei Choo, "National Computer Policy Management in Singapore: Planning an Intelligent Island," *Association for Information Science and Technology*, vol. 32 (1995), pp. 152 - 156.

56 Lee Hsien Loong, "Launch of e-Government Action Plan II (eGAP II)," *Infocomm Media Development Authority*, 15/7/2003, accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/3sYW7TI

ذكيّة ومدينة عالمية يدعمها جهاز منفّذ لنظام المعلومات التجارية عن السلع الأساسية INFOCOMM، في إطار زمني مدته 10 سنوات[57].

ومع ذلك، فإنّ المشهد الحالي للمدينة الذكية في سنغافورة هو في المقام الأوّل نتيجة إطلاق مبادرة الأمة الذكيّة في عام 2014، التي تهدف إلى الاستفادة من التكنولوجيا الرقمية لتعزيز التنمية الاجتماعية والاقتصادية، وتحفيز النموّ المستدام. وتتمحور الاستراتيجية حول العديد من المشاريع الوطنية الأساسية مثل منصة استشعار الأمة الذكية Smart Nation Sensor Platform, SNSP، والهوية الرقمية الوطنية National Digital Identity, NDI والمدفوعات الإلكترونية، ومشروع LifeSG للخدمات الحكومية الإلكترونية، والدستور الغذائي CODEX، ومشروع الخدمات الحكومية للأعمال GoBusiness، ومشروع بُنغُل للبلدة الذكية Punggol Smart Town [يجمع بين العالمين الصناعي والأكاديمي من خلال التكنولوجيا الرقمية]، ومشروع التنقّل الحضري الذكيSmart Urban Mobility [58].

يستند جزء كبير من رؤية «الأمة الذكية» في سنغافورة إلى كفاءة استخدام الطاقة من خلال محاولات نظام الطاقة الذكي Intelligent Energy System، مثل محاولة متابعة المستهلكين وتوجيههم من خلال العدّادات الذكية، وتحسين كفاءة استخدام الطاقة من خلال مشروع إضاءة الشوارع الذكية[59]. تعاني العديد من المدن الكبرى مشكلةً كبيرةً تتمثل في الازدحام المروري؛ إذ إنها تؤدي إلى زيادة استخدام الطاقة وزيادة انبعاثات العوادم، ما يُلحق ضررًا كبيرًا بالنظم البيئية الحضرية ويؤدي إلى تدهور نوعية الحياة[60]. وتشير الأبحاث إلى أن مبادرات المدن الذكية قد تساهم على نحو رئيس في خفض انبعاثات غازات الدفيئة الناتجة من وسائل النقل على المدى الطويل[61].

تستخدم هيئة النقل البري Land Transport Authority, LTA في سنغافورة البيانات المفتوحة والدراسات التحليلية Open Data & Analytics لخدمات النقل الحضري في مبادرة الأمة الذكيّة للتنقّل الحضري بهدف معالجة الازدحام المروري، من خلال اتّخاذ عدّة تدابير مثل استخدام أجهزة استشعار مثبّتة في الحافلات العامة لجمع معلومات عن موقعها الآني، وأوقات وصولها إلى محطّات مختلفة. وتشمل هذه التدابير أيضًا جمع بيانات مجهولة المصدر من بطاقات الأجرة الخاصة بالركاب للمساعدة في تحديد الطرق المزدحمة، ما يتيح إدارة أساطيل الحافلات والاستجابة لطلب الركاب بصورة أفضل. إضافة إلى ذلك، تُستخدم مجموعة من بيانات حركة المرور الآنية وبيانات الطقس والبيانات التاريخية للمساعدة في إدارة حركة المرور على الطرق. وفي السنوات المقبلة، سيستخدم نظام الجيل القادم لتسعير الطرق الإلكترونيElectronic Road Pricing, ERP بيانات حركة المرور الآني، للتدخّل بفاعلية أكبر، من خلال ضبط توقيت إشارات المرور وإعطاء الأولوية للحافلات[62].

في عام 2021، أعلنت الحكومة عن خطة سنغافورة الخضراء 2030 بوصفها حركة تشمل الأمة بأكملها، وتهدف إلى تعزيز أجندة البلاد الوطنية بشأن التنمية المستدامة. وتتألف هذه الخطة من خمس ركائز من شأنها أن

57 "Realising the iN2015 Vision: Singapore: An Intelligent Nation, A Global City, Powered by Infocomm," Infocomm Development Authority of Singapore (iDA) (May 2015), accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/48oBejV

58 "Our Strategic National Projects," Smart Nation Singapore, accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/472HM6J

59 Sang Keon Lee et al., "International Case Studies of Smart Cities: Singapore, Republic of Singapore," *Case Study*, Inter-American Development Bank, June 2016, accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/3Ram7DA

60 Yuhui Guo, Zhi Tang & Jie Guo, "Could a Smart City Ameliorate Urban Traffic Congestion? A Quasi-Natural Experiment Based on a Smart City Pilot Program in China," *Sustainability*, vol. 12, no. 6 (2020).

61 Jakub Zawieska & Jana Pieriegud, "Smart City as a Tool for Sustainable Mobility and Transport Decarbonisation," *Transport Policy*, vol. 63 (2018), pp. 39 - 50.

62 "Open Data & Analytics for Urban Transportation," Smart Nation Singapore, accessed on 22/1/2024, at: http://tinyurl.com/mdfff68n

تؤثر في جميع جوانب حياة المواطنين، وهي: المدينة في الطبيعة والعيش المستدام وإعادة ضبط الطاقة والاقتصاد الأخضر والمستقبل القادر على الصمود[63].

تهدف الركيزة المتعلّقة بإعادة ضبط الطاقة ضمن الخطة إلى استخدام مصادر طاقة أكثر نظافة في جميع القطاعات. وتحثّ سنغافورة باستمرار على تركيب الألواح الشمسية على نحو واسع، بما في ذلك على أسطح المنازل والخزانات، وغيرها من المساحات المفتوحة. والهدف هو زيادة نشر الطاقة الشمسية خمسة أضعاف، إلى ما لا يقلّ عن 2 غيغاواط حدًّا أقصى بحلول عام 2030، أي ما يعادل تزويد نحو 350 ألف أسرة بالطاقة سنويًا، إلى جانب نشر أنظمة تخزين الطاقة Energy Storage Systems, ESS لمعالجة تقطّع الطاقة الشمسية وتعزيز تجدّد الشبكة[64].

تمثّل المباني أكثر من 20 في المئة من مصدر الانبعاثات في سنغافورة، وتُعدّ عمليّة تحويلها إلى مبانٍ صديقة للبيئة استراتيجية رئيسة. وتهدف الحكومة إلى تحويل 80 في المئة منها إلى مبانٍ صديقة للبيئة بحلول عام 2030، وجعل 80 في المئة من المباني الجديدة عبارة عن مبانٍ منخفضة الطاقة بصورة كبيرة. وسيجري العمل على حثّ المباني الأكثر خضرة على تحسين كفاءة استخدام الطاقة بنسبة 80 في المئة[65]. ويبرز مثالٌ آخر يتعلق بتطبيق التقنيات الرقمية المتقدّمة يتمثل في مشروع تنغاه Tengah في سنغافورة، الذي تعرض الدولة من خلاله عملية تطوير البنية التحتية الذكية، الممارساتِ والهياكل في مجال الطاقة المستدامة، والمصمّمة باستخدام المحاكاة بالحاسوب، فضلًا عن تحسين تدفّق الرياح لتخفيض الحرارة والحفاظ على الطاقة. وتشدّد الميزات الموفرة للطاقة، مثل الإضاءة الآلية والنظام المركزي للتبريد، على التزام منطقة تنغاه بالحدّ من استهلاك الطاقة[66].

تعكس العديد من المناطق الحضرية الكبيرة في إيران، مثل طهران، المشكلات التي تواجهها المدن الكبرى من قبيل تلوّث الهواء والاستدامة البيئية والازدحام المروري وكفاءة استخدام الطاقة. وقد يمثّل إطار المدينة الذكية عاملًا أساسيًا في التخفيف من حدّة هذه المشكلات، وتحسين نوعية الحياة لسكان المدينة. يمكن أن يساعد أنموذج المدينة الذكية في تخفيف الانبعاثات والمخاطر البيئية المرتبطة بأنشطة المركبات والأنشطة الصناعية. ويكمن أحد العناصر الأساسية لهذا النهج في تطبيق استراتيجية واقعية للتنقل الذكي، وهي استراتيجية تدمج التقنيات الذكية للتعقّب الزمني الآني والتوجيه الأمثل لحركة المرور. ولهذه الاستراتيجية جزء أساسي آخر وهو اعتماد شبكة ذكية لتحقيق الاستهلاك الأمثل للطاقة، ومن ثم، تشجيع استخدام مصادر الطاقة المتجدّدة وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفوري. تُعرف طهران بالازدحام المروري الكثيف، الذي تطول بموجبه فترات السفر، ويزيد من التلوّث ويخفّض من نوعية الحياة بصورة عامة في المدينة. وقد يؤدي التشجيع على اعتماد أنظمة ذكية لإدارة حركة المرور، يعزّزها الذكاء الاصطناعي وتقنية إنترنت الأشياء Internet of things, IoT، إلى تحسين التحكّم في حركة المرور في الزمن الآني على نحو ملحوظ. ويخفف هذا النظام الازدحام المروري ويحسّن استخدام الطرق ويعزز الكفاءة الشاملة. وقد تختصر، بصورة كبيرة، مواقف السيارات الذكية - وهي مبادرة أساسية أخرى - الوقت المستغرق في البحث عن موقف للسيارات، وهو من الأسباب المعروفة للازدحام المروري.

---

63 "Overview," Green Plan Singapore 2030, accessed on 22/1/2024, at: http://tinyurl.com/3jm6pvse

64 "Energy Reset," Green Plan Singapore 2030, accessed on 22/1/2024, at: http://tinyurl.com/yc3t39bn

65 Joanne Poh, "Singapore Green Plan 2030: 7 Money-Saving Initiatives to Adopt Today," *AsiaOne*, accessed on 22/1/2024, at: http://tinyurl.com/4yw3hemb

66 Natalie Marchant, "Singapore is Building a 'Forest Town' with Abundant Green Spaces and Underground Roads," *World Economic Forum*, 16/4/2021, accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/46Mhe9l

سابعًا: اعتماد استراتيجيات شركة بتروناس لخفض انبعاثات الكربون بوصفها أنموذجًا لشركات النفط الوطنية67 في آسيان

تُعدّ شركة بتروناس الماليزية [العالمية للطاقة] [68]، أقوى علامة تجارية في مجال النفط والغاز في العالم، وهو لقب احتفظت به منذ عام 2020. وفي عام 2023، بلغت درجة مؤشر قوة العلامة التجاريةBrand Strength Index, BSI 89 من أصل 100، وحصلت على التصنيف الموافق «أي AAA»[69]. وتعود الدرجة العالية التي صُنّفت بها الشركة ضمن مؤشر قوة العلامة التجارية جزئيًا إلى التزامها في مجال تحوّل الطاقة على مستوى الصناعات وتنوّع الطاقة، وتحسين الاستدامة[70]. وفي عام 2021، التزمت شركة الطاقة الماليزية بتروناس بمبادرة البنك الدولي لوقف الحرق التلقائي للغاز Zero Routine Flaring بحلول عام 2030، وفريق العمل المعني بالإفصاحات المالية المتصلة بالمناخTask Force on Climate-related Financial Disclosures. ويتماشى ذلك مع هدفها المتمثل في تحقيق الانبعاثات الصافية الصفرية للكربون بحلول عام 2050. وبموجب مبادرة وقف الحرق التلقائي للغاز، تعهّدت شركة بتروناس بتفادي هذا الحرق ووضع حدّ له في مشاريع تطوير حقول النفط بحلول عام 2030. وستبدأ، في عام 2023، في إعداد تقارير سنوية ومتاحة للجمهور عن بيانات الحرق التلقائي للغاز الخاصة بها. ويُعدّ هذا الأمر جزءًا من مساهمة شركة بتروناس في الالتزامات التي تعهّدت بها ماليزيا بموجب اتفاق باريس للمناخ[71].

يُعدّ حرق الغاز عاملًا مهمًّا في انبعاث كميّات كبيرة من الملوّثات، بما في ذلك ثاني أكسيد الكربون وأكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين والهيدروكربونات، والتي ينجم عنها جميعًا آثارٌ ضارة بصحة الإنسان وبالبيئة بصورة عامة. بناءً عليه، فإنّ الأولوية المتزايدة عند الصناعات المعنية تكمن إما في خفض أنشطة حرق الغاز وإما في استعادة الغازات المنبعثة أثناء عملية الحرق. والجدير بالذكر أنّ إيران، من خلال انبعاثاتها السنوية البالغة 17.4 مليار متر مكعّب من الغازات المشتعلة، كانت ثالث أكبر مساهم في حرق الغاز على المستوى العالمي في عام 2021 [72].

إضافةً إلى الآثار البيئية لعملية حرق الغاز، تتكبّد إيران خسائرَ مالية كبيرة من جراء حرق الغاز (والتنفيس). ومن منظورٍ مقارن، استوردت كوريا الجنوبية، بوصفها ثالث أكبر مستورد للغاز الطبيعي في العالم، ما يقارب الـ 60 مليار متر مكعب في عام 2021 [73]. ومن اللافت أن حجم الغاز الطبيعي الذي حرقته إيران يتجاوز 28 في المئة من حجم الغاز الذي استوردته كوريا الجنوبية في العام نفسه. وتتيح مقاربة أخرى فهم هذا الرقم على نحو أفضل، من خلال تقييم إنتاجية الكهرباء لشحن المركبات الكهربائية. على افتراض أنّ متوسط كفاءة محطة توليد الكهرباء يبلغ 50 في المئة، مع خسارة 15 في المئة بسبب عوامل مثل النقل وتحويل شحن المركبات الكهربائية، وباستخدام سيارة تسلا 3، Tesla Model 3، بوصفها مثالًا للمركبات الكهربائية بمتوسط نطاق يبلغ 300 ميل، و50 شحنًا كاملًا سنويًا، يمكننا أن نقدّر تقريبًا أنّ 17.4 مليار متر مكعب من الغاز قد تشحن أكثر من 20 مليون سيارة تسلا 3 سنويًا.

---

67 National Oil Company.

68 Petroliam Nasional Berhad (National Petroleum Limited).

69 "PETRONAS: Ramping Up Efforts Towards a Lower Carbon Future," *Brand Finance*, 20/3/2023, accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/3uQsFQf

70 Ibid.

71 "PETRONAS Promotes Transparency on Climate-Related Disclosures," *Media Release*, PETRONAS, 4/11/2021, accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/47MgJxr

72 Mohammad Shahab-Deljoo et al., "A Techno-Economic Review of Gas Flaring in Iran and Its Human and Environmental Impacts," *Process Safety and Environmental Protection*, vol. 173 (May 2023), pp. 642 - 665.

73 International Energy Agency, *Korea Natural Gas Security Policy*, 7/3/2023, accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/41rEsRr

يكمن جزءٌ من الجهود التي تبذلها شركة بتروناس للحدّ من انبعاثات غازات الدفيئة لديها في تحديد الأهداف المتمثلة في خفض انبعاثات غاز الميثان من النطاق 1 والنطاق 2 [74]؛ إذ تسعى الشركة إلى خفض انبعاث غاز الميثان بنسبة 50 في المئة في عملياتها العالمية بحلول عام 2025، مقارنةً بمستويات عام 2019، أي زيادة بنسبة 70 في المئة بحلول عام 2030 [75]. ويدلّ ذلك على وجود نمط متكرّر لإنشاء إطار قياس منهجي يُعدّ عنصرًا أساسيًا ضمن دراسات الحالة التي تتناولها هذه الورقة.

وعلى غرار الأمثلة الأخرى المتعلّقة بآسيان، تُعدّ الشراكة مع البنك الدولي من خلال الشراكة العالمية لتخفيض حرق الغازات Global Gas Flaring Reduction, GGFR، ومبادرة وقف الحرق التلقائي للغاز، أساسية لنجاح ماليزيا وشركة بتروناس في السير نحو تحقيق أهداف التنمية المستدامة. ومن خلال محاكاة استراتيجية شركة بتروناس في إزالة الكربون Decarbonization Strategy، تستطيع إيران إعطاء الأولوية لعملية مراقبة انبعاثات غاز الميثان وغيره من غازات الدفيئة في قطاعات المواد النهائية، ومن ثم خفضها. عملت شركة بتروناس باستمرار على توسيع حضورها العالمي، وأنشأت مشاريع مشتركة مع شركات النفط الوطنية الكبرى الأخرى التي تبدو متماشية مع استراتيجيتها[76]، ما يجعل الشراكات معها خيارًا قابلًا للتطبيق بالنسبة إلى إيران. ويسهّل ذلك الاستثمار في تقنيات قياس حديثة يمكنها تحديد مصادر الانبعاثات بدقة، إلى جانب تنفيذ بروتوكولات موحّدة لإعداد تقارير متّسقة وشفافة. ليست إيران قادرة على خفض الانبعاثات فحسب بل يمكنها أيضًا تحسين الكفاءة التشغيلية، وذلك من خلال تحديد هدف وقف الحرق التلقائي للغاز وتنفيسه، ويجب أن تسعى إلى تحقيقه. وقد تُعدّ التحسينات نقطة انطلاق لبذل المزيد من المساعي في إزالة انبعاثات الكربون، بما في ذلك زيادة كفاءة استخدام الطاقة، وعمليات إنتاج الهيدروجين النظيف والبحث عن تكنولوجيات احتجاز الكربون.

خاتمة

تشدّد ورقة تحليل السياسات هذه على أنّ تحوّل الأنموذج الذي طرأ على مشهد الطاقة العالمي يستلزم بالمثل تغييرًا جذريًا في سياسات إيران المتعلّقة بالطاقة. وتزداد هذه الضرورة إلحاحًا بفعل تصاعد أزمة أمن الطاقة المحلية واستدامتها داخل البلاد، فضلًا عن المخاوف الدولية بشأن مساهماتها في تغيّر المناخ وزيادة انبعاثات غازات الدفيئة. في هذا السياق، تناولت هذه الورقة إمكانية أن تكون دول آسيان نماذج عملية قد تحتذي بها إيران. صحيحٌ أنّ هذه الدول لا تتمتّع بمكانة القوة العظمى أو البلدان المتقدّمة صناعيًا، غير أنّ إنجازاتها الملحوظة في مبادرات الطاقة المستدامة تجعلها أشدّ صلة بالسياق الاجتماعي والاقتصادي لإيران؛ إذ إنّ قدرتها على تجاوز التعقيدات الجيوسياسية بهدف استقطاب الدعم المالي والتكنولوجي من مختلف البلدان والمنظمات الدولية، أمرٌ يستحق الوقوف عنده. علاوة على ذلك، تقدّم شراكاتها الإقليمية والدولية الناجحة خطة محكمة تستطيع إيران المشاركة فيها وتبنّيها.

تناولت الورقة أربع دراسات حالة محدّدة متعلّقة بدول آسيان، وهي: فيتنام وتايلاند وسنغافورة وماليزيا. وبيّنت كلّ منها نهجًا متميّزًا في مجال الطاقة المستدامة، وقدّمت دروسًا لإيران بهذا الشأن. ويسلّط التطوّر المتسارع الذي حقّقته فيتنام في البنى التحتية للطاقة المتجددة، بخاصةٍ الطاقة الشمسية، الضوء على إمكانات الموارد المتجدّدة. أما بالنسبة إلى أوجه التقدّم البارزة التي حقّقتها تايلاند في مجال كفاءة استخدام الطاقة، والتي رافقتها عمليّة تطبيق أنظمة قياس أداء الطاقة والإبلاغ عنها، فهي تجسّد أهميّة الابتكار

74 "Scope 1 and Scope 2 Inventory Guidance," US Environmental Protection Agency, accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/3sVNCsA

75 "Moving Toward Net Zero Carbon Emissions," *Forbes*, 5/12/2022, accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/46MXHFR

76 "PETRONAS, Saudi Aramco Announce Formation of Their Two New Joint Ventures in Malaysia," *Media Release*, PETRONAS, 28/3/2018, accessed on 22/1/2024, at: https://bit.ly/3GvFBxp

التكنولوجي والكفاءة التشغيلية في قطاع الطاقة. وتُظهر مبادرة المدينة الذكية في سنغافورة، والتنقل الذكيّ المرتبط بحركة المرور في المناطق الحضرية، أهميّة دمج التكنولوجيا الرقمية والاستدامة البيئية. وأخيرًا، تبيّن الجهود الناجحة التي بذلتها ماليزيا في إزالة الكربون، من خلال شركة بتروناس التي تملكها الدولة، الدور الاستراتيجي الذي يمكن أن تؤديه شركات النفط الوطنية في مجال تحوّل الطاقة في أيّ بلد.

وبالنظر إلى دراسات الحالة هذه، ربما تستفيد إيران على نحو كبير في حال قرّرت اتّباع نماذج دول آسيان في سياساتها في مجال الطاقة. ومع ذلك، لا بدّ من الإشارة إلى أنّ تطبيق هذه الدروس في سياق إيران الفريد من نوعه، يتطلب تخطيطًا استراتيجيًا متأنيًا، والتزامًا سياسيًا ثابتًا، وتنفيذًا دؤوبًا. لا شكّ في أنّ التحدّيات التي تواجهها إيران في قطاع الطاقة هائلة بالفعل، غير أنّ المكاسب التي قد تنتج من قطاع طاقة مستدامة يرتكز على كفاءة استخدام الطاقة وقطاعات خفيضة الكربون، تُعدّ جوهرية بالنسبة إلى إيران أو المجتمع العالمي على حد سواء.

المراجع

"Alternative Energy Development Plan (2018-2037) Thailand (2019)." *Climate Policy Database* (2019). at: https://bit.ly/4851FuF

APAEC Drafting Committee. "(2021-2025) ASEAN Plan of Action for Energy Cooperation (APAEC) 2016 - 2025 Phase II." ASEAN Centre for Energy. 23/11/2020. at: https://bit.ly/3NeMZkF

Ashayeri, Cyrus & Iraj Ershaghi. "OPEC and Unconventional Resources." Paper Presented at the SPE Annual Technical Conference and Exhibition. Houston, Texas, USA, 28-30/9/2015.

Aydin, Mucahit. "Renewable and Non-renewable Electricity Consumption-Economic Growth Nexus: Evidence from OECD Countries." *Renewable Energy*. vol. 136 (June 2019).

Barnes, Mark. "Explained: Vietnam's FiT Rates for Solar and Wind Power Projects." *Vietnam Briefing*. 16/1/2023. at: https://bit.ly/3uOANAM

Bocca, Roberto & Harsh Vijay Singh. "Why Southeast Asia will be Critical to the Energy Transition." World Economic Forum. 16/1/2023. at: https://bit.ly/3NhmCKL

"2021 Carbon Atlas Dataset." *Global Carbon Atlas* (2021). at: https://tinyurl.com/fpumyh7e

"Challenges and Opportunities of Developing Smart Cities in Emerging Economies." *Plug and Play APAC*. 28/3/2023. at: https://bit.ly/3Rvo3YF

Chun Wei Choo. "National Computer Policy Management in Singapore: Planning an Intelligent Island." *Proceedings of the ASIS Annual Meeting*. vol. 32 (1995).

Doerr, John E. *Measure What Matters: How Google, Bono, and the Gates Foundation Rock the World with OKRs.* New York: Penguin, 2018.

EMBER's Global Electricity Review 2022.

"Energy Reset." Green Plan Singapore 2030 (January 2024). at: http://tinyurl.com/yc3t39bn

Fallin, Danielle, Karen Lee & Gregory B. Poling. "Clean Energy and Decarbonization in Southeast Asia: Overview, Obstacles, and Opportunities." Center for Strategic and International Studies. 1/5/2023. at: https://bit.ly/3ReMvMu

Guo, Yuhui, Zhi Tang & Jie Guo. "Could a Smart City Ameliorate Urban Traffic Congestion? A Quasi-Natural Experiment Based on a Smart City Pilot Program in China." *Sustainability*. vol. 12, no. 6 (2020).

Gupta, Sanjeev & Gilles Pascual. "How Clean Energy Can Fuel Southeast Asia's Economic Growth." Ernst & Young. 30/10/2021. at: https://bit.ly/484WGdh

Hamid, Bahrampour et al. "Review of Sustainable Energy Sources in Kerman." *World Journal of Engineering*. vol. 13, no. 2 (2016).

Hannen, Petra. “Schletter Delivers Mounting Systems to 200 MW Vietnam Project.” *PV Magazine*. 26/7/2018. at: https://bit.ly/482icQ0

Indeo, Fabio. “ASEAN-EU Energy Cooperation: Sharing Best Practices to Implement Renewable Energy Sources in Regional Energy Grids.” *Global Energy Interconnection*. vol. 2, no. 5 (2019).

International Energy Agency. *Energy Efficiency 2022*. Paris: IEA Publications, 2022. at: https://bit.ly/3GtBe6a

_____. *Southeast Asia Energy Outlook 2022*. Paris: OECD Publishing, 2022.

“Iran’s Profile.” Climate Action Tracker. 15/9/2021. at: https://tinyurl.com/eht2hkbw

IRENA (2022). *Renewable Energy Statistics 2022*. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

Jafari, H. Houri et al. “Energy Planning and Policy Making: The Case Study of Iran.” *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*. vol. 11, no. 8 (2016).

Keon Lee, Sang et al. “International Case Studies of Smart Cities: Singapore, Republic of Singapore.” *Discussion Paper*. no. 462. Inter-American Development Bank (June 2016). at: https://bit.ly/3Ram7DA

Khorasani, Amir Hossein Fakehi, Somayeh Ahmadi & Mohammad Moradi. “The Impact of Energy Conservation Policies on the Projection of Future Energy Demand.” *Energy Technology & Policy*. vol. 2, no. 1 (2015).

“Korea Natural Gas Security Policy.” International Energy Agency. 7/3/2023. at: https://bit.ly/41rEsRr

Lee Hsien Loong. “Launch of e-Government Action Plan II (eGAP II).” Infocomm Media Development Authority of Singapore (iDA). 15/7/2003. at: https://bit.ly/3sYW7TI

Linh Dan, Nguyen. “Vietnam’s Renewable Energy Policies and Opportunities for the Private Sector.” The National Bureau of Asian Research. 19/5/2022. at: https://bit.ly/4a9aVj1

Marchant, Natalie. “Singapore is Building a ‘Forest Town’ with Abundant Green Spaces and Underground Roads.” World Economic Forum. 16/4/2021. at: https://bit.ly/46Mhe9l

Maroufmashat, Azadeh & Sourena Sattari. “Estimation of Natural Gas Optimum Allocation to Consuming Sectors in Year 2025 in Iran.” *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*. vol. 11, no. 7 (2016).

Mohammadnejad, Mostafa et al. “A Review on Energy Scenario and Sustainable Energy in Iran.” *Renewable & Sustainable Energy Reviews*. vol. 15, no. 9 (2011).

“Open Data & Analytics for Urban Transportation.” Smart Nation Singapore (January 2024). at: http://tinyurl.com/mdfff68n

“Our Strategic National Projects.” Smart Nation Singapore (January 2024). at: https://bit.ly/472HM6J

“Overview.” Green Plan Singapore 2030 (January 2024). at: http://tinyurl.com/3jm6pvse

Papst, Irene & Johanna Gloel. "Project MRV Tool Guidelines Thailand Refrigeration and Air Conditioning Nationally Appropriate Mitigation Action (RAC NAMA)." Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH (July 2021). at: https://bit.ly/3T9yRwT

Poh. Joanne, "Singapore Green Plan 2030: 7 Money-Saving Initiatives to Adopt Today." *AsiaOne*. 28/3/2021. at: http://tinyurl.com/4yw3hemb

"Political Declaration on Establishing the Just Energy Transition Partnership with Viet Nam." *Policy Paper*. Foreign, Commonwealth & Development Office. Gov. UK. 14/12/2022. at: https://bit.ly/3NfzG3x

"Realising the iN2015 Vision: Singapore: An Intelligent Nation, A Global City, Powered by Infocomm." Infocomm Media Development Authority of Singapore (iDA) (May 2015). at: https://bit.ly/48oBejV

"Resolution No 55NQ/TW on the Orientation of the National Energy Development Strategy of Vietnam to 2030 and Outlook to 2045." *Asia Pacific Energy Portal* (2022). at: https://bit.ly/3NbDvX9

Rezagholizadeh, Mahdieh, Majid Aghaei & Omid Dehghan. "Foreign Direct Investment, Stock Market Development, and Renewable Energy Consumption: Case Study of Iran." *Journal of Renewable Energy and Environment*. vol. 7, no. 2 (2020).

Santos, Beatriz. "Trina Solar's New 6.5 GW Vietnam Wafer Plant to Exclusively Supply US Market." *PV Magazine*. 12/1/2023. at: https://bit.ly/472G45j

Sarker, Tapan, Shanawez Hossain & K. M. Nazmul Islam. "Role of Regional Cooperation and Integration in Improving Energy Insecurity in South Asia." *ADBI Working Paper*. no. 1120. Asian Development Bank Institute (April 2020). at: https://bit.ly/46KUg2E

"Scope 1 and Scope 2 Inventory Guidance." US Environmental Protection Agency. 21/8/2023. at: https://bit.ly/3sVNCsA

Shahab-Deljoo, Mohammad et al. "A Techno-Economic Review of Gas Flaring in Iran and Its Human and Environmental Impacts." *Process Safety and Environmental Protection*. vol. 173 (May 2023).

Shi, Xunpeng. "The Future of ASEAN Energy Mix: A SWOT Analysis." *Renewable & Sustainable Energy Reviews*. vol. 53 (January 2016).

Solaymani, Saeed. "A Review on Energy and Renewable Energy Policies in Iran." *Sustainability*. vol. 13, no. 13 (2021).

Suarez, Isabella, Achmed Shahram Edianto & Norm Waites. "The Sunny Side of Asia." Center for Research on Energy and Clean Air. 10/11/2022. at: https://bit.ly/488zVW7

"Supporting Thailand's Climate Goals through the World Bank Partnership for Market Readiness." The World Bank. 15/11/2021. at: https://bit.ly/3Tduz7u

Teo, Valerie & Nguyen Tan Tai. "Tax Incentives for Renewable Energy in Vietnam." *Bloomberg Tax*. 27/10/2020. at: https://bit.ly/41dgxoH

"The United States-ASEAN Relationship." US Department of State. 3/8/2022. at: https://bit.ly/3Re6LxK

Tongsopit, Sopitsuda et al. "Energy Security in ASEAN: A Quantitative Approach for Sustainable Energy Policy." *Energy Policy*. vol. 90 (March 2016).

"USAID SINAR: Accelerating Sustainable Energy Deployment in Indonesia." USAID. at: https://bit.ly/47HzUsr

Vigna, Leandro & Johannes Friedrich. "9 Charts Explain Per Capita Greenhouse Gas Emissions by Country." World Resources Institute. 8/5/2023. at: https://tinyurl.com/mw4m42ym

Visenescu, Ramona S. "Russian-ASEAN Cooperation in the Natural Gas Sector: Lessons from the Russian-Vietnamese Relation." *Energy Policy*. vol. 119 (August 2018).

"What is ASEAN?" Council on Foreign Relations. 4/4/2022. at: https://bit.ly/3R8qRcP

Wolff-Bye, Charlotte. "PETRONAS: Ramping Up Efforts Towards a Lower Carbon Future." *Brand Finance*. 20/3/2023. at: https://bit.ly/3uQsFQf

Zawieska, Jakub & Jana Pieriegud. "Smart City as a Tool for Sustainable Mobility and Transport Decarbonisation." *Transport Policy*. vol. 63 (April 2018).