

فهم ديناميكيات تحول الطاقة المتجددة: المحددات والتوقعات المستقبلية في ظل سيناريوهات مختلفة

فاتح يلماز

شكر وتقدير

نود أن نشكر فاتح كارانفيل، وجيهون ميكايلوف، وماري لومي، وميكيل مونيوز كابرلي على إضافاتهم القيمة في مختلف القدرات. نشكر أيضًا المشاركين في سلسلة ندوة كابسارك على مساهماتهم المهمة.

عن كابسارك

مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية (كابسارك) مركز عالمي غير ربحي يجري بحوثًا مستقلة في اقتصاديات وسياسات وتقنيات الطاقة بشتى أنواعها بالإضافة إلى الدراسات البيئية المرتبطة بها. وتتمثل مهمة كابسارك في تعزيز فهم تحديات الطاقة والفرص التي تواجه العالم اليوم وفي المستقبل من خلال بحوث غير منحازة ومستقلة وعالية الجودة لما فيه صالح المجتمع، ويقع كابسارك في الرياض بالمملكة العربية السعودية.

إشعار قانوني

© حقوق النشر 2021 محفوظة لمركز الملك عبدالله للدراسات والبحوث البترولية (كابسارك). لا يجوز استخدام هذا المستند أو أي معلومات أو بيانات أو محتوى يتضمنه دون نسبه بشكل ملائم لكابسارك. كما لا يجوز إعادة إنتاج هذا المستند أو جزء منه دون إذن خطي من كابسارك. ولا ينشأ عن المعلومات الواردة في هذا المستند أي ضمان أو تعهد أو أي مسؤولية قانونية -سواء مباشرة أو غير مباشرة- تجاه دقتها أو اكتمالها أو فائدتها. كما لا يجوز أن يعتبر هذا المستند -أو أي جزء منه- أو أن يفسر كمنصحة أو دعوة لاتخاذ أي قرار. الآراء والأفكار الواردة هنا تخص الباحثين معدي الدراسة. ولا تعكس بالضرورة موقف المركز ووجهة نظره.

تقدم هذه الدراسة تحليلاً شاملاً للاقتصاد القياسي لمحددات التحول للطاقة المتجددة (RE). ويستخدم التحليل مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة الذي تم تطويره مؤخرًا ومكوناته. تظهر النتائج ما يلي:

- ترتبط العوامل الاقتصادية (مثل الحجم الاقتصادي والنمو والتنمية) بشكل إيجابي بأداء التحول للطاقة المتجددة في الدول.
- ترتبط جودة رأس المال البشري (مثل، الديموغرافية السكانية وجودة التعليم والصحة) بشكل إيجابي بهذا الأداء. وفي المقابل، يرتبط الوصول الجيد للطاقة بشكل سلبي بالتحويلات للطاقة المتجددة في الدول. وهذه الارتباطات كلها ذات دلالة إحصائية.
- يرتبط الوصول إلى التمويل الخاص والاستدامة البيئية بشكل إيجابي أيضًا بأداء التحول للطاقة المتجددة، ولكن تعد هذه العلاقات هامشية إحصائيًا.
- أخيرًا، نستخدم نماذج الاقتصاد القياسي للتنبؤ بمسارات الدول في التحول للطاقة المتجددة بحلول عام 2030 في ظل سيناريوهات مختلفة.

للهيكل الحالي لنظام الطاقة العالمي عواقب بيئية خطيرة تتطلب تحولاً عاجلاً نحو بدائل أكثر استدامة. وإلى جانب العديد من إجراءات التخفيف المتاحة، مثل تعزيز كفاءة الطاقة، واستخدام الطاقة النووية، واستبدال الوقود واعتماد تقنيات احتجاز الكربون، كانت الطاقة المتجددة (RE) أكثر الإجراءات تطبيقاً على نطاق واسع في العديد من الدول، وخاصة لقطاع الكهرباء. ارتفع متوسط حصة الدولة من الطاقة المتجددة غير الكهرومائية (NhrE) في توليد الكهرباء ستة أضعاف خلال العقد الماضي، من أقل من 1% في عام 2000 إلى ما يقارب 6% في عام 2018¹. وعلى الرغم من تطبيقه الواسع، إلا أن هناك تبايناً كبيراً في التحول للطاقة المتجددة في الدول. حيث إن بعض الدول تتحرك بشكل أسرع، بينما يتأخر البعض الآخر. ويثير هذا الاختلاف الكبير بين الدول العديد من الأسئلة المهمة التي تتطلب إجابات لشرح الديناميكيات المعقدة للتحول إلى الطاقة المتجددة. لماذا تتحرك بعض الدول بشكل أسرع في تحولها للطاقة المتجددة أكثر من غيرها؟ ما العوامل الرئيسية التي يمكن أن تفسر هذا الاختلاف؟ بالنظر إلى أدائها السابق للتحول في مجال الطاقة، هل يمكننا التنبؤ بمسارات الدول للتحول إلى الطاقة المتجددة في المستقبل؟ تهدف هذه الدراسة إلى تسليط الضوء على هذه الأسئلة المهمة.

يعتبر التحول للطاقة المتجددة عملية متعددة العوامل ومعقدة وطويلة المدى. حيث تتطلب استثمارات تصل إلى عدة تريليونات من الدولار الأمريكي، واعتماد التقنيات الجديدة وتطوير رأس المال البشري الضروري. كما يعد دعم الجهات السياسية المحلية واستيعاب المجتمع للاستدامة البيئية ضروري للتحول الصحي إلى الطاقة المتجددة. وعلى الرغم من أن العديد من الدراسات تقدم نتائج جزئية حول المحددات الحاسمة للتحول إلى الطاقة المتجددة، إلا أنها تستخدم مناهج متنوعة. على سبيل المثال، تقيس العوامل بشكل مختلف، وتحلل البيانات من مختلف الدول المتقدمة أو النامية أو تنظر في فترات زمنية مختلفة. وبالتالي، يبدو أنه قد تم تحقيق القليل من الإجماع في الدراسات

السابقة². وفي دراسة حديثة لـ (Yilmaz 2021) قام بمقاربة مختلفة. تنظر الدراسة على نطاق واسع في عقدين من الدراسات السابقة الأكاديمية وتحدد 45 متغيراً حاسماً تستخدم لقياس العوامل المحددة المختلفة لتحول الطاقة المتجددة. وباستخدام هذه المتغيرات الحرجة، أنشأت الدراسة مؤشراً مركباً، وهو مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة³ (RETPI). يتكون مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة من سبعة مؤشرات فرعية: العوامل الاقتصادية، والتنمية المالية، ورأس المال البشري، والوصول إلى الطاقة، وأمن الطاقة، والاستدامة البيئية، والبنية التحتية المؤسسية. ويتضمن كل مؤشر فرعي المؤشرات الأكثر استخداماً في السياق ذي الصلة. وبصفتها مؤشراً محدداً استطلاعيًا، فإن الهدف الأساسي لمؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة هو قياس إمكانيات تحول الطاقة المتجددة في الدول. تم حساب المؤشر لـ 149 دولة على مدى العقود منذ عام 1990 إلى 2018. وتستخدم الدراسة الحالية مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة ومؤشراته الفرعية لقياس إمكانيات الدول في التحول للطاقة المتجددة.

نمثل أداء الدول في التحول للطاقة المتجددة من خلال حصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية في إجمالي إنتاج الكهرباء⁴. تُستخدم حصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية على نطاق واسع في الدراسات السابقة (على سبيل المثال، Bourcet 2020)، حيث يتم التركيز على تقنيات الطاقة المتجددة الحديثة، مثل مصادر الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة الحرارية الأرضية. حيث يسمح لنا التركيز على تقنيات الطاقة المتجددة المعاصرة بتنفيذ مجموعة واسعة من إجراءات التخفيف المناخية كجزء من تجارب التحول للطاقة المتجددة الحديثة في الدول⁵. ثانيًا، نركز على إنتاج الكهرباء لأن جزءاً كبيراً من التحول العالمي للطاقة يحدث في قطاع الكهرباء. حيث يعتبر هذا القطاع الأسهل في إزالة الكربون مقارنة بالقطاعات المنتجة له الأخرى، مثل النقل. بالإضافة إلى ذلك، يعتبر قطاع الكهرباء وحده مسؤول عن ما يقارب ثلث انبعاثات الكربون العالمية

كبيرة بحصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية. تشير المؤشرات الفرعية لأمن الطاقة والبنية التحتية المؤسسية إلى عدم وجود ارتباطات ذات دلالة إحصائية مهمة مع حصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية. وتعتبر هذه النتائج قوية لمواصفات بديلة وفحوصات مختلفة.

تقوم نتائج تحليلنا بتعميم النتائج السابقة للدراسات السابقة في إطار أوسع. ومن خلال استخدام نهج أكثر منهجية، فإننا نكمل النتائج السابقة ونلخصها. لا تستند نتائجنا إلى مجموعة محددة من الدول أو فترة زمنية، والأهم من ذلك، لا تعتمد على مؤشرات محددة (على سبيل المثال، Bourcet 2020). وفي المقابل، تستخدم الدراسات السابقة متغيرات مختلفة كبديل للعوامل الرئيسية التي تحدد التحولات للطاقة المتجددة، وتولد نتائج مختلفة. على سبيل المثال، وجدت الدراسات بشكل عام أن العوامل الاقتصادية مرتبطة بشكل إيجابي باستخدام الطاقة المتجددة (Bourcet 2018; Can Sener, Sharp, and Anctil 2020). ومع ذلك، قد يختلف هذا الاستنتاج اعتماداً على نوع المؤشر المستخدم للعوامل الاقتصادية، مثل الحجم الاقتصادي⁶ أو النمو⁷ أو التنمية⁸. تجد بعض الدراسات علاقات معاكسة أو غير مهمة بين العوامل الاقتصادية والتحول للطاقة المتجددة (على سبيل المثال، Marques and Fuinhas 2011a, 2011b).

تؤكد نتائج التقدير أيضاً النتائج السابقة للارتباط الإيجابي بين رأس المال البشري والتحول للطاقة المتجددة (على سبيل المثال، Pfeiffer and Mulder 2013; Romano et al. 2017; Zhao, Tang, and Wang 2013). وتشير نتائجنا للمؤشر الفرعي للاستدامة البيئية إلى أن الدول ذات الاستدامة البيئية الأعلى (أو أقل المخاطر بيئية) تميل إلى تجربة تحولات أسرع في الطاقة المتجددة. كما تتوافق هذه النتيجة مع النتائج العامة في الدراسات السابقة (على سبيل المثال، Marques and Fuinhas 2011b; Marques, Fuinhas, and Pires Manso 2010). بالإضافة إلى ذلك، تشير الدراسات السابقة

(Crippa et al. 2019). وبالتالي، يمكن أن تساعد زيادة استخدام الطاقة المتجددة في توليد الكهرباء في الحد من الانبعاثات العالمية بشكل كبير.

باستخدام المؤشرات لأداء وإمكانات التحول للطاقة المتجددة في الدول، نقوم بتقدير نماذج اللوحات الديناميكية والثابتة بمواصفات مختلفة لتحديد المحددات الرئيسية لعملية التحول. لقد أخرجنا المتغيرات المستقلة لمدة سنة وثلاث وخمس سنوات لحساب ديناميكيات التحول على المدى القريب والمتوسط والبعيد، على التوالي. كما نتحكم أيضاً في اتجاهات الوقت العالمية والتأثيرات الثابتة للدولة. ونختبر النتائج الأساسية بمزيد من فحوصات المتانة، بما في ذلك هياكل التأخر المختلفة وتأثيرات السنة الثابتة بدلاً من الاتجاهات العامة. كما نستخدم التأثيرات الثابتة على مستوى المنطقة والسنة ومجموعة الدخل والسنة لحساب ديناميكيات التحول الخاصة بالمناطق وفئات الدخل.

تظهر نتائج تقديرنا أن مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة يرتبط بشكل إيجابي وإحصائي بشكل كبير باستخدام الطاقة المتجددة غير الكهرومائية في توليد الكهرباء. يمكن أن يفسر النموذج الأساسي جزءاً كبيراً من التباين في المتغير التابع (حتى 57%). ومن بين مكونات مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة، يحتوي المؤشر الفرعي للعوامل الاقتصادية (أي حجم الدولة وأداء النمو ومستوى التنمية) على علاقة ذات دلالة إحصائية وإيجابية مع حصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية. وجدنا نتائج مماثلة لرأس المال البشري (أي الديموغرافية السكانية، ومستوى التعليم والحالة الصحية) والاستدامة البيئية (أي انخفاض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وكثافة استخدام الوقود الأحفوري). في بعض المواصفات، نجد ارتباطاً مهماً إيجابياً ذا دلالة إحصائية هامشية بين المؤشر الفرعي للتنمية المالية (أي الوصول إلى التمويل الخاص) وحصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية. يحتوي المؤشر الفرعي للوصول إلى الطاقة (أي الوصول إلى الكهرباء الموثوقة) على ارتباط سلبي إحصائياً بدرجة

لمتوسط حصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية على مستوى الدولة (أي حوالي 6% اعتباراً من 2018) يمكن أن يصل إلى 22.2% بحلول عام 2030 في ظل سيناريو التحول السريع للطاقة المتجددة. وفي ظل سيناريو التحول البطيء للطاقة المتجددة، يمكن أن يصل إلى 14.5% بحلول عام 2030.

نقوم أيضًا بإجراء توقعات منفصلة لمجموعات الدخل المختلفة (أي، الدول المتقدمة في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية وبقية العالم). يمكن للدول المتقدمة في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية زيادة متوسط حصتها من الطاقة المتجددة غير الكهرومائية من مستواها الحالي البالغ 15.5% إلى ما بين 41.5% و 48% بحلول عام 2030. ويمكن للدول النامية رفع متوسط حصتها من الطاقة المتجددة غير الكهرومائية من 4.2% إلى ما بين 10% و 18% بحلول عام 2030. كما نقدم أيضًا توقعات لأكثر من عشر دول مولدة للكهرباء. على سبيل المثال، تشير توقعاتنا إلى أن حصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية في ألمانيا يمكن أن تصل إلى ما بين 58.5% و 65%. وبالتالي، فإن هدفها لتوليد 61.5% من الكهرباء من موارد الطاقة المتجددة غير الكهرومائية بحلول عام 2030 يقع في نطاق إمكانية تحولها للطاقة المتجددة. بشكل عام، تشير التوقعات إلى أن الدول لديها الإمكانيات على تحقيق تحولات ملحوظة في الطاقة المتجددة في العقد القادم. ويمكن أن تساهم هذه التحولات بشكل كبير في تحقيق أهدافها الطموحة للحياد الصفري (IRENA 2019).

ويستمر ما تبقى من الدراسة على النحو التالي. يعرض القسم التالي تفاصيل بياناتنا. ويناقد القسم 3 منهجية الاقتصاد القياسي، ويشرح القسم 4 نتائج التقدير، ويقدم القسم 5 فحوصات متانة للتقديرات الأساسية. يطور القسم 6 تحليل السيناريو ويناقد التوقعات. وأخيرًا، تكون الخاتمة في القسم 7.

إلى أن الحاجة إلى تحسين الوصول إلى الطاقة هي دافع أساسي للحكومات لتعزيز استخدام الطاقة المتجددة في توليد الكهرباء. وبالتالي، من المتوقع أن تستثمر الدول ذات الوصول المنخفض للطاقة وتستهلك المزيد من الطاقة المتجددة (على سبيل المثال، Glemarec 2012; Sokona, Mulugetta, and Gujba 2012). هذه الفرضية مدعومة بالنتائج التي توصلنا إليها فيما يتعلق بالوصول إلى الطاقة. وعلى الرغم من النتائج القوية للدراسات السابقة حول الارتباط الإيجابي بين التنمية المالية (على سبيل المثال، الوصول إلى التمويل الخاص) والتحول إلى الطاقة المتجددة (على سبيل المثال، Anton and Afloarei Nucu 2020; Best 2017; Brunnschweiler 2010; Lin and Omoju 2017; Sadorsky 2010) تشير نتائجنا إلى أن المتغيرات لها ارتباط إيجابي هامشي كبير فقط. وأخيرًا، تشير الدراسات السابقة إلى أن مخاوف أمن الطاقة والجودة المؤسسية لها ارتباطات إيجابية مع التحول إلى الطاقة المتجددة (على سبيل المثال، Bayulgen and Ladewig 2017; Brunnschweiler 2010; Marques and Fuinhas 2011a, 2011b; Pfeiffer and Mulder 2013; Wu and Broadstock 2015). وعلى أي حال، بعد التحكم في العوامل الأخرى، لم نجد أي علاقات ذات دلالة إحصائية مهمة بين هذه المتغيرات.

من بين النماذج المقدر، نستخدم النماذج ذات القدرة الأكثر توقعاً للتنبؤ بأداء التحول إلى الطاقة المتجددة في المستقبل للدول في ظل سيناريوهات معقولة. ونأخذ في الاعتبار سيناريوهات التحول السريعة والمتوسطة والبطيئة في التحليل. تم تطوير سيناريوهات التحول هذه وفقًا للاتجاهات في نتائج مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة عبر مجموعات الدخل والمنطقة على مدار العقد من عام 2009 إلى 2018. بالإضافة إلى ذلك، نقدر نماذج السنه وثلاث وخمس سنوات لكل سيناريو على حدة لتوفير توقعات على المدى القصير والمتوسط والطويل، على التوالي. تظهر نتائجنا أنه في ظل الافتراضات المعقولة، فإن المستوى الحالي

إلى الطاقة المتجددة. تشمل الطاقة المتجددة غير الكهرومائية مصادر الطاقة المتجددة الأولية فقط، مثل الرياح البرية والبحرية، ومصادر الطاقة الشمسية والطاقة الحرارية الأرضية، وتستبعد الطاقة الكهرومائية.

تعرض الجداول 1 و 2 إحصائيات موجزة لجميع المتغيرات المستخدمة في التحليل والارتباطات المتبادلة بينهما، على التوالي. وفقاً للجدول 1، يبلغ متوسط حصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية في العينة 2٪، ويبلغ متوسط التغيير السنوي 0.2٪. ويعتبر متوسط التغييرات السنوية لمدة ثلاث وخمس سنوات أكبر نسبياً، حيث يبلغ 0.5٪ و 0.9٪ على التوالي. تمتلك حصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية واختلافاتها علاقات إيجابية ذات دلالة إحصائية مع مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة ومكوناته، كما يوضح الجدول 2. يعرض الجدول A1 في الملحق القائمة الكاملة للدول المشمولة في الدراسة ودخلها ومجموعاتها الإقليمية. بعد (Yilmaz (2021)، قمنا بتعريف الدول المتقدمة في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية على أنها دول ذات عضوية طويلة المدى في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (أي أكثر من 40 عام)، كما ذكر في Kim و¹¹Loayza (2019). يتيح لنا القيام بذلك إنشاء مجموعة أكثر تجانساً من الاقتصادات المتقدمة ذات الدخل المرتفع.

نستخدم مجموعتين رئيسيتين من البيانات في التحليل. بالنسبة لمحددات التحول للطاقة المتجددة، نستخدم البيانات من مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة ومؤشراته الفرعية السبعة التي طورها Yilmaz (2021). يغطي مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة مجموعة من 149 دولة منذ عام 1990 إلى 2018. يغطي المؤشر الفرعي للعوامل الاقتصادية أحجام الدول ودرجات النمو ومستويات التنمية. ويتكون المؤشر الفرعي للتنمية المالية من مقاييس مختلفة للحصول على التمويل الخاص. يغطي المؤشر الفرعي لرأس المال البشري الديموغرافية السكانية للدول وجودة التعليم والحالة الصحية. ويتكون المؤشر الفرعي لأمن الطاقة من مؤشرات مختلفة للاعتماد على الطاقة. يتكون المؤشر الفرعي للوصول إلى الطاقة من مؤشرات مختلفة للحصول على طاقة موثوقة. ويشمل المؤشر الفرعي للاستدامة البيئية مقاييس انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وكثافة استهلاك الوقود. أخيراً، يتضمن المؤشر الفرعي للبنية التحتية المؤسسية مقاييس مختلفة للجودة المؤسسية، مثل سيادة القانون والاستقرار السياسي والجودة التنظيمية. يأخذ مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة ومؤشراته الفرعية قيماً بين صفر وواحد، مع وجود قيم أعلى تدل على إمكانية أعلى للتحول إلى الطاقة المتجددة.¹⁰ ونستخدم حصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية في إجمالي توليد الكهرباء المحسوبة من بيانات Enerdata لقياس أداء الدول في التحول

الجدول 1. إحصائيات موجزة.

الأقصى	الأدنى	المعياري	المتوسط	الملاحظات	المتغيرات
0.509	0.000	0.051	0.018	4,367	NhRE
0.214	-0.066	0.009	0.002	4,216	NhRE _t - NhRE _{t-1}
0.272	-0.118	0.020	0.005	3,914	NhRE _t - NhRE _{t-3}
0.364	-0.183	0.029	0.009	3,612	NhRE _t - NhRE _{t-5}
1.00	0.00	0.17	0.55	4,150	RETPI
1.00	0.00	0.09	0.37	4,337	EFI
1.00	0.00	0.09	0.15	4,191	FDI
1.00	0.00	0.25	0.38	4,375	HCI
1.00	0.00	0.29	0.53	4,379	EAI
1.00	0.00	0.10	0.40	4,302	ESI
1.00	0.00	0.08	0.07	4,379	EnSI
1.00	0.00	0.24	0.48	4,379	III

المصدر: بناء المؤلف.

ملاحظة: NhRE = حصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية في توليد الطاقة. RETPI = مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة. EFI = المؤشر الفرعي للعوامل الاقتصادية. FDI = المؤشر الفرعي للتنمية المالية. HCI = المؤشر الفرعي لرأس المال البشري. EAI = المؤشر الفرعي للوصول إلى الطاقة. ESI = المؤشر الفرعي لأمن الطاقة. ENSI = المؤشر الفرعي للاستدامة البيئية. III = المؤشر الفرعي للبنية التحتية المؤسسية. جميع المتغيرات باستثناء المتغيرات المختلفة تكون في الوقت t .

الجدول 2. مصفوفة الارتباط.

NhRE _t - NhRE _{t-5}	NhRE _t - NhRE _{t-3}	NhRE _t - NhRE _{t-1}	NhRE	المتغيرات
0.2493*	0.2240*	0.1698*	0.2089*	RETPI
0.2561*	0.2377*	0.1805*	0.2082*	EFI
0.1379*	0.1232*	0.0977*	0.1157*	FDI
0.2713*	0.2397*	0.1804*	0.2215*	HCI
0.1540*	0.1394*	0.1067*	0.1227*	EAI
0.0933*	0.0820*	0.0638*	0.1238*	ESI
0.0303 ^a	0.0169	0.007	0.0071	EnSI
0.2265*	0.1946*	0.1433*	0.1956*	III

المصدر: بناء المؤلف.

ملاحظة: NhRE* = $p < 0.01$, $ap < 0.1$. حصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية في توليد الطاقة. RETPI = مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة. EFI = المؤشر الفرعي للعوامل الاقتصادية. FDI = المؤشر الفرعي للتنمية المالية. HCI = المؤشر الفرعي لرأس المال البشري. EAI = المؤشر الفرعي للوصول إلى الطاقة. ESI = المؤشر الفرعي لأمن الطاقة. ENSI = المؤشر الفرعي للاستدامة البيئية. III = المؤشر الفرعي للبنية التحتية المؤسسية.

نقدر نموذج اللوحة التالي بتأثيرات ثابتة:

$$\Delta NhRE_{it}^{t-(t-k)} = \beta_0 + \beta_1 NhRE_{it-k} + \beta_2 ETDI_{it-k} + trend_t + trend_t^2 + f_i + u_{it},$$

حيث يمثل i الدولة و t العام. $\Delta NhRE$ هو التغيير في حصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية في توليد الكهرباء. هذا المتغير هو مؤشر مستخدم على نطاق واسع لُداء الدول في التحول الى الطاقة المتجددة (على سبيل المثال، Best 2017; Carley et al. 2017; Lin and Omoju 2017).¹² وبدلاً من المستوى، نستخدم التغيير في حصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية كالمتغير التابع. يزيل هذا النهج الاتجاهات غير الثابتة في المتغير التابع،¹³ ولكنه يبقي النموذج بسيطاً، كما في (2017) Best و Carley آخرون (2017). وبشكل أكثر تحديداً، فإننا ننظر في التغييرات على مدى سنة وثلاث وخمس سنوات لحساب ديناميكيات التحول على المدى القريب والمتوسط والبعيد.¹⁴

نقدر مواصفات التأثير المحدد الثابت والديناميكي. وتستخدم كلا المواصفات بشكل متكرر في الدراسات السابقة، ويقدم Bourcet (2020) نظرة عامة على استخدامها. تستخدم الدراسات السابقة أيضاً نماذج تصحيح الخطأ والطريقة المعممة لمقدرات اللحظات لاستنتاج ارتباطات قوية (أو علاقات سببية محتملة) بين المتغيرات التابعة والمستقلة. وفي المقابل، نجري تحليلاً تجريبياً استكشافياً لتحديد الارتباطات القوية بين المؤشرات والتحول للطاقة المتجددة في بيئة اقتصادية قياسية بسيطة. ثم نستخدم نموذجنا للتنبؤ بالاتجاهات المستقبلية بناءً على سيناريوهات مختلفة.

في المواصفات الديناميكية، نتحكم في مستوى حصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية المتأخرة لمدة سنة وثلاث وخمس سنوات. وتمثل هذه التأخيرات المستوى الأولي لحصة الطاقة المتجددة في كل وصف.¹⁵ قد يستغرق الاستخدام الفعال للبنية التحتية للطاقة المتجددة وقتاً، مما يؤدي إلى إنشاء تبعية محتملة للمسار بين المستويات الحالية والسابقة لحصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية. في المواصفات الثابتة، نقيّد βI ليساوي الصفر، ويظل باقي النموذج كما هو. والمتغيرات الرئيسية ذات الأهمية هي مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة ومؤشراته الفرعية. يتيح لنا تضمين المؤشرات الفرعية في التحليل استكشاف علاقاتها بالتحول الى الطاقة المتجددة. نقوم أيضاً بتضمين اتجاه زمني خطي سنوي ومربعه لحساب اتجاهات التحول العالمي الى الطاقة المتجددة.¹⁶ وأخيراً، تشمل جميع المواصفات تأثيرات الدولة الثابتة للتحكم في التغيرات الثابتة مع الزمن التي لا يمكن ملاحظتها.

نقدر النموذج بأوزان وبدونها، حيث يتم إنشاء الأوزان وفقاً لمتوسط إجمالي توليد الكهرباء في الدول خلال فترة العينة. ونستخدم الأوزان لأن تجارب التحول الى الطاقة المتجددة للدول التي لديها المزيد من توليد الكهرباء هي أكثر أهمية لتحقيق أهداف المناخ العالمية. ومع ذلك، فإننا نقوم بالإبلاغ عن النتائج باستخدام الأوزان وبدونها. نعرض النتائج وناقشها في القسم التالي، ويتم عرض العديد من فحوصات المتانة في القسم 5.

الكهرومائية. تشير هذه النتيجة إلى أن زيادة الوصول إلى الطاقة لا تشجع على زيادة استخدام الطاقة المتجددة غير الكهرومائية في توليد الكهرباء. المكونات المتبقية من مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة، وهما المؤشرات الفرعية لأمن الطاقة والبنية التحتية المؤسسية، لهما آثار ليست مهمة إحصائياً في جميع المواصفات.

ويبين الجدول 4 النتائج على المدى المتوسط. المتغير التابع هو الحصة المتفاوتة لثلاث سنوات من الطاقة المتجددة غير الكهرومائية، كما أن المتغيرات المستقلة متأخرة لمدة ثلاث سنوات. يظل المعامل المقدر لمؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة ذا دلالة إحصائية ومرتبطة إيجابياً بالمتغير التابع. تتوافق مستويات الدلالة الإحصائية وعلامات واحجام معاملات مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة في المواصفات الثابتة والديناميكية. وتعد تقديرات معامل النماذج متوسطة المدى أقل بقليل من ثلاثة اضعاف تقديرات المعامل في النموذج قصير المدى. هذا الاختلاف متوقع بالنظر إلى الإطار الزمني الأطول في النماذج متوسطة المدى. لا يزال معامل المصطلح الديناميكي إيجابياً وأقل من واحد، ولكنه ذا دلالة إحصائية فقط في بعض المواصفات. ومن بين مكونات مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة، فإن المؤشرات الفرعية للعوامل الاقتصادية ورأس المال البشري لها ارتباطات إيجابية ذات دلالة إحصائية مع المتغير التابع. يرتبط الوصول إلى الطاقة بشكل سلبي ذي دلالة إحصائية بالتغيير في استخدام الطاقة المتجددة غير الكهرومائية في توليد الكهرباء. وتعد المعاملات التقديرية للمؤشرات الفرعية للتنمية المالية والاستدامة البيئية ايجابية وذات دلالة إحصائية في بعض المواصفات. بينما تعد المؤشرات الفرعية لأمن الطاقة والجودة المؤسسية ذات تأثيرات غير مهمة إحصائياً في جميع المواصفات.

يتم عرض نتائج التقدير للنماذج ذات مواصفات التأخر لمدة سنة وثلاث وخمس سنوات في الجداول 3 و 4 و 5 على التوالي. يعرض كل جدول نتائج مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة ومكوناته عبر المواصفات الثابتة والديناميكية.

يوضح الجدول 3 أن مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة يرتبط بشكل إيجابي وإحصائي بشكل كبير بالتغيير في حصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية. بمعنى آخر، ترتبط الزيادة في درجة مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة بزيادة حصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية في توليد الكهرباء. وتظل هذه العلاقة الإيجابية متسقة عبر كافة المواصفات الثابتة (الأعمدة من 1 إلى 3) والديناميكية (الأعمدة من 7 إلى 9). لا تتغير احجام المعاملات كثيراً عبر المواصفات. المصطلح الديناميكي، التأخر لمدة عام عن مستوى حصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية، له معامل إيجابي وذات دلالة إحصائية. حيث أن حجمه أقل من واحد، مما يضمن استقرار النموذج. المواصفات المفضلة هي النموذج الديناميكي مع اتجاهات الوقت والأوزان في العمود 9. تتمتع هذه المواصفات بأعلى قوة تفسيرية (R_2)، حيث يمكنها تفسير 34% من إجمالي الاختلاف في المتغير التابع.

تعرض الأعمدة 4-6 و 10-12 نتائج النماذج، بما في ذلك المؤشرات الفرعية لمؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة. تظهر النتائج أن العوامل الاقتصادية ورأس المال البشري مرتبطة بشكل إيجابي من الناحية الإحصائية مع التغيير في حصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية على المدى القصير. المؤشر الفرعي للاستدامة البيئية له تأثير إيجابي ذو دلالة إحصائية فقط في المواصفات الموضحة في العمودين 4 و 10. بالإضافة إلى ذلك، يرتبط الوصول إلى الطاقة بشكل هامشي سلبي ذي دلالة إحصائية بالتغيير في حصة الطاقة المتجددة غير

الجدول 3. نتائج التقدير من نماذج سنة واحدة.

المواصفات الديناميكية						المواصفات الثابتة						
[12]	[11]	[10]	[9]	[8]	[7]	[6]	[5]	[4]	[3]	[2]	[1]	
0.0493***	0.0544***	0.0366**	0.0559***	0.0661***	0.0443***							NhRE _{t-1}
(0.0160)	(0.0160)	(0.0169)	(0.0173)	(0.0178)	(0.0169)							
			0.0329***	0.0381***	0.0348***				0.0263**	0.0584***	0.0464***	RETPI _{t-1}
			(0.00974)	(0.00540)	(0.00653)				(0.0125)	(0.00440)	(0.00697)	
0.0138***	0.0136***	0.0164***				0.0128***	0.0137**	0.0191***				EPI _{t-1}
(0.00417)	(0.00422)	(0.00421)				(0.00487)	(0.00525)	(0.00436)				
0.00282	-2.57e-06	0.00256				0.00508	-0.000844	0.00400				FDI _{t-1}
(0.00402)	(0.00440)	(0.00320)				(0.00471)	(0.00573)	(0.00303)				
0.0218***	0.0222***	0.0150**				0.0271***	0.0333***	0.0213***				HCI _{t-1}
(0.00691)	(0.00459)	(0.00647)				(0.00855)	(0.00632)	(0.00736)				
-0.00762	-0.0101**	0.00267				-0.0100*	-0.0153**	0.00135				EAI _{t-1}
(0.00470)	(0.00476)	(0.00607)				(0.00595)	(0.00725)	(0.00699)				
0.00840	0.00900	0.000764				0.0116	0.0147	0.00164				ESI _{t-1}
(0.00854)	(0.00879)	(0.00560)				(0.0102)	(0.0112)	(0.00631)				
0.00189	-0.00303	0.00554*				0.0442	0.0504	0.00979**				EnSI _{t-1}
(0.0224)	(0.0214)	(0.00292)				(0.0329)	(0.0340)	(0.00400)				
0.00326	0.00540	-0.00234				-0.00279	0.000296	-0.00405				III _{t-1}
(0.00588)	(0.00607)	(0.00537)				(0.00677)	(0.00751)	(0.00577)				
-0.0177***	-0.0181***	-0.0119***	-0.0219***	-0.0264***	-0.0179***	-0.0161*	-0.0206**	-0.0140***	-0.0167**	-0.0402***	-0.0235***	الثابت
(0.00661)	(0.00588)	(0.00384)	(0.00625)	(0.00370)	(0.00346)	(0.00866)	(0.00810)	(0.00467)	(0.00816)	(0.00323)	(0.00382)	
نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	التأثير الثابتة للدول
نعم	لا	لا	نعم	لا	لا	نعم	لا	لا	نعم	لا	لا	اتجاه الوقت
نعم	نعم	لا	نعم	نعم	لا	نعم	نعم	لا	نعم	نعم	لا	الأوزان
3,991	3,991	3,991	3,991	3,991	3,991	3,991	3,991	3,991	3,991	3,991	3,991	عدد الملاحظات
0.348	0.346	0.072	0.340	0.334	0.065	0.324	0.312	0.059	0.301	0.258	0.044	R ²
149	149	149	149	149	149	149	149	149	149	149	149	عدد الدول

المصدر: بناء المؤلف.

ملاحظة: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. تقع الأخطاء المعيارية الصارمة المجمعة على مستوى الدولة بين قوسين. يتضمن متغير الاتجاه الزمني الاتجاه الزمني السنوي ومضاعفه. يتم تحديد الأوزان وفقًا لمتوسط إنتاج الكهرباء الإجمالي للدول خلال فترة العينة. المتغير التابع هو التغيير لسنة واحدة في حصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية في توليد الكهرباء. RETPI = مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة. EFI = المؤشر الفرعي للعوامل الاقتصادية، FDI = المؤشر الفرعي للتنمية المالية. HCI = المؤشر الفرعي لرأس المال البشري. EAI = المؤشر الفرعي للوصول إلى الطاقة. ESI = المؤشر الفرعي لأمن الطاقة، ENSI = المؤشر الفرعي للاستدامة البيئية، III = المؤشر الفرعي للبنية التحتية المؤسسية.

الجدول 4. نتائج التقدير من نماذج الثلاث سنوات.

المواصفات الديناميكية						المواصفات الثابتة						
[12]	[11]	[10]	[9]	[8]	[7]	[6]	[5]	[4]	[3]	[2]	[1]	
0.101*	0.124**	0.0356	0.137**	0.183***	0.0629							NhRE _{t-3}
(0.0580)	(0.0588)	(0.0633)	(0.0609)	(0.0640)	(0.0603)							
			0.0903***	0.133***	0.130***				0.0774**	0.178***	0.144***	RETPI _{t-3}
			(0.0283)	(0.0163)	(0.0240)				(0.0333)	(0.0146)	(0.0211)	
0.0468***	0.0502***	0.0553***				0.0442***	0.0506***	0.0579***				EPI _{t-3}
(0.00960)	(0.0110)	(0.00975)				(0.0107)	(0.0131)	(0.0102)				
0.00650	-0.00300	0.0193**				0.0116	-0.00176	0.0208**				FDI _{t-3}
(0.0113)	(0.0115)	(0.00946)				(0.0123)	(0.0140)	(0.00822)				
0.0713***	0.0785***	0.0558**				0.0801***	0.0991***	0.0608***				HCI _{t-3}
(0.0233)	(0.0151)	(0.0244)				(0.0260)	(0.0181)	(0.0226)				
-0.0334**	-0.0418**	0.00811				-0.0393**	-0.0541**	0.00627				EAI _{t-3}
(0.0149)	(0.0174)	(0.0230)				(0.0168)	(0.0223)	(0.0233)				
-0.00452	-0.00377	-0.00153				-0.000804	0.00234	-0.00126				ESI _{t-3}
(0.0175)	(0.0166)	(0.0159)				(0.0209)	(0.0211)	(0.0164)				
0.0729	0.0593	0.0219***				0.149	0.162*	0.0245***				EnSI _{t-3}
(0.0623)	(0.0635)	(0.00765)				(0.0924)	(0.0952)	(0.00849)				
-0.00677	-0.000963	-0.0130				-0.0191	-0.0149	-0.0143				III _{t-3}
(0.0171)	(0.0176)	(0.0152)				(0.0179)	(0.0193)	(0.0145)				
-0.0286	-0.0356**	-0.0378***	-0.0580***	-0.0915***	-0.0660***	-0.0215	-0.0340*	-0.0391***	-0.0471**	-0.122***	-0.0725***	الثابت
(0.0204)	(0.0158)	(0.0128)	(0.0183)	(0.0112)	(0.0126)	(0.0231)	(0.0186)	(0.0138)	(0.0220)	(0.0107)	(0.0115)	
نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	الاتجاه الثابتة للدول
نعم	لا	لا	نعم	لا	لا	نعم	لا	لا	نعم	لا	لا	اتجاه الوقت
نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	لا	نعم	نعم	لا	نعم	نعم	لا	الأوزان
3,693	3,693	3,693	3,693	3,693	3,693	3,693	3,693	3,693	3,693	3,693	3,693	عدد الملاحظات
0.517	0.511	0.117	0.494	0.477	0.097	0.502	0.485	0.115	0.461	0.399	0.090	R ²
149	149	149	149	149	149	149	149	149	149	149	149	عدد الدول

المصدر: بناء المؤلف.

ملاحظة: *** p<0.1, ** p<0.05, * p<0.01. تقع الأخطاء المعيارية الصارمة المجمعة على مستوى الدولة بين قوسين. يتضمن متغير الاتجاه الزمني الاتجاه الزمني السنوي ومضاعفه. يتم تحديد الأوزان وفقًا لمتوسط إنتاج الكهرباء الإجمالي للدول خلال فترة العينة. المتغير التابع هو التغيير لسنة واحدة في حصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية في توليد الكهرباء. RETPI = مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة. EFI = المؤشر الفرعي للعوامل الاقتصادية، FDI = المؤشر الفرعي للتنمية المالية. HCI = المؤشر الفرعي لرأس المال البشري. EAI = المؤشر الفرعي للوصول إلى الطاقة. ESI = المؤشر الفرعي لأمن الطاقة. ENSI = المؤشر الفرعي للاستدامة البيئية. III = المؤشر الفرعي للبنية التحتية المؤسسية.

فإن العلاقة ذات دلالة إحصائية فقط في العمودين 4 و 10. ويرتبط المؤشر الفرعي للوصول إلى الطاقة بشكل سلبي ذي دلالة إحصائية باستخدام الطاقة المتجددة غير الكهرومائية. وكما كان من قبل، فإن المكونين المتبقين من مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة، وهما المؤشر الفرعيان لأمن الطاقة والبنية التحتية المؤسسية، ليسا ذوي دلالة إحصائية في أي مواصفات.

بشكل عام، تشير النتائج إلى وجود ارتباط إيجابي ذوي دلالة إحصائية بين مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة والتحول للطاقة المتجددة. وهذه النتيجة ثابتة في مواصفائنا المختلفة. من بين المؤشرات الفرعية لمؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة، تتمتع مؤشرات العوامل الاقتصادية ورأس المال البشري بعلاقات إيجابية، بينما يظهر أن الحصول على الطاقة له علاقة سلبية مع التحول للطاقة المتجددة. وتتمتع التنمية المالية والاستدامة البيئية بارتباطات إيجابية ذات دلالة إحصائية هامشية مع التحول للطاقة المتجددة. بينما لا يتمتع المؤشر الفرعيان المتبقيان، أمن الطاقة والبنية التحتية المؤسسية، بآثار ذات دلالة إحصائية في أي من المواصفات.

يوضح الجدول 5 نتائج التقديرات على المدى الطويل، التي تكون فيها حصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية المختلفة لمدة خمس سنوات هي المتغير التابع. المتغيرات المستقلة متأخرة لمدة خمس سنوات في جميع المواصفات في الجدول. وكما هي الحال مع النماذج الأخرى، فإن الارتباط التقديري بين مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة والمتغير التابع إيجابي باستمرار وذو دلالة إحصائية في جميع المواصفات. وكما هو متوقع، هذه التقديرات أكبر من التقديرات المقابلة للمدى القصير والمتوسط. المعاملات المقدرة للمصطلح الديناميكي ايجابية وأقل من واحد في جميع المواصفات، لكنها ذات دلالة إحصائية هامشية فقط في بعض الحالات. وكما هي الحال في المدى القصير والمتوسط، ترتبط المؤشرات الفرعية للعوامل الاقتصادية ورأس المال البشري بشكل إيجابي بالتغير في استخدام الطاقة المتجددة غير الكهرومائية. يرتبط المؤشر الفرعي للاستدامة البيئية أيضًا بشكل إيجابي ذات دلالة إحصائية بالتغير في حصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية. ومع ذلك، فهي ذات دلالة إحصائية هامشية فقط في المواصفات الديناميكية. كما يرتبط المؤشر الفرعي للتنمية المالية بشكل إيجابي بالتغير في حصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية. ومع ذلك،

الجدول 5. نتائج التقدير من نماذج الخمس سنوات.

المواصفات الديناميكية						المواصفات الثابتة						
[12]	[11]	[10]	[9]	[8]	[7]	[6]	[5]	[4]	[3]	[2]	[1]	
0.157	0.202*	0.0313	0.239*	0.333**	0.0872							NhRE _{t-5}
(0.112)	(0.117)	(0.172)	(0.122)	(0.132)	(0.164)							
			0.121***	0.234***	0.229***				0.118**	0.300***	0.244***	RETPI _{t-5}
			(0.0454)	(0.0273)	(0.0471)				(0.0512)	(0.0254)	(0.0357)	
0.0685***	0.0856***	0.0945***				0.0681***	0.0889***	0.0967***				EPI _{t-5}
(0.0149)	(0.0164)	(0.0165)				(0.0159)	(0.0196)	(0.0163)				
0.0200	0.0106	0.0342**				0.0287	0.0167	0.0352***				FDI _{t-5}
(0.0167)	(0.0166)	(0.0140)				(0.0181)	(0.0193)	(0.0115)				
0.0931**	0.128***	0.114**				0.106**	0.154***	0.117***				HCI _{t-5}
(0.0420)	(0.0250)	(0.0467)				(0.0459)	(0.0272)	(0.0381)				
-0.0649**	-0.0670**	-0.00334				-0.0752***	-0.0871***	-0.00483				EAI _{t-5}
(0.0267)	(0.0272)	(0.0383)				(0.0283)	(0.0328)	(0.0360)				
-0.0188	-0.0299	-0.0153				-0.0189	-0.0352	-0.0154				ESI _{t-5}
(0.0299)	(0.0279)	(0.0237)				(0.0343)	(0.0333)	(0.0240)				
0.168	0.186	0.0302***				0.249*	0.293*	0.0315***				EnSI _{t-5}
(0.109)	(0.114)	(0.0115)				(0.145)	(0.151)	(0.0120)				
-0.0299	-0.0291	-0.0208				-0.0489	-0.0534	-0.0218				III _{t-5}
(0.0327)	(0.0333)	(0.0238)				(0.0337)	(0.0353)	(0.0213)				
-0.00727	-0.0376	-0.0565***	-0.0745**	-0.161***	-0.115***	0.00667	-0.0236	-0.0571***	-0.0675*	-0.205***	-0.122***	الثابت
(0.0393)	(0.0289)	(0.0200)	(0.0296)	(0.0187)	(0.0241)	(0.0421)	(0.0320)	(0.0208)	(0.0343)	(0.0183)	(0.0192)	
نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	الاتجاه الثابتة للدول
نعم	لا	لا	نعم	لا	لا	نعم	لا	لا	نعم	لا	لا	اتجاه الوقت
نعم	نعم	لا	نعم	نعم	لا	نعم	نعم	لا	نعم	نعم	لا	الأوزان
3,395	3,395	3,395	3,395	3,395	3,395	3,395	3,395	3,395	3,395	3,395	3,395	عدد الملاحظات
0.574	0.563	0.157	0.546	0.516	0.125	0.563	0.542	0.157	0.514	0.444	0.121	R ²
149	149	149	149	149	149	149	149	149	149	149	149	عدد الدول

المصدر: بناء المؤلف.

ملاحظة: *** p<0.1, ** p<0.05, * p<0.01. تقع الأخطاء المعيارية الصارمة المجمعة على مستوى الدولة بين قوسين. يتضمن متغير الاتجاه الزمني الاتجاه الزمني السنوي ومضاعفه. يتم تحديد الأوزان وفقاً لمتوسط إنتاج الكهرباء الإجمالي للدول خلال فترة العينة. المتغير التابع هو التغيير لخمس سنوات في حصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية في توليد الكهرباء. RETPI = مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة. EFI = المؤشر الفرعي للعوامل الاقتصادية، FDI = المؤشر الفرعي للتنمية المالية. HCI = المؤشر الفرعي لرأس المال البشري. EAI = المؤشر الفرعي للوصول إلى الطاقة. ESI = المؤشر الفرعي لأمن الطاقة، ENSI = المؤشر الفرعي للاستدامة البيئية، III = المؤشر الفرعي للبنية التحتية المؤسسية.

الاتجاهات الإقليمية في المواصفات البديلة من خلال تفاعل تأثيرات السنة الثابتة مع المناطق الرئيسية السبعة. وبالمثل، فإننا نتفاعل مع متغير وهمي للدول المتقدمة في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية مع تأثيرات السنة الثابتة للتحكم في الاختلافات في الاتجاهات في الدول المتقدمة والنامية. يوضح الجدول 6 نتائج فحوصات المتانة المدرجة للنماذج الأساسية باستخدام مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة. وفقاً للجدول، تظل النتائج الأساسية ذات دلالة إحصائية، بالإضافة إلى أن الارتباط الإيجابي بين مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة والتحول إلى الطاقة المتجددة قوي.

نختبر نتائجنا الأساسية باستخدام مجموعة متنوعة من المواصفات لضمان متانتها. أولاً، نستخدم تأثيرات السنة الثابتة بدلاً من اتجاه زمني أكثر عمومية. يتيح لنا القيام بذلك أن نحسب بشكل أفضل تأثيرات الاتجاهات العالمية (على سبيل المثال، الأزمة المالية العالمية واتفاقية باريس) على تحولات الطاقة المتجددة. كما قد تلعب الاتجاهات الإقليمية دوراً مهماً في أداء الدول للتحول إلى الطاقة المتجددة. وتشمل هذه الاتجاهات أجندة الصفقة الخضراء للاتحاد الأوروبي، والتقلبات في أسعار الوقود الأحفوري العالمية، واثار هذه الأسعار على الدول الرئيسية المصدرة للنفط. نتحكم في

الجدول 6. نتائج التقدير من فحوصات المتانة.

مواصفات خمس سنوات		مواصفات ثلاث سنوات		مواصفات سنة واحدة		
ديناميكية	ثابتة	ديناميكية	ثابتة	ديناميكية	ثابتة	
[6]	[5]	[4]	[3]	[2]	[1]	
				0.0427**		NhRE _{t-1}
				(0.0196)		
				0.0427***	0.0537***	RETPI _{t-1}
				(0.00940)	(0.0110)	
		0.0770				NhRE _{t-3}
		(0.0636)				
		0.103***	0.118***			RETPI _{t-3}
		(0.0270)	(0.0293)			
0.0932						NhRE _{t-5}
(0.130)						
0.139***	0.155***					RETPI _{t-5}
(0.0474)	(0.0511)					
-0.0876***	-0.0949***	-0.0701***	-0.0765***	-0.0290***	-0.0343***	ثابتة
(0.0327)	(0.0352)	(0.0188)	(0.0209)	(0.00624)	(0.00757)	
Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	الآثار الثابتة للدول
Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	الآثار الثابتة للسنة
Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	الآثار الثابتة للسنة X الآثار الثابتة للمنطقة
Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	الآثار الثابتة للسنة X الآثار الثابتة للدول المتقدمة في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية
Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	الأوزان
3,395	3,395	3,693	3,693	3,991	3,991	عدد الملاحظات
0.616	0.614	0.551	0.547	0.382	0.370	R ²
149	149	149	149	149	149	عدد الدول

المصدر: بناء المؤلف.

ملاحظة: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. تقع الأخطاء المعيارية الصارمة المجمعة على مستوى الدولة بين قوسين. يتضمن متغير الاتجاه الزمني الاتجاه الزمني السنوي ومضاعفه. يتم تحديد الأوزان وفقاً لمتوسط إنتاج الكهرباء الإجمالي للدول خلال فترة العينة. المتغير التابع هو التغيير لسنة أو ثلاث سنوات أو خمس سنوات في حصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية في توليد الكهرباء. RETPI = مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة.

نفترض أن مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة للدول ينمو بالمعدلات المتوسطة لمجموعاتها. وأخيرًا، في سيناريو التحول البطيء، تتبنى الدول أدنى معدلات النمو في مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة في مجموعاتها على مدار العقد القادم.

يلخص الجدول 7 تصميم السيناريو لكل مجموعة من الدول. نقدم هنا مثالاً لشرح تفسير الجدول. ومن بين الدول المتقدمة في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، كان نمو إمكانيات التحول إلى الطاقة المتجددة في اليابان (أي نتائج مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة) الأسرع على أساس سنوي، بمتوسط نمو سنوي بلغ 0.6% خلال العقد الماضي. بينما سجلت الولايات المتحدة أعلى متوسط لثلاث سنوات في معدل النمو في المجموعة والذي يبلغ 1.7%. وبالمثل، كانت أيرلندا تتميز بأعلى متوسط لخمس سنوات في معدل النمو بين دول المجموعة بنسبة تبلغ 4.1% على مدى العقد الماضي. نستخدم معدلات نمو مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة هذه على فترات مدتها سنة وثلاث وخمس سنوات لاستقراء نتائج مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة للدول الأخرى في المجموعة ذاتها. يمتد الاستقراء إلى العقد القادم، ويعتمد المعدل المحدد على السيناريو. وباستخدام مؤشرات إمكانية التحول للطاقة المتجددة المستنتجة ومعاملات النموذج التي تم تقديرها، نتوقع أداء تحول الدول إلى الطاقة المتجددة (أي حصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية في توليد الكهرباء) حتى عام 2030.

أنشأ التحليل السابق ارتباطًا إحصائيًا قويًا بين مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة والتحويلات إلى الطاقة المتجددة. بناءً على هذه النتائج، نقدم توقعات خاصة بكل دولة لاتجاهات التحول المستقبلية في ظل سيناريوهات معقولة. نستخدم تقديرات المعامل من النماذج الديناميكية في هذه التوقعات بسبب قوتها التنبؤية القوية. وبالتحديد أكثر، نأخذ في الاعتبار المواصفات الديناميكية للمدى القريب والمتوسط والبعيد لكل سيناريو، حيث أن لكل المواصفات على حدة قوة تنبؤية متفاوتة.

بالنسبة لتصميم السيناريو، نصنف سبع مجموعات للدول بناءً على الدخل والمنطقة الجغرافية. تعتبر الدول المتقدمة في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية مجموعة واحدة بغض النظر عن موقعها. وتنقسم الدول المتبقية إلى ست مناطق: شرق آسيا والمحيط الهادئ، وأوروبا وآسيا الوسطى، وأمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي، والشرق الأوسط وشمال إفريقيا، وجنوب آسيا، وإفريقيا جنوب الصحراء.¹⁷ يتم إنشاء السيناريوهات بناءً على النمو في متوسط نتائج مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة للدول في فترات مدتها سنة واحدة وثلاث سنوات وخمس سنوات خلال الفترة من 2009 إلى 2018.¹⁸ ثم نحدد الأداء المتوسط الأعلى والمتوسط والأدنى من حيث نمو مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة في كل المجموعات السبع. وفي سيناريو التحول السريع، نفترض أن مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة لكل دولة ينمو بأعلى معدل في مجموعته على مدار 12 عام حتى عام 2030. وبالمثل، في سيناريو التحول المتوسط،

الجدول 7. تصميم السيناريو.

سيناريو التحول البطيء (الحد الأدنى)			التحول المتوسط			سيناريو التحول السريع (الحد الأقصى)			المنطقة
5 سنوات	3 سنوات	سنة	5 سنوات	3 سنوات	سنة	5 سنوات	3 سنوات	سنة	
-0.8%	-1.0%	-1.0%	1.4%	0.5%	-0.1%	4.1%	1.7%	0.6%	الدول المتقدمة في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية
3.5%	2.1%	0.6%	7.5%	4.4%	1.5%	16.3%	10.9%	4.2%	شرق آسيا والمحيط الهادئ
-0.9%	-1.4%	-1.2%	3.4%	1.8%	0.4%	7.5%	3.7%	1.2%	أوروبا وآسيا الوسطى
1.3%	0.6%	0.1%	4.9%	2.5%	0.7%	9.1%	5.2%	1.8%	أمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي
-0.5%	-1.0%	-0.2%	3.9%	2.0%	0.7%	9.5%	5.9%	1.6%	الشرق الأوسط وشمال أفريقيا
2.0%	1.1%	0.4%	8.9%	4.9%	1.6%	18.0%	9.2%	3.2%	جنوب آسيا
0.5%	0.3%	-0.1%	5.7%	3.3%	1.3%	20.1%	10.6%	3.9%	أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى

المصدر: المؤلف.

ملاحظات: تم تصميم كل سيناريو وفقاً لمتوسط أداء نمو مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة لمجموعات الدول في العقد من 2009 إلى 2018.

البطيء بمواصفات العام الواحد متوسط حصة للطاقة المتجددة غير الكهرومائية بنسبة 14.5% بحلول عام 2030.¹⁹

توقعات التحول العالمي إلى الطاقة المتجددة حسب مجموعة الدخل

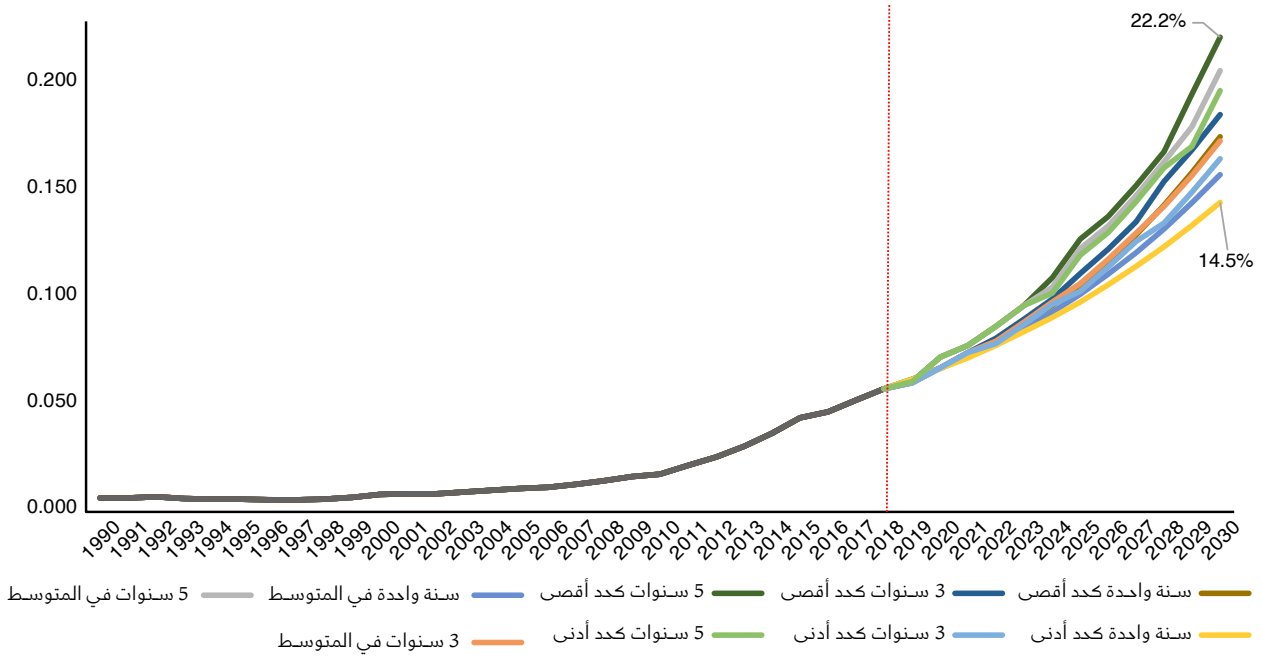
نقسم العينة إلى الدول المتقدمة في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية وبقية دول العالم. يعرض الشكل 2 نطاقات التوقع (أي الحد الأعلى والأدنى) لمجموعتي الدخل الرئيسيتين. يوضح الشكل أن الفجوة بين هاتين المجموعتين ستتسع أكثر خلال العقد القادم. يبلغ متوسط الحد الأعلى للتوقع 48% للدول المتقدمة في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية ويبلغ 18% لبقية دول العالم. بينما يبلغ متوسط الحد الأدنى 41.5% للدول المتقدمة في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية ويبلغ 10% لبقية دول العالم. تشير التوقعات إلى أن حصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية للدول ستزيد بشكل كبير بحلول عام 2030 مقارنة بمستوياتها في عام 2018. ومع ذلك، ستكون الزيادة أكبر بكثير بالنسبة لمجموعة الدول المتقدمة في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية.

نناقش توقعاتنا لكل سيناريو في الأقسام الفرعية التالية. ننظر أولاً في متوسط اتجاهات التحول العالمي للطاقة المتجددة في مجموعات الدخل والمناطق المختلفة. ثم نبني توقعات خاصة لكل دولة.

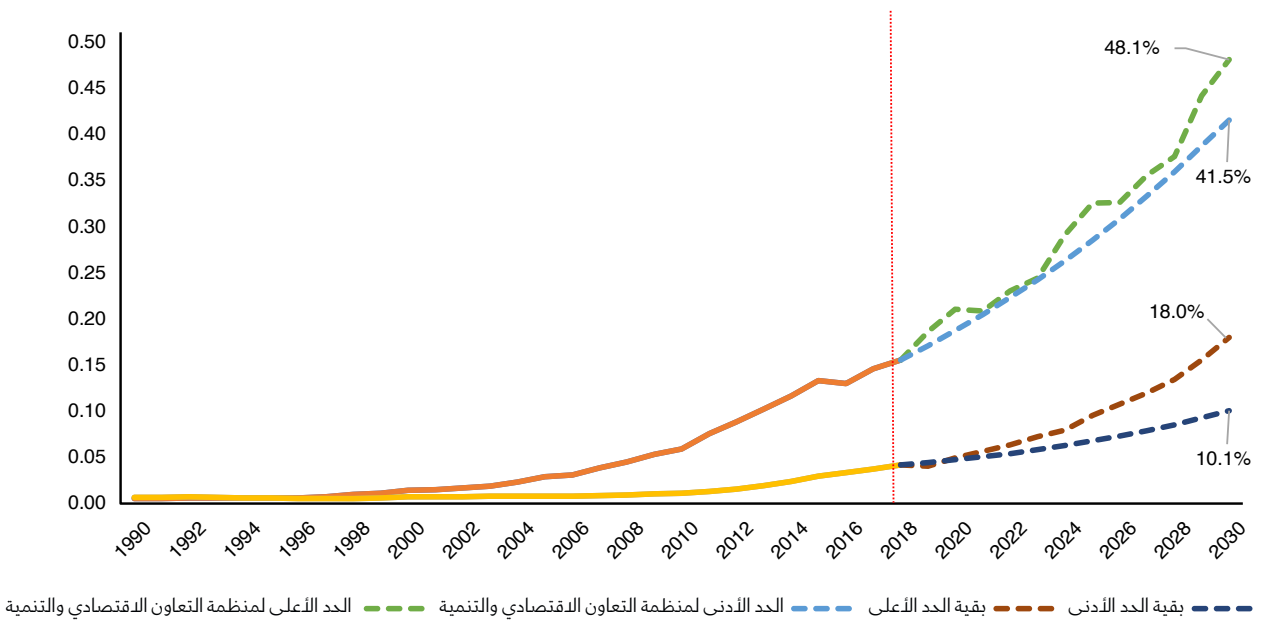
توقعات التحول العالمي إلى الطاقة المتجددة

يلخص الشكل 1 توقعات نماذجنا لاتجاهات التحول العالمي إلى الطاقة المتجددة. يعرض الشكل التوقعات لجميع النماذج الثلاثة (أي مواصفات لسنة واحدة وثلاث سنوات وخمس سنوات) وسيناريوهات التحول (أي السريع والمتوسط والبطيء). تنتهي بياناتنا الأصلية بحلول عام 2018، مما يعني أن جميع البيانات للسنوات ما بعد 2018 تعكس توقعات النموذج. وفقاً للشكل، يستمر التحول إلى الطاقة المتجددة في اتباع اتجاه تصاعدي في العقد القادم في سيناريو التحول السريع بمواصفات الخمسة أعوام، من المتوقع أن يصل متوسط حصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية العالمية إلى 22.2% بحلول عام 2030. وتعتبر هذه الحصة الحد الأعلى لتوقعاتنا. في المقابل، يتوقع سيناريو التحول

الشكل 1. توقعات التحول العالمي للطاقة المتجددة، جميع النماذج والسيناريوهات.



الشكل 2. توقعات التحول العالمي للطاقة المتجددة، حسب الدخل (توقعات الحد الأعلى والأدنى).

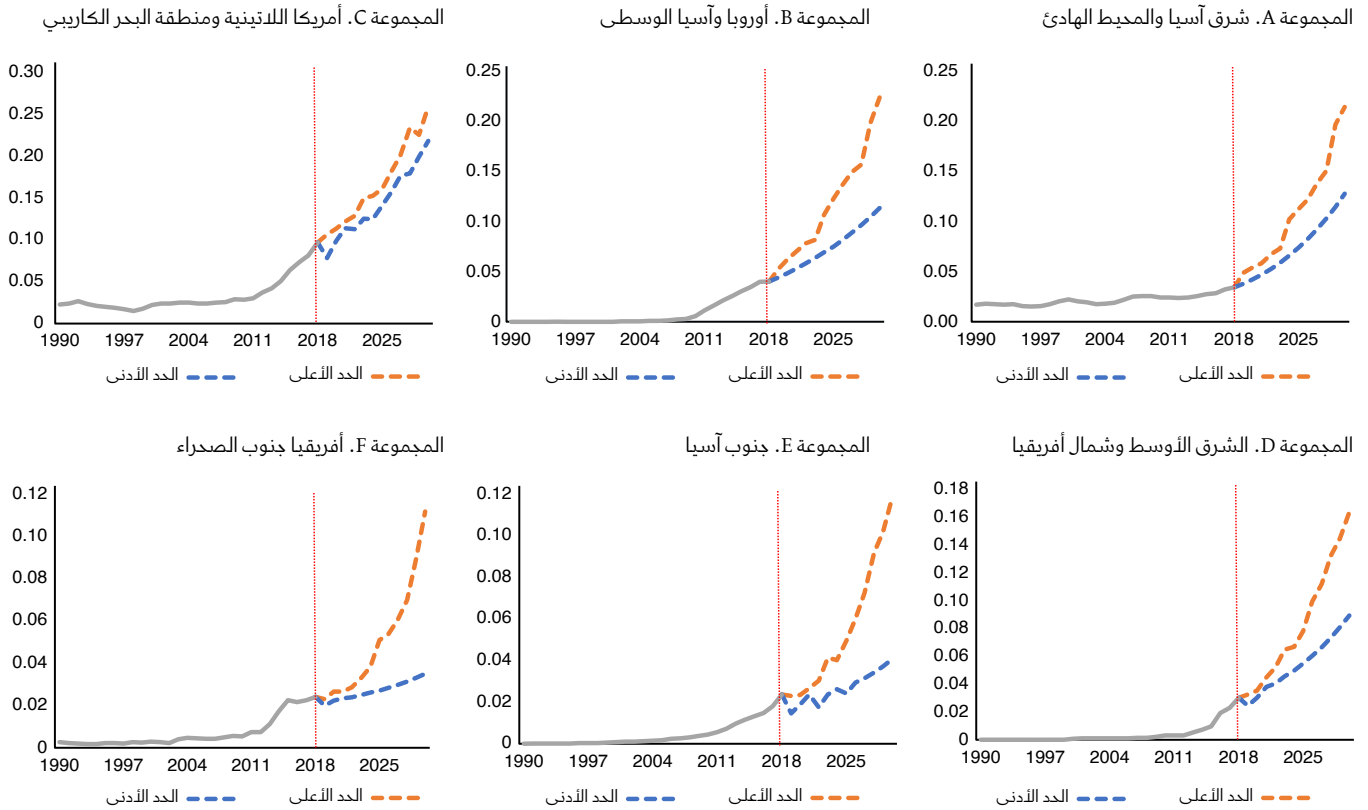


توقعات التحول العالمي إلى الطاقة المتجددة حسب المنطقة

يوضح الشكل 3 متوسط توقعات التحول الإقليمي إلى الطاقة المتجددة للدول النامية في العينة. وتتواجد أعلى الحدود المتوقعة الأدنى والأعلى بنسبة 22% في منطقة أمريكا اللاتينية و 26% في البحر الكاريبي (المجموعة C). تتبع مناطق شرق آسيا والمحيط الهادئ وأوروبا وآسيا الوسطى اتجاهات تحول مماثلة ولديها توقعات متشابهة (المجموعة A و B على التوالي). وتماشياً مع الاختلافات في

مستوياتها لعام 2018، التوقعات لمنطقة أوروبا وآسيا الوسطى لها حد أعلى بقليل. وبالتحديد، يبلغ توقع الحد الأعلى لأوروبا وآسيا الوسطى 22% من المتوقع أن يرتفع متوسط حصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية في منطقة الشرق الأوسط وشمال إفريقيا (المجموعة D) إلى 16.4% في سيناريو التحول السريع، بينما من المتوقع أن يرتفع إلى 9% في سيناريو التحول البطيء. ومن المتوقع أن يكون لمناطق جنوب آسيا (المجموعة E) وأفريقيا جنوب الصحراء (المجموعة F) أقل أداء في التحول، بحدود أعلى تبلغ 12%.

الشكل 3. توقعات التحول الإقليمي للطاقة المتجددة (توقعات الحد الأعلى والأدنى).



المصدر: توقعات المؤلف.

ملاحظة: تُظهر الرسوم البيانية متوسطات توقعات الحد الأعلى والأدنى على مستوى الدولة لكل منطقة. يتم تضمين الدول غير الأعضاء في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية فقط. وتعكس بيانات السنوات بعد عام 2018 توقعات النموذج.

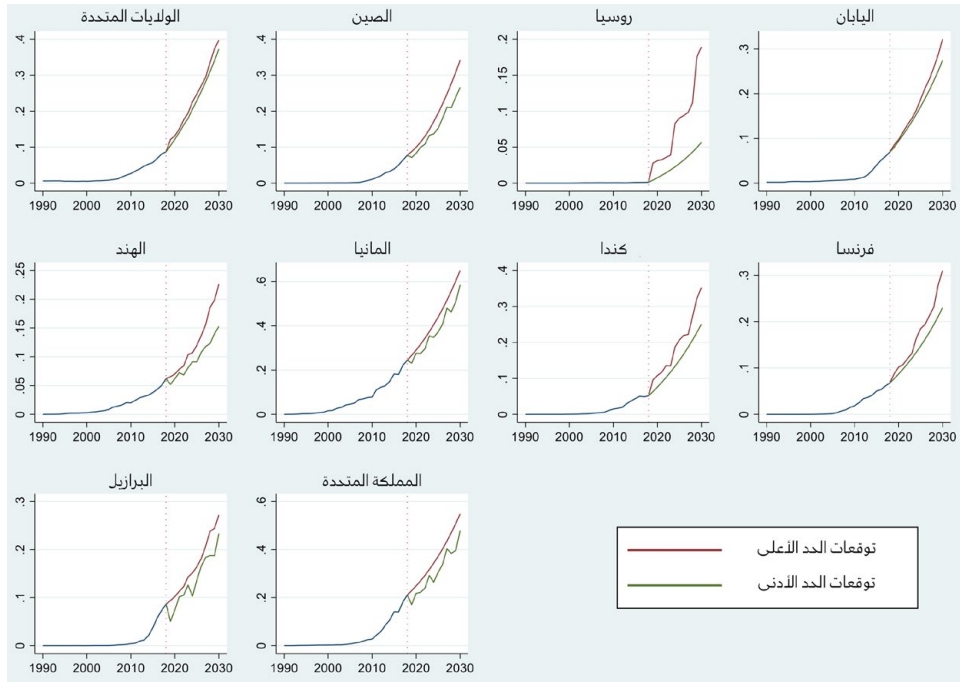
وأخيراً، توقعت الدول الناشئة في المجموعة، مثل الصين والهند والبرازيل، حدود أعلى ما بين 23٪ و 34٪.

تتخذ أهداف الطاقة المتجددة للدول أشكالاً مختلفة، مثل السعة المثبتة وحصص الطاقة المتجددة من إمدادات الطاقة الأولية وحصص الطاقة المتجددة في توليد الكهرباء. ومن بين الدول المذكورة أعلاه، نحدد الأهداف الرسمية لإنتاج الكهرباء من الطاقة المتجددة غير الكهرومائية بحلول عام 2030 لألمانيا (61.5٪) وفرنسا (40٪) وروسيا (4.5٪) واليابان (15٪).²⁰ ويقع هدف ألمانيا في منتصف نطاق توقعاتنا. بينما هدف فرنسا أعلى من نطاق توقعاتنا، وأهداف روسيا واليابان أقل من نطاق توقعاتنا. أي ان هذه النتائج تشير إلى أن هدف ألمانيا قابلة للتحقيق. وفي المقابل، يبدو أن هدف فرنسا أعلى من إمكانياتها، بينما أن روسيا واليابان تهدفان إلى ما هو أقل من إمكانياتهما.

التوقعات لكل دولة

يوضح الشكل 4 توقعات النموذج للكبير 10 دول منتجة للطاقة في جميع أنحاء العالم. حيث تمثل هذه الدول ما يقارب 70٪ من إجمالي إنتاج الطاقة العالمي. يوضح الشكل توقعات الحد الأعلى والأدنى للمواصفات والسيناريوهات الثلاثة (أي بالإجمالي تسع حالات) لكل دولة بحلول عام 2030. تشير توقعاتنا إلى أن جميع الدول العشر لديها إمكانيات كبيرة لزيادة حصصها في الطاقة المتجددة غير الكهرومائية عدة مرات بحلول عام 2030. ومن ضمن هذه المجموعة، تملك ألمانيا أعلى حصة من الطاقة المتجددة غير الكهرومائية المتوقعة بحلول عام 2030، والحد الأعلى المتوقع بنسبة 65٪. وتملك المملكة المتحدة ثاني أعلى توقعات للحد الأعلى بنسبة 55٪، والولايات المتحدة في المركز الثالث بحد أعلى يبلغ 40٪. بينما تتراوح توقعات الحد الأعلى لليابان وفرنسا وكندا من 30٪ إلى 35٪.

الشكل 4. توقعات التحول إلى الطاقة المتجددة للكبير 10 دول منتجة للكهرباء (توقعات الحد الأعلى والأدنى).



المصدر: توقعات المؤلف.

ملاحظات: تعكس البيانات للسنوات ما بعد عام 2018 توقعات النموذج.

إحصائية في أي من المواصفات. وتعد هذه النتائج قوية بالنسبة للمواصفات والضوابط البديلة.

نظرًا للقدر التنبؤية القوية لمؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة لآداء الدول في التحول إلى الطاقة المتجددة في المستقبل، توقعنا مسارات التحول إلى الطاقة المتجددة الخاصة بكل دولة. ونظرنا في سيناريوهات التحول السريع والمتوسط والبطيء. توقعنا نماذجنا أن التحول العالمي للطاقة المتجددة سيزداد بشكل كبير، حيث قد يصل متوسط حصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية إلى ما بين 14.5% و 22% بحلول عام 2030. وستساهم الدول المتقدمة في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية بشكل كبير في هذا التسارع. حيث أنه من المتوقع أن يصل متوسط حصتها من الطاقة المتجددة غير الكهرومائية إلى ما بين 41.5% و 48% بحلول عام 2030. كما سيزداد متوسط حصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية في الدول النامية من 4.2% في 2018 إلى ما بين 10% و 18% بحلول عام 2030. ومن بين الدول المتقدمة في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية، من المتوقع أن تحصل ألمانيا والمملكة المتحدة على حصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية بنسبة 60% تقريبًا. ومن المتوقع أن تحقق الولايات المتحدة حصة من الطاقة المتجددة غير الكهرومائية تبلغ حوالي 40%، أي ما يقارب أربعة أضعاف مستواها الحالي. من بين الدول النامية، تظهر توقعاتنا أن الصين والهند والبرازيل يمكنها تحقيق الحد الأقصى من حصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية بنسب تبلغ ما بين 23% و 34%. تحدد هذه النتائج الآفاق الحرجة لمستقبل التحول إلى الطاقة المتجددة. ومن خلال إدراك إمكاناتها، يمكن للدول تحقيق تحولات كبيرة في الطاقة المتجددة في العقد القادم، والتي ستساهم بشكل كبير في طموحاتها المناخية العالمية.

على الرغم من أن هذه الدراسة قدمت تحليلًا قويًا يعتمد على تقنيات اقتصادية قياسية قوية، إلا أنها يوجد بها قيود. على سبيل المثال، تلعب

يخلق تغير المناخ تحديات بيئية شديدة، ويتطلب تحولا كبيرا في نظام الطاقة العالمي. ومع هذه الأجنحة الحيوية، تقوم العديد من الدول بمراجعة سياساتها الحالية وإعادة النظر في نهجها لاستيعاب تحول سلس. من بين تقنيات التخفيف المختلفة، كانت الطاقة المتجددة هي التقنية الأكثر استخدامًا في العديد من الدول، خاصة لتحويل قطاع الكهرباء - أي التحول إلى الطاقة المتجددة. تظهر حقائق البيانات البسيطة أن بعض الدول تشهد تحولات للطاقة المتجددة أسرع من غيرها. يثير هذا الاختلاف السؤال الأساسي حول العوامل الأولية التي تحدد أداء التحول إلى الطاقة المتجددة في الدول. تحدد الدراسات السابقة ذات الصلة العديد من العوامل الحاسمة التي قد تفسر هذا الاختلاف. ومع ذلك، لم يتم تطوير نهج منهجي لتقديم شرح مكتمل بشكل أفضل. ولسد هذه الفجوة الحرجة، أجرينا تحليلًا اقتصاديًا قياسيًا مكثفًا لمجموعة من 149 دولة متقدمة ونامية على مدى العقود الثلاثة الماضية.

تظهر نتائجنا أن مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة يرتبط بشكل إيجابي وإحصائي بشكل كبير بأداء الدول في التحول إلى الطاقة المتجددة. تشير هذه النتيجة إلى أن الدول ذات الإمكانيات الأكبر للتحول إلى الطاقة المتجددة (أي نتائج أعلى لمؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة) تسجل في المتوسط أداءً أقوى في التحول إلى الطاقة المتجددة. ومن بين المؤشرات الفرعية لمؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة، ترتبط المؤشرات الفرعية للعوامل الاقتصادية ورأس المال البشري بشكل إيجابي وإحصائي بشكل كبير مع التحول إلى الطاقة المتجددة. كما نجد أيضًا أن المؤشرات الفرعية للاستدامة البيئية والتنمية المالية ترتبط بشكل إيجابي وذي دلالة إحصائية هامشية بالتحول إلى الطاقة المتجددة. على العكس من ذلك، وجد أن المؤشر الفرعي للوصول إلى الطاقة مرتبط بشكل سلبي ذي دلالة إحصائية بالتحول إلى الطاقة المتجددة. ولا تملك المؤشرات الفرعية لأمن الطاقة والبنية التحتية المؤسسية تأثيرات ذات دلالة

اعتمادها بشكل كبير في عملية التحول الى الطاقة المتجددة. يعالج تحليلنا هذه الاحتمالات جزئيًا فقط من خلال حساب الاتجاهات العالمية والإقليمية والمتعلقة بمجموعة الدخل على مدى العقود الثلاثة الماضية. وستكون أفضل طريقة لدمج هذه الإمكانيات هي إضافة مؤشرات فرعية للسياسة والتقنية إلى مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة. وسيصبح القيام بذلك ممكنًا مع توفر المزيد من البيانات ذات التغطية القطرية الأوسع.

التطورات التقنية دورًا أساسيًا في التحولات الى الطاقة المتجددة. اصبحت التقنيات المتقدمة (على سبيل المثال، تقليل تكاليف الاستثمار في الطاقة المتجددة بشكل أسرع مما تم تحقيقه على مدى العقود الثلاثة الماضية أو تحسين سعة تخزين الكهرباء) ممكنة. حيث يمكن لمثل هذه التقنيات بالتأكيد الزيادة من سرعة التحول الى الطاقة المتجددة. وبالمثل، يمكن ان تساهم السياسات الحكومية لتعميم استخدام الطاقة المتجددة أو

- 1 تشمل حصة الطاقة المتجددة غير الكهرومائية فقط تقنيات الطاقة المتجددة المعاصرة، مثل طاقة الرياح والطاقة الشمسية والطاقة الحرارية الأرضية.
- 2 للحصول على مراجعات منهجية للدراسات السابقة حول محددات التحول الى الطاقة المتجددة، انظر في Bourcet و Can Sener و Sharp و (2018) Darmanig Anctil واخرون (2014).
- 3 يتوفر مؤشرا آخران في الدراسات السابقة. قام Singh وآخرون (2019) بتطوير مؤشر تحول الطاقة للمنتدى الاقتصادي العالمي، وطور مجلس الطاقة العالمي (2020) مؤشر trilemma. يختلف التركيز المنهجي لهذه المؤشرات عن التركيز الخاص بمؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة من نواحٍ عديدة، كما أن تغطياتها للدول وامتدادها الزمني ليست شاملة. والأهم من ذلك، أنها لا تركز فقط على محددات تحول الطاقة. وأخيرًا، هذه المؤشرات ليست متاحة مجانًا للباحثين. للحصول على مناقشة أكثر تفصيلًا للاختلافات بين مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة وهذه المؤشرات، ارجع الى (2021) Yilmaz.
- 4 نقيس هذه الحصة باستخدام الجيجاواط في الساعة (GWh) لإنتاج الكهرباء.
- 5 تم في العادة استغلال إنتاج الكهرباء من الموارد الكهرومائية بشكل كبير (Lin and Omoju 2017) وله خصائص تقنية مميزة ومتطلبات من الموارد. لذلك لها مجموعة مختلفة من المحددات مقارنة بالتي تم النظر فيها عند بناء مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة (Burke 2010). بالإضافة إلى ذلك، يثير إنتاج الطاقة الكهرومائية بعض المخاوف الاجتماعية والبيئية (Pfeiffer and Mulder 2013).
- 6 على سبيل المثال، تستخدم العديد من الدراسات مقاييس مختلفة للحجم، مثل الناتج المحلي الإجمالي (GDP) والسكان ومساحة الأرض والتكوين الرأسمالي (Baldwin et al. 2017; Bayulgen and Ladewig 2017; Lin and Omoju 2017; Zeb et al. 2014). وجدوا ترابطًا إيجابيًا بين هذه المتغيرات وتحول الطاقة.
- 7 ناقش Przychodzen و Przychodzen (2020) ، و Carley و Carley وآخرون (2017) و Baldwin وآخرون (2017) علاقات الناتج المحلي الإجمالي والسكان ونمو التكوين الرأسمالي بتحويلات الطاقة. تؤكد هذه الدراسات عادة وجود علاقة إيجابية بين هذه المتغيرات. وفي المقابل، وجد Anton و Afloarei Nucu (2020) علاقة سلبية بين نمو الناتج المحلي الإجمالي وحصة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة. استنتج Aguirre و Ibikunle (2014) إلى أن أثر النمو السكاني على حصة الطاقة المتجددة في مزيج الطاقة غير مهم من الناحية الإحصائية.
- 8 على سبيل المثال استبدل Bayulgen و Carley (2017) و Ladewig وآخرون (2017) و Aguirre و Ibikunle (2014) التنمية الاقتصادية من نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي. وجدوا أنه يرتبط بشكل إيجابي باستخدام الطاقة المتجددة في الكهرباء. بالإضافة إلى ذلك، تستخدم دراسات أخرى، مثل دراسات Aker و Mbiti (2010) و Glemarec (2012)، مقاييس تطوير البنية التحتية للتعبير عن مستويات التنمية في الدول. تشمل هذه المؤشرات اشتراكات الهاتف الثابت واستخدام الهاتف المحمول والوصول إلى الإنترنت. وجدت هذه الدراسات علاقة إيجابية بين التطوير واستخدام الطاقة المتجددة.
- 9 تتوازن البيانات بقوة. وينقص عدد قليل من الملاحظات لبعض الدول لأنه لا يمكن حساب نتائج المؤشر ذات الصلة بسبب البيانات المفقودة.

10 لمزيد من التفاصيل التقنية حول مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة ومؤشراته الفرعية، ارجع الى Yilmaz (2021).

11 تصف دراستهم منهجية مشروع بحثي كبير للبنك الدولي يحدد المحددات الرئيسية لنمو الإنتاجية. وعلى الرغم من أن هذا المشروع له تركيز مختلف عن تركيزنا، إلا أن نهجهم التقني مناسب ومفيد لأغراضنا البحثية.

12 ارجع الى الجدول 2 في Bourcet (2020) للحصول على قائمة مفصلة بمتغيرات التحول للطاقة المتجددة (التابعة) المستخدمة في الدراسات السابقة.

13 تعد عينتنا غير متوازنة. وبالتالي، نجري اختبارات جذر الوحدة من نوع Fisher (بناء على منهجيات ديكي - فولر وفيليبس - بيرون) للمتغير التابع و مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة. ونستخدم هيكلًا واحدًا للتأخير، والمتوسط، والاتجاه. تشير نتائج الاختبار إلى أن المتغير التابع يحتوي بوضوح على جذر وحدة وأن مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة ثابت. وللمزيد من الفحوصات، نقصي الدول ذات النتائج المفقودة لمؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة (أي 20% من العينة) للحصول على عينة متوازنة. نجري اختبارات أخرى لجذر الوحدة (اي اختبارات Levin-Lin-Chu و Harris-Tzavalis و Im-Pesaran-Shin و Breitung) لهذه العينة. ويبقى الاستنتاج ذاته.

14 على سبيل المثال، في النموذج طويل المدى، المتغير التابع هو التغيير لمدة خمس سنوات (أي، $NhRE_t - NhRE_{t-5}$).

15 على سبيل المثال، في نموذج الخمس سنوات، مصطلح التأخير هو $NhRE_{it-5}$.

16 المصطلح التربيعي يجسد اللاخطية في الاتجاه العالمي.

17 نستثنى أمريكا الشمالية لأن دولتين فقط تقعان في هذه المنطقة، وهما الولايات المتحدة وكندا، وهي جزء من المجموعة المتقدمة في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية. يوفر الجدول A1 مجموعات الدول.

18 تغطي فترة العشر سنوات هذه مختلف الأحداث العالمية، مثل الأزمة المالية العالمية في عام 2009 وتدفقات رأس المال الوفيرة إلى الاقتصادات الناشئة. ويغطي تشديد الأوضاع المالية العالمية في عام 2013 وتبعه رفع الاحتياطي الفيدرالي الأمريكي سعر الفائدة واتفاقية باريس لعام 2015. كما حدثت العديد من التحولات التقنية والإصلاحات الجديدة الأخرى في هذه الفترة الزمنية أيضًا. بشكل عام، تعكس التغييرات في نتائج مؤشر إمكانية التحول للطاقة المتجددة للدول على مدار العقد الماضي العديد من الأحداث الإيجابية والسلبية. وبالتالي، يمكنهم تفسير الأحداث الإيجابية والسلبية المحتملة في المستقبل القريب.

19 نقوم أيضًا بتضمين أوزان لحساب متوسط إجمالي استهلاك الكهرباء في الدول (بدلاً من المتوسطات البسيطة). ثم يصل تقدير الحد الأعلى إلى 32.5% والحد الأدنى 27%.

20 يمكن العثور على خطة الطاقة والمناخ الوطنية الألمانية على هذا الرابط. كما تمت مناقشة هدف فرنسا أيضًا في وثيقة خطتها الوطنية للطاقة والمناخ، الموجودة على هذا الرابط. واستراتيجية الطاقة الروسية بحلول عام 2030 متاحة على هذا الرابط. أخيرًا، يمكن العثور على هدف اليابان لعام 2030 على هذا الرابط.

- Aguirre, Mariana, and Gbenga Ibikunle. 2014. "Determinants of Renewable Energy Growth: A Global Sample Analysis." *Energy Policy* 69(C):374–84. DOI: [j.enpol.2014.02.036](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.02.036)
- Aker, Jenny C., and Isaac M. Mbiti. 2010. "Mobile Phones and Economic Development in Africa." *Journal of Economic Perspectives* 24(3):207–32. DOI: [10.1257/jep.24.3.207](https://doi.org/10.1257/jep.24.3.207)
- Anton, Sorin Gabriel, and Anca Elena Afloarei Nucu. 2020. "The Effect of Financial Development on Renewable Energy Consumption. A Panel Data Approach." *Renewable Energy* 147(P1):330–8. DOI: [10.1016/j.renene.2019.09.005](https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.09.005)
- Baldwin, Elizabeth, Sanya Carley, Jennifer N. Brass, and Lauren M. MacLean. 2017. "Global Renewable Electricity Policy: A Comparative Policy Analysis of Countries by Income Status." *Journal of Comparative Policy Analysis: Research and Practice* 19(3):277–98. DOI: [10.1080/13876988.2016.1166866](https://doi.org/10.1080/13876988.2016.1166866)
- Bayulgen, Oksan, and Jeffrey W. Ladewig. 2017. "Vetoing the Future: Political Constraints and Renewable Energy." *Environmental Politics* 26(1):49–70. DOI: [10.1080/09644016.2016.1223189](https://doi.org/10.1080/09644016.2016.1223189)
- Best, Rohan. 2017. "Switching Towards Coal or Renewable Energy? The Effects of Financial Capital on Energy Transitions." *Energy Economics* 63(C):75–83. DOI: [10.1016/j.eneco.2017.01.019](https://doi.org/10.1016/j.eneco.2017.01.019)
- Bourcet, Clémence. 2020. "Empirical Determinants of Renewable Energy Deployment: A Systematic Literature Review." *Energy Economics* 85(C):104563. DOI: [10.1016/j.eneco.2019.104563](https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.104563)
- Brunnschweiler, Christa N. 2010. "Finance for Renewable Energy: An Empirical Analysis of Developing and Transition Economies." *Environment and Development Economics* 15(3):241–274. DOI: [10.1017/S1355770X1000001X](https://doi.org/10.1017/S1355770X1000001X)
- Can Şener, Şerife Elif, Julia L. Sharp, and Annick Anctil. 2018. "Factors Impacting Diverging Paths of Renewable Energy: A Review." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 81(P2):2335–42. DOI: [10.1016/j.rser.2017.06.042](https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.042)
- Carley, Sanya, Elizabeth Baldwin, Lauren M. MacLean, and Jennifer N. Brass. 2017. "Global Expansion of Renewable Energy Generation: An Analysis of Policy Instruments." *Environmental Resource Economics* 68(2):397–440. DOI: [10.1007/s10640-016-0025-3](https://doi.org/10.1007/s10640-016-0025-3)
- Crippa, Monica, Gabriel Oreggioni, Diego Guizzardi, Marilena Muntean, Edwin Schaaf, Eleonora Lo Vullo, Efisio Solazzo, Fabio Monforti-Ferrario, Jos Olivier, and Elisabetta Vignati. 2019. "Fossil CO₂ and GHG Emissions of All World Countries." Luxembourg: Publications Office of the European Union. DOI: [10.2760/655913](https://doi.org/10.2760/655913)
- Darmani, Anna, Niklas Arvidsson, Antonio Hidalgo, and Jose Albors. 2014. "What Drives the Development of Renewable Energy Technologies? Toward a Typology for the Systemic Drivers." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 38(C):834–47. DOI: [10.1016/j.rser.2014.07.023](https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.023)
- Glemarec, Yannick. 2012. "Financing Off-grid Sustainable Energy Access for the Poor." *Energy Policy* 47(S1):87–93. DOI: [10.1016/j.enpol.2012.03.032](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.03.032)
- International Renewable Energy Agency (IRENA). 2019. "Global Energy Transformation: A Roadmap to 2050." IRENA Technical Report.

- — —. 2020. "Global Renewables Outlook." IRENA Technical Report.
- Kim, Young Eun, and Norman V. Loayza. 2019. "Productivity Growth: Patterns and Determinants across the World." World Bank Policy Research Working Paper Series, No. 8852. DOI: [10.1596/1813-9450-8852](https://doi.org/10.1596/1813-9450-8852).
- Lin, Boqiang, and Oluwasola E. Omoju. 2017. "Focusing on the Right Targets: Economic Factors Driving Non-hydro Renewable Energy Transition." *Renewable Energy* 113(C):52–63. DOI: [10.1016/j.renene.2017.05.067](https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.05.067)
- Marques, António C., and José Alberto Fuinhas. 2011a. "Drivers Promoting Renewable Energy: A Dynamic Panel Approach." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15(3):1601–8. DOI: [10.1016/j.rser.2010.11.048](https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.11.048)
- — —. 2011b. "Do Energy Efficiency Measures Promote the Use of Renewable Sources?" *Environmental Science & Policy* 14(4):471–81. DOI: [10.1016/j.envsci.2011.02.001](https://doi.org/10.1016/j.envsci.2011.02.001)
- Marques, António C., José Alberto Fuinhas, and J. R. Pires Manso. 2010. "Motivations Driving Renewable Energy in European Countries: A Panel Data Approach." *Energy Policy* 38(11):6877–85. DOI: [10.1016/j.enpol.2010.07.003](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.07.003)
- Pfeiffer, Birte, and Peter Mulder. 2013. "Explaining the Diffusion of Renewable Energy Technology in Developing Countries." *Energy Economics* 40(C):285–96. DOI: [doi:10.1016/j.eneco.2013.07.005](https://doi.org/10.1016/j.eneco.2013.07.005)
- Przychodzen, Wojciech, and Justyna Przychodzen. 2020. "Determinants of Renewable Energy Production in Transition Economies: A Panel Data Approach." *Energy* 191(C):116583. DOI: [10.1016/j.energy.2019.116583](https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.116583)
- Romano, Antonio A., Giuseppe Scandurra, Alfonso Carfora, and Mate Fodor. 2017. "Renewable Investments: The Impact of Green Policies in Developing and Developed Countries." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 68(P1):738–47. DOI: [10.1016/j.rser.2016.10.024](https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.10.024)
- Sadorsky, Perry. 2009. "Renewable Energy Consumption, CO₂ Emissions and Oil Prices in the G7 Countries." *Energy Economics* 31(3):456–62. DOI: [10.1016/j.eneco.2008.12.010](https://doi.org/10.1016/j.eneco.2008.12.010)
- — —. 2010. "The Impact of Financial Development on Energy Consumption in Emerging Economies." *Energy Policy* 38(5):2528–35. DOI: [10.1016/j.enpol.2009.12.048](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.12.048)
- Singh, Harsh Vijay, Roberto Bocca, Pedro Gomez, Steve Dahlke, and Morgan Bazilian. 2019. "The Energy Transitions Index: An Analytic Framework for Understanding the Evolving Global Energy System." *Energy Strategy Reviews* 26:100382. DOI: [10.1016/j.esr.2019.100382](https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.100382)
- Sokona, Youba, Yacob Mulugetta, and Haruna Gujba. 2012. "Widening Energy Access in Africa: Towards Energy Transition." *Energy Policy* 47(S1):3–10. DOI: [10.1016/j.enpol.2012.03.040](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.03.040)
- World Energy Council. 2020. "World Energy Trilemma Index." In partnership with Oliver Wyman. <https://www.worldenergy.org/publications/entry/world-energy-trilemma-index-2020>
- Wu, Lichao, and David C. Broadstock. 2015. "Does Economic, Financial and Institutional Development Matter for Renewable Energy Consumption? Evidence from Emerging Economies." *International Journal of Economic Policy in Emerging Economies* 8(1):20–39. DOI: [10.1504/IJEPEE.2015.068246](https://doi.org/10.1504/IJEPEE.2015.068246)

- Yilmaz, Fatih. 2021. "Understanding the Dynamics of Energy Transition: A Determinant Index Approach." KAPSARC Methodology Paper.
- Zeb, Raheel, Laleena Sahar, Usama Awan, Khalid Zaman, and Muhammad Shahbaz. 2014. "Causal Links Between Renewable Energy, Environmental Degradation and Economic Growth in Selected SAARC Countries: Progress Towards Green Economy." *Renewable Energy* 71(C):123–32. DOI: [10.1016/j.renene.2014.05.012](https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.05.012)
- Zhao, Yong, Kam Ki Tang, and Li-li Wang. 2013. "Do Renewable Electricity Policies Promote Renewable Electricity Generation? Evidence from Panel Data." *Energy Policy* 62(C):887–97. DOI: [10.1016/j.enpol.2013.07.072](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.07.072)

الجدول A1. قائمة الدول ونتائج وتصنيفات مؤشر إمكانية تحول الطاقة المتجددة.

Rank	Country	Income group	Region	RETPI score
1	United States	Dev. OECD		1.00
2	Hong Kong	Rest	East Asia & Pacific	0.94
3	Singapore	Rest	East Asia & Pacific	0.92
4	Canada	Dev. OECD		0.90
5	Germany	Dev. OECD		0.88
6	Ireland	Dev. OECD		0.88
7	Japan	Dev. OECD		0.88
8	Australia	Dev. OECD		0.85
9	Finland	Dev. OECD		0.85
10	Netherlands	Dev. OECD		0.85
11	Austria	Dev. OECD		0.82
12	Sweden	Dev. OECD		0.82
13	United Kingdom	Dev. OECD		0.82
14	Switzerland	Dev. OECD		0.82
15	Norway	Dev. OECD		0.82
16	Korea, Rep.	Rest	East Asia & Pacific	0.81
17	Belgium	Dev. OECD		0.81
18	Denmark	Dev. OECD		0.81
19	New Zealand	Dev. OECD		0.80
20	China	Rest	East Asia & Pacific	0.80
21	United Arab Emirates	Rest	Middle East & North Africa	0.80
22	France	Dev. OECD		0.80
23	Estonia	Rest	Europe & Central Asia	0.80
24	Spain	Dev. OECD		0.79
25	Slovenia	Rest	Europe & Central Asia	0.78
26	Portugal	Dev. OECD		0.78
27	Czech Rep.	Rest	Europe & Central Asia	0.77
28	Italy	Dev. OECD		0.77
29	Cyprus	Rest	Europe & Central Asia	0.76
30	Lithuania	Rest	Europe & Central Asia	0.75

Rank	Country	Income group	Region	RETPI score
31	Israel	Rest	Middle East & North Africa	0.75
32	Slovak Rep.	Rest	Europe & Central Asia	0.75
33	Qatar	Rest	Middle East & North Africa	0.74
34	Greece	Dev. OECD		0.74
35	Poland	Rest	Europe & Central Asia	0.73
36	Latvia	Rest	Europe & Central Asia	0.73
37	Hungary	Rest	Europe & Central Asia	0.72
38	Russia	Rest	Europe & Central Asia	0.71
39	Bahrain	Rest	Middle East & North Africa	0.71
40	Georgia	Rest	Europe & Central Asia	0.71
41	Chile	Rest	Latin America & Caribbean	0.71
42	Bulgaria	Rest	Europe & Central Asia	0.70
43	Brazil	Rest	Latin America & Caribbean	0.70
44	Croatia	Rest	Europe & Central Asia	0.70
45	Mauritius	Rest	Sub-Saharan Africa	0.70
46	Malaysia	Rest	East Asia & Pacific	0.70
47	Saudi Arabia	Rest	Middle East & North Africa	0.69
48	Costa Rica	Rest	Latin America & Caribbean	0.69
49	Uruguay	Rest	Latin America & Caribbean	0.69
50	Argentina	Rest	Latin America & Caribbean	0.68
51	Oman	Rest	Middle East & North Africa	0.68
52	Kuwait	Rest	Middle East & North Africa	0.68
53	North Macedonia	Rest	Europe & Central Asia	0.68
54	Serbia	Rest	Europe & Central Asia	0.68
55	Trinidad & Tobago.	Rest	Latin America & Caribbean	0.67
56	Belarus	Rest	Europe & Central Asia	0.67
57	Vietnam	Rest	East Asia & Pacific	0.66
58	Panama	Rest	Latin America & Caribbean	0.65
59	Thailand	Rest	East Asia & Pacific	0.65
60	Turkey	Rest	Europe & Central Asia	0.65

Rank	Country	Income group	Region	RETPI score
61	Armenia	Rest	Europe & Central Asia	0.64
62	Mexico	Rest	Latin America & Caribbean	0.64
63	Romania	Rest	Europe & Central Asia	0.64
64	Lebanon	Rest	Middle East & North Africa	0.64
65	Bosnia	Rest	Europe & Central Asia	0.64
66	Jordan	Rest	Middle East & North Africa	0.63
67	Albania	Rest	Europe & Central Asia	0.63
68	Jamaica	Rest	Latin America & Caribbean	0.63
69	Tunisia	Rest	Middle East & North Africa	0.63
70	India	Rest	South Asia	0.63
71	Ukraine	Rest	Europe & Central Asia	0.62
72	Kazakhstan	Rest	Europe & Central Asia	0.61
73	South Africa	Rest	Sub-Saharan Africa	0.61
74	Moldova	Rest	Europe & Central Asia	0.61
75	Colombia	Rest	Latin America & Caribbean	0.60
76	Iran	Rest	Middle East & North Africa	0.60
77	Peru	Rest	Latin America & Caribbean	0.60
78	Morocco	Rest	Middle East & North Africa	0.60
79	Mongolia	Rest	East Asia & Pacific	0.60
80	Dominican Rep.	Rest	Latin America & Caribbean	0.60
81	Azerbaijan	Rest	Europe & Central Asia	0.59
82	El Salvador	Rest	Latin America & Caribbean	0.59
83	Ecuador	Rest	Latin America & Caribbean	0.59
84	Venezuela, RB	Rest	Latin America & Caribbean	0.58
85	Indonesia	Rest	East Asia & Pacific	0.58
86	Sri Lanka	Rest	South Asia	0.57
87	Algeria	Rest	Middle East & North Africa	0.57
88	Turkmenistan	Rest	Europe & Central Asia	0.57
89	Paraguay	Rest	Latin America & Caribbean	0.57
90	Philippines	Rest	East Asia & Pacific	0.56

Rank	Country	Income group	Region	RETPI score
91	Bolivia	Rest	Latin America & Caribbean	0.56
92	Uzbekistan	Rest	Europe & Central Asia	0.56
93	Namibia	Rest	Sub-Saharan Africa	0.55
94	Kyrgyz Rep.	Rest	Europe & Central Asia	0.55
95	Botswana	Rest	Sub-Saharan Africa	0.55
96	Cambodia	Rest	East Asia & Pacific	0.55
97	Egypt, Arab Rep.	Rest	Middle East & North Africa	0.55
98	Honduras	Rest	Latin America & Caribbean	0.54
99	Guatemala	Rest	Latin America & Caribbean	0.54
100	Gabon	Rest	Sub-Saharan Africa	0.53
101	Libya	Rest	Middle East & North Africa	0.53
102	Nicaragua	Rest	Latin America & Caribbean	0.52
103	Iraq	Rest	Middle East & North Africa	0.51
104	Ghana	Rest	Sub-Saharan Africa	0.51
105	Lao PDR	Rest	East Asia & Pacific	0.51
106	Nepal	Rest	South Asia	0.50
107	Tajikistan	Rest	Europe & Central Asia	0.48
108	Papua New Guinea	Rest	East Asia & Pacific	0.48
109	Myanmar	Rest	East Asia & Pacific	0.48
110	Congo, Rep.	Rest	Sub-Saharan Africa	0.48
111	Eswatini	Rest	Sub-Saharan Africa	0.48
112	Bangladesh	Rest	South Asia	0.47
113	Senegal	Rest	Sub-Saharan Africa	0.47
114	Lesotho	Rest	Sub-Saharan Africa	0.46
115	Sierra Leone	Rest	Sub-Saharan Africa	0.45
116	Kenya	Rest	Sub-Saharan Africa	0.45
117	Pakistan	Rest	South Asia	0.45
118	Mauritania	Rest	Sub-Saharan Africa	0.45
119	Cote d'Ivoire	Rest	Sub-Saharan Africa	0.44
120	Yemen, Rep.	Rest	Middle East & North Africa	0.43

Rank	Country	Income group	Region	RETPI score
121	Equatorial Guinea	Rest	Sub-Saharan Africa	0.43
122	Benin	Rest	Sub-Saharan Africa	0.43
123	Mozambique	Rest	Sub-Saharan Africa	0.43
124	Liberia	Rest	Sub-Saharan Africa	0.42
125	Sudan	Rest	Sub-Saharan Africa	0.42
126	Afghanistan	Rest	South Asia	0.42
127	Togo	Rest	Sub-Saharan Africa	0.42
128	Gambia, The	Rest	Sub-Saharan Africa	0.40
129	Zambia	Rest	Sub-Saharan Africa	0.40
130	Burkina Faso	Rest	Sub-Saharan Africa	0.40
131	Guinea	Rest	Sub-Saharan Africa	0.40
132	Haiti	Rest	Latin America & Caribbean	0.39
133	Zimbabwe	Rest	Sub-Saharan Africa	0.38
134	Angola	Rest	Sub-Saharan Africa	0.38
135	Mali	Rest	Sub-Saharan Africa	0.38
136	Nigeria	Rest	Sub-Saharan Africa	0.38
137	Madagascar	Rest	Sub-Saharan Africa	0.38
138	Cameroon	Rest	Sub-Saharan Africa	0.37
139	Eritrea	Rest	Sub-Saharan Africa	0.37
140	Tanzania	Rest	Sub-Saharan Africa	0.37
141	Uganda	Rest	Sub-Saharan Africa	0.36
142	Rwanda	Rest	Sub-Saharan Africa	0.35
143	Niger	Rest	Sub-Saharan Africa	0.35
144	Malawi	Rest	Sub-Saharan Africa	0.34
145	Guinea-Bissau	Rest	Sub-Saharan Africa	0.33
146	Congo, Dem. Rep.	Rest	Sub-Saharan Africa	0.31
147	Burundi	Rest	Sub-Saharan Africa	0.30
148	Central African Rep.	Rest	Sub-Saharan Africa	0.28
149	Chad	Rest	Sub-Saharan Africa	0.25

نبذة عن الباحث

فاتح يلماز



باحث مشارك أول في برنامج تحولات الطاقة والطاقة الكهربائية. تهدف خطة بحثه الحالية إلى تعزيز فهمنا للعواقب المالية والاقتصادية لتحولات الطاقة العالمية، وتصميم السياسات الفعالة لموازنة المخاطر المالية وتوقعات النمو.

كان الدكتور فاتح قبل انضمامه لكابسارك خبيراً اقتصادياً في قسم البحوث الاقتصادية الهيكلية في البنك المركزي لجمهورية تركيا، حيث شارك في إجراء البحوث وتصميم السياسات للقطاعين الحقيقي والمالي. كما عمل مستشاراً للبنك الدولي وأستاذاً مساعداً في الاقتصاد بجامعة ADA لعام واحد. أَلَّف العديد من المقالات الأكاديمية والمقالات التي تدور حول السياسات بالإضافة إلى أنه شارك في تنظيم المؤتمرات وورش العمل. حاصل على درجة الدكتوراه في الاقتصاد من جامعة كالجارى.

مشاركة بيانات المؤشر

تتوفر بيانات نتائج مؤشر إمكانية تحول الطاقة المتجددة والمؤشر الفرعي عند الطلب من المؤلف.

نبذة عن المشروع

تأتي تحولات الطاقة نحو أنظمة أكثر استدامة على رأس جدول أعمال السياسات في العديد من الدول. وعلى الرغم من الجهود المنسقة دولياً (مثل اتفاقية باريس)، تظهر البيانات أتباع الدول لمسارات تحول مختلفة، مع اتباع بعض الاقتصادات المتقدمة لمسارات تحول سريع نسبياً وتأخر العديد من الدول النامية. ولقد برز التمويل كمحرك رئيس للعملية، من بين عدة عوامل مثل إجراءات السياسة والتقدم التكنولوجي. وهناك حاجة غير مسبوقة للاستثمار في البنية التحتية وكفاءة الطاقة وعمليات البحث في تقنيات التخفيف وتطويرها. يهدف هذا المشروع إلى دراسة ديناميكيات تحولات الطاقة مع التركيز بشكل أساسي على دور التمويل المستدام.

ويتألف المشروع من خمسة أجزاء حيث يبحث الجزء الأول في العوامل المحددة الرئيسة لتحولات الطاقة مع التركيز على الطاقة المتجددة، حيث كانت خيار التخفيف الأكثر تطبيقاً في العالم. وينشئ هذا المشروع مؤشراً مركباً وهو مؤشر إمكانية التحول إلى الطاقة المتجددة (RETPI) لقياس إمكانيات تحول الدول إلى الطاقة المتجددة بصورة أفضل. ويركز الجزء الثاني والثالث على أدوات التمويل المستدامة المتوفرة حالياً وفعاليتها من حيث تمكين تحولات الطاقة. وتعمل الجزأين الأخيرين على استيعاب مفهوم الأصول العالقة والمخاطر المرتبطة بها. كما يقدمان تقديرات حول الحجم الممكن للأصول العالقة ومناقشة حول استراتيجيات التخفيف.

ستعمل مخرجات هذا المشروع على تحسين فهم ديناميكيات تحولات الطاقة من حيث إدارة العملية وتخفيف المخاطر المرتبطة بها. وسوف تساهم نتائج المشروع بشكل كبير في المؤلفات الأكاديمية والمناقشات حول السياسة. والأهم من ذلك، أنها سوف تساهم مباشرة في تشكيل الطموحات العظيمة للمملكة العربية السعودية من أجل اقتصاد أكثر حيوية وتنوعاً، على النحو الموضح في رؤية السعودية 2030.



www.kapsarc.org