

# مؤشر الاقتصاد الدائري للكربون: المنظور المنهجي والإطار المفاهيمي

ماري لومي، فاتح يلماز، ثامر الشهري، نيكولاس هوارث

---

June 2021 / KS-2021--MP01-ARA

## عن كابسارك

مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية (كابسارك) هو مركز عالمي غير ربحي يجري بحثاً مستقلة في اقتصاديات وسياسات وتقنيات الطاقة بثتى 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 نسبته 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 كنصيحة أو دعوة لاتخاذ أي قرار. الآراء والأفكار الواردة هنا تخص الباحثين معدي الدراسة، ولا تعكس بالضرورة موقف المركز ووجهة نظره.

يمكن استخدام نهج الاقتصاد الدائري للكربون الذي وُضع أثناء ترأس المملكة العربية السعودية لمجموعة العشرين، الذي أقره قادة المجموعة ووزراء الطاقة فيها بوصفه إطاراً يمكن من إجراء تقييمات شاملة لكافة تكنولوجيات إدارة الطاقة والانبعاثات المتاحة ضمن نطاق الميزانية العالمية للكربون. كما أن مشروع مؤشر كابسارك للاقتصاد الدائري للكربون الذي تم إطلاقه في عام 2021، سيعمل على تطوير مؤشر مركب يعمل على قياس التدابير المتخذة وتتبع أداء الدول وإمكانياتها فيما يتعلق بالأبعاد المختلفة للاقتصاد الدائري للكربون دعماً للمناقشات والتخطيط في مجال السياسات العامة ذات الصلة.

كذلك تصف هذه الورقة الممارسات المثلى المتبعة في الطرائق المنهجية الموضوعية لوضع المؤشرات المركبة، وتضع أيضاً إطاراً مفاهيمياً لمؤشر الاقتصاد الدائري للكربون، فضلاً عن طرح مجموعة أولية من المؤشرات. كما يتمثل الغرض من هذه الورقة في أن تكون بمثابة الخطوة الأولى في المساعي الرامية لوضع النسخة الأولى لمؤشر الاقتصاد الدائري للكربون في غضون عام 2021، التي ستحظى بإجماع الآراء بشأن الخيارات المختلفة اللازمة لوضع مؤشر قوي على أساس سلسلة من المشاورات المتبادلة بين الخبراء وأصحاب المصلحة المعنيين.

ينقسم هذا البحث إلى أربعة أقسام، يتناول القسم الأول منه بإيجاز مفهوم الاقتصاد الدائري للكربون وشرح دور المقاييس في المساعدة على تفعيله بوصفه أداة من أدوات السياسة العامة، بينما يوضح القسم الثاني حالة هذا المؤشر عن طريق إجراء مسح للمؤشرات المركبة القائمة التي تعمل على قياس المفاهيم ذات الصلة بمؤشر الاقتصاد الدائري للكربون في سياق أداء الدولة، والإشارة إلى الثغرات الموجودة في هذا الصدد. أما القسم الثالث فيقدم "تحليلاً" لهذا المفهوم. تقدم المؤشرات المذكورة - استناداً إلى هذا التحليل وإلى دراسة المؤشرات الحالية المختلفة ذات الصلة بهذا المؤشر - إطاراً مفاهيمياً لمؤشر الاقتصاد الدائري للكربون وقائمة أولية بالمؤشرات المقترحة لاستخدامها في مشاورات أصحاب المصلحة المعنيين في عام 2021. وأخيراً، يحدد القسم الختامي للبحث أفضل الممارسات المتبعة في وضع المؤشرات المركبة ويقدم وصفاً تفصيلياً للعملية، كما يصف الخطوات التالية في عملية تطوير المؤشر.

الجدير بالذكر هنا، أن هذا المفهوم قد اكتسب زخماً ومكانة بارزة خلال ترأس المملكة العربية السعودية لقمة مجموعة العشرين بتأييد من وزراء طاقة وقادة المجموعة (وزراء طاقة مجموعة العشرين 2020، إبان انعقاد القمة السعودية لمجموعة العشرين 2020)، فضلاً عن ترويج العديد من الجهات الفاعلة في السعودية على مدار العام لهذا المفهوم بوصفه منظوراً أو إطار عمل لإدارة الانبعاثات الذي يدعو للأخذ بنظرة شاملة لتقنيات الحد من الانبعاثات، والتركيز على خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بدلاً من الحد من استخدام المواد الهيدروكربونية، والإقرار بالقيمة الاقتصادية للكربون. لذلك سلطوا الضوء انطلاقاً من هذا المنظور، على الاقتصاد الدائري للكربون باعتباره نهجاً يسمح بما يلي:

- استكشاف مسارات الحياد الكربوني التي تتضمن كافة تقنيات الانبعاثات المنخفضة والصالفة وتساعد على تحديد أنسب الخيارات لسباق كل دولة على حدة.
- دمج الطاقة المتجددة وكفاءة وسياسات الطاقة غير المتجددة لتعظيم إمكانات أنظمة الطاقة الرامية لخفض الانبعاثات.
- التسليم بأن وتيرة التحول إلى مصادر الطاقة المتجددة قد لا تكون بالسرعة الكافية من منظور التخفيف من آثار تغير المناخ، إذ تشير العديد من السيناريوهات إلى أنه يمكن للمسارات التي تعمل على دمج المواد الهيدروكربونية مع عمليات احتجاز الكربون وتخزينه في مزيج الطاقة، أن تكون أكثر فعالية من حيث التكلفة، سواء على الصعيد العالمي أو في العديد من الدول.
- توجيه الانتباه إلى الاختناقات القائمة والمستقبلية المحتملة التي قد تمنع العديد من الدول أو العالم أجمع من الوصول إلى صافي انبعاثات صفرية، بما فيها تلك المتعلقة بوتيرة احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه أو رفع مستوى الهيدروجين، أو التخفيف من الانبعاثات في القطاعات التي يصعب تخفيفها (مثل قطاعات الصناعات الثقيلة والنقل الجوي والبحري).

يمكن أن يفهم مفهوم الاقتصاد الدائري للكربون (CCE) على أنه أداة من أدوات السياسة العامة تمكّن من إجراء تقييمات شاملة لكافة تقنيات إدارة الطاقة والانبعاثات المتاحة ضمن حدود الميزانية المحددة للكربون، كما يمكن للاقتصاد الدائري للكربون أن يعمل على دعم تقييم الخيارات المختلفة لهذه السياسة، والمساعدة في المساعي الرامية لتصميم مسارات انبعاثات صافية صفرية "خالية من الكربون" تتكيف مع الظروف القومية لكل دولة، وثرواتها من الموارد الطبيعية ومزاياها التنافسية. كما يمكن أيضاً استخدام الاقتصاد الدائري للكربون بوصفه أداة لقياس الكيفية التي تحرز بها الدول تقدماً نحو الوصول إلى الاقتصادات الدائرية الخالية من الانبعاثات التي يتم فيها تجنب إطلاق الانبعاثات الكربونية في الغلاف الجوي أو "الكربون المتسرب" من خلال التخفيف من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وإعادة تدويره واستخدامه وإزالته "التخلص منه"، إضافة للانبعاثات الأخرى للغازات الدفيئة (GHG).

## نشوء الاقتصاد الدائري للكربون

يعد الاقتصاد الدائري للكربون مفهوماً حديثاً قام بتصوره في الأصل مؤسسهُ ويليم ماكدونو (William McDonough, 2016) كإمتداد لمفهوم البيئة الصناعية للاقتصاد الدائري، إلا أن الاقتصاد الدائري يركز على التدفقات المادية، بينما نجد أن الاقتصاد الدائري للكربون يركز تركيزاً حاصرياً على الطاقة وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون أو الغازات الدفيئة. كذلك أبدى العلماء ومقررو السياسات في الدول المختلفة في السنوات الأخيرة، اهتماماً بمفهوم الاقتصاد الدائري للكربون، بل وطبقوه على مجموعة من السياقات، بما فيها الاقتراحات الرامية لاستبدال الواردات النفطية بالنفايات المنزلية والفحم كمواد وسيطة للصناعات الكيميائية في ألمانيا، أو تحفيز تطوير التقنيات التي تساعد على توليد قيمة من عمليات خفض أو استخدام ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي في الولايات المتحدة الأمريكية (Al Shehri et al. n.d).

استخدامه، إذ نجد أن "التنمية المستدامة" خير مثال على المفهوم الذي لا زال يستخدم على نطاق واسع دون الاتفاق على تعريف موحد له. غير أن الموضوع المفاهيمي يعتبر أمراً بالغ الأهمية عند وضع المقاييس الرامية لدعم عملية وضع السياسات الهادفة لتحقيق هدف متفق عليه أو نموذج مفاهيمي. كذلك يمكن لهذه المقاييس أن تكون خير معين للدول المعنية لتعيينها على تقييم موقفها فيما يتعلق بالهدف أو النموذج المثالي، ويمكنها أيضاً المساعدة على تحديد الفجوات وإمكانات إحراز التقدم في المستقبل. إذ نجد على سبيل المثال أن أهداف التنمية المستدامة (SDGs) التي وضعتها الأمم المتحدة في عام 2015، عبارة عن إطار عمل يستند على 17 هدفاً عالمياً و169 غاية ذات صلة بهذه الأهداف، ويتم إجراء تقييم التقدم المحرز لكل هدف ومؤشر منها من خلال استخدام عدد (231) مؤشراً فريداً من المؤشرات الموحدة المتفق عليها (UNSTATS 2021).

كذلك يمكن لمؤشر الاقتصاد الدائري للكربون أن يعين على توضيح الكيفية التي يمكن أن يعمل بها مفهوم الاقتصاد الدائري للكربون في الممارسة العملية، فضلاً عن تتبعه للتقدم الذي تحرزه الدول في إطار مساعيها الرامية لتنفيذ أبعاده الرئيسية وتعزيز المشاركة بين أصحاب المصلحة والدول المعنية بشأن هذا المفهوم، كما يمكن لهذا المؤشر أن يساعد على تقييم الأسئلة التالية:

- كيف يمكن تتبع عناصر مفهوم الاقتصاد الدائري للكربون من الناحية الكمية للتمكن من عقد المقارنات بين الدول المعنية؟
- ما المجالات التي يجري فيها إحراز تقدم ملحوظ فيما يتعلق بدائرية الكربون والانبعثات الصفيرية الصافية، وكيفية تحديد الفرص الرئيسية لإحراز التقدم المنشود في المستقبل؟
- كيف يمكن جعل استخدام الوقود الأحفوري متسقاً مع عالم خالٍ من الانبعثات؟

- استكشاف نطاق أوسع من خيارات التخفيف المرتبطة باحتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه (CCUS) للدول التي لديها قطاعات هيدروكربونية كبيرة ومتكاملة رأسياً، ويشمل ذلك الأدوات الاقتصادية التي تتجاوز تسعير الكربون كعامل خارجي وتضيف قيمة على الكربون، بما في ذلك من خلال احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه (Al Saud and Al Shalan 2020; Heidug and Zakkour 2019; IEF 2020; KAPSARC 2020; Williams 2019).

## الحاجة إلى المقاييس الموحدة:

يمكن استخدام الاقتصاد الدائري للكربون بصفته إطار عمل للتخفيف من وطأة تغير المناخ الموجه نحو الأنظمة، على المستويين الوطني أو العالمي. كما يمكن استخدامه لقياس الفجوة القائمة بين الانبعثات الحالية والانبعثات الصافية الصفيرية، بغرض إيجاد مسارات خاصة بالتكنولوجيا والسياسات التمكينية من أجل دعم الانتقال إلى الحياد الكربوني، إلا أن تفعيل الاقتصاد الدائري للكربون في أداة سياسية يتطلب الموضوع المفاهيمي والاتفاق العام على أهدافه ومقاييسه.

استخدم العلماء وأصحاب المصلحة في المملكة العربية السعودية تعريفاً للاقتصاد الدائري للكربون يستند على أبعاده الثلاثة – التخفيض وإعادة الاستخدام وإعادة التدوير – ويضيفون تخزين الكربون - أيّ "الإزالة" - باعتباره الركيزة الرابعة من هذه الركائز الأربع (Williams 2019)، بيد أن المؤلفين والجهات الفاعلة المختلفة قد اتخذوا خيارات متباينة عند تصنيفهم لأنواع تدفقات ثاني أكسيد الكربون (على سبيل المثال: مركز الملك عبد الله للبحوث والدراسات البترولية "كابسارك" [2020]، والمؤلفان [Al Saud and Al Shalan 2020]) بجامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية [2021].

من ناحية أخرى، فإن من المسلم به أن عدم الاتفاق على التعريف المفاهيمي لمفهوم ما لا يعيق بالضرورة

- ما الفرص الرئيسية لتبادل الخبرات والتعلم في مجال السياسات؟

## هيكل ورقة المنهجية والغرض منها

تطرح ورقة المنهجية هذه إطارًا مفاهيميًا للاقتصاد الدائري للكربون يمكن من تحديد أبعاده المختلفة من أجل استخدامه في المناقشات المتعلقة بالسياسات وتوفير المعلومات التي يسترشد بها مقررو السياسات، كما يشكل هذا الإطار المفاهيمي الخطوة الأولى لإعداد الإصدار الأول من مؤشر الاقتصاد الدائري للكربون في عام 2021، الذي سيحظى بإجماع الآراء بشأن الخيارات المختلفة اللازمة لوضع مؤشر قوي يستند إلى سلسلة من المشاورات بين الخبراء وأصحاب المصلحة المعنيين.

يتمثل الهدف النهائي لهذه العملية في المؤشر الذي يُعرف رسميًا باسم المؤشر المركب، الذي يستخدم مجموعة من المؤشرات الكمية لقياس ومقارنة أداء الدولة والبيئات التمكينية بشأن الأبعاد الرئيسية للاقتصاد الدائري للكربون. فيما تمثل المؤشرات تجميع لمجموعات من المؤشرات الفردية المتعددة التي تستند إلى نموذج، وتتمثل فائدتها بوجه خاص في قياس المفاهيم المعقدة والمتعددة الأبعاد وفي وضع المعايير المرجعية ذات الصلة.

غير أن لمؤشر الاقتصاد الدائري للكربون هدفاً آخر بالإضافة إلى المقاييس، يتمثل في أنه يكون أداة لتعزيز الفهم بشأن مفهوم الاقتصاد الدائري للكربون والمناقشات بشأن النهج الكلية لإدارة الانبعاثات عبر

أنظمة واقتصادات الطاقة، فضلاً عن فهم الثغرات القائمة في السياسات التي تحتاج إلى معالجة. كما أنه يتألف من جزأين، مؤشر فرعي لتقييم الأداء الحالي ومؤشر فرعي آخر لقياس إمكانية التقدم بناءً على مجموعة متنوعة من العوامل التمكينية. انطلقا من حقيقة أن الدول المنتجة للوقود الأحفوري غالباً ما تشترك في خصائص محددة (مثل الثروات الهيدروكربونية الكبيرة، وأوجه الترابط المرتبطة بصناعات الوقود الأحفوري والخيارات التكنولوجية المحددة والتحديات المتعلقة بالوصول إلى دائرية الكربون)، كذلك سيستكشف المؤلفون أيضاً تضمين مجموعة من المؤشرات المحددة (أو "المناظير") التي يمكن تطبيقها على الدول المنتجة للنفط المدرجة في المؤشر.

ينقسم الجزء المتبقي من هذه الورقة إلى ثلاثة أقسام: يقدم القسم التالي مناقشة فنية للمؤشرات المركبة واستخدامها في قياس المفاهيم المتعلقة بالاقتصاد الدائري للكربون في سياق أداء الدولة. ثم يقدم القسم اللاحق "تحليلاً" لمفهوم الاقتصاد الدائري للكربون، ومن ثم وبناءً على هذا التحليل وعلى دراسة لمختلف المؤشرات الحالية ذات الصلة بالاقتصاد الدائري للكربون، فإن القسم الذي بعده يقدم إطاراً مفاهيمياً لمؤشر الاقتصاد الدائري للكربون وقائمة أولية بالمؤشرات المقترحة، ليتم استخدامها في مشاورات أصحاب المصلحة المعنيين أثناء عام 2021. بينما يحدد القسم الختامي أفضل الممارسات في وضع المؤشرات المركبة، فضلاً عن وصف تفصيلي للعملية والخطوات التالية لها.

# المؤشرات المركبة وحالة مؤشر الاقتصاد الدائري للكربون

مما لا شك فيه أن المزايا والتحديات المرتبطة بالمؤشرات المركبة معروفة وشائعة، ذلك أن بإمكان هذه المؤشرات توفير مقاييس يمكنها أن تفسر بسهولة ويسر تام القضايا المعقدة المتعلقة بصنع السياسات، فضلا عن أنها تتيح إجراء تقييمات لمدى التقدم الذي تحرزه الدول بمرور الوقت ومقارنته بتقدم الدول الأخرى، كما يمكن استخدامها أيضًا كأدوات للاتصال في مواجهة الجماهير غير المتخصصة. أما على الجانب الآخر، وإذا كانت هذه المؤشرات المركبة ضعيفة الهيكل، فإنها يمكن أن ترسل رسائل مضللة أو جزئية تؤدي إلى اتخاذ قرارات مبسطة ومضللة فيما يتعلق بالسياسات. كذلك قد تنطوي المؤشرات المركبة على مخاطر تتصل بإساءة استخدامها، على سبيل المثال: لدعم تفضيلات سياسة معينة، ولعل هذا السبب الكامن لمدى الأهمية الحاسمة للأطر والأساليب المفاهيمية الواضحة والشفافة. غير أنه يمكن لنتائج المؤشر عالية المستوى إذا أسع نقلها أو تفسيرها نظرا لأنها مقاييس مجمعة، أن تخفي أيضًا أوجه القصور في مجالات هامة، ويمكن أن يحدث الشيء ذاته إذا حدث تقصير في الإفصاح عن البيانات ذات الصلة التي يستند عليها مؤشر ما أو لم يتم إتاحتها بنحو متعمد (OECD 2008؛ Eurostat 2017b).

## المؤشرات المتعلقة بالاقتصاد الدائري للكربون

نلاحظ أنه تم تطوير المئات من المؤشرات المركبة حتى الآن، وأن العديد منها يستخدم من جانب الحكومات والجهات الفاعلة الأخرى في كافة أنحاء العالم من أجل دعم صنع السياسات أو التأثير عليها. كما يعود تاريخ بعض المؤشرات المعروفة على أفضل وجه إلى عقدين من الزمان أو ثلاثة عقود ماضية، بما فيها مؤشر التنمية البشرية (HDI) التابع لبرنامج الأمم المتحدة الإنمائي (UNDP, 1990)، ومؤشر التنافسية العالمية الصادر عن المنتدى الاقتصادي العالمي (1999)، ومقياس البصمة البيئية التابع للصندوق العالمي للحياة البرية (2000)،

على الرغم من وجود عدد كبير ومتزايد من المؤشرات المركبة، فلا يبدو أن هنالك مؤشر واحد قائم بذاته يعبر بشكل كامل عن كيفية اقتراب الاقتصاد الدائري للكربون من التخفيف من الانبعاثات والوصول إلى صافيها الصفري. ذلك أن الاقتصاد الدائري للكربون يرتبط - بوصفه مفهومًا - ارتباطًا وثيقًا بالاقتصاد الدائري<sup>2</sup>. كما أنه يتشارك السمات مع مفاهيم الاقتصاد الأخضر والإنتاج والاستهلاك المستدامين (Alshehri et al. n.d). كما يتسم الاقتصاد الدائري للكربون بأنه متعدد الأبعاد على غرار هذين المفهومين، ولا يمكن قياسه بمؤشر واحد بصورة مجدية. في حين أن قياس إجمالي انبعاثات الغازات الدفيئة في دولة ما في أي وقت من الأوقات يوفر معلومات على درجة كبيرة من الأهمية، إلا أنه لا يشير إلى السياسات والتقنيات التي تستخدمها هذه الدولة للوصول إلى مستوى معين، كما أنه لا يعمل على توفير معلومات بشأن قدرة الدولة المعنية على خفض الانبعاثات.

يقدم هذا القسم لمحة عامة عن الفوائد والتحديات المتعلقة باستخدام المؤشرات المركبة في سياق الدولة المحلي، كما يقدم أمثلة للمؤشرات ذات الصلة بالاقتصاد الدائري للكربون التي يسترشد بها في تصميم مؤشر الاقتصاد الدائري للكربون.

## المؤشرات المركبة

تعتبر المؤشرات المركبة التي تسمى عادةً "بالمؤشرات" طريقة شائعة لقياس المفاهيم المتعددة الأبعاد، وتتألف من مؤشرات فردية وتستند إلى نموذج أساسي (OECD 2019; UNECE 2008). أما بالنسبة للدول (على عكس الشركات، على سبيل المثال) فإن المؤشرات المركبة تستخدم لدراسة الاتجاهات وتوجيه الاهتمام إلى القضايا وتحديد أولويات السياسة العامة وتوضيح وتحديد أهداف السياسات العامة، والمساعدة على التنبؤ بالاتجاهات ورصد تنفيذ السياسات ومدى تأثيرها وقياس أداء الدولة (Eurostat 2017b).

## المؤشرات المركبة وحالة مؤشر الاقتصاد الدائري للكربون

تتجاوزان "القيمة السوقية للسلع المشتراة والمبيعة" (Amartya Sen in UNDP [2020], xi). ذلك أن منشئي مؤشر الأداء البيئي (EPI) كانوا يتطلعون إلى وضع مؤشر واحد من نوع مؤشرات الناتج المحلي الإجمالي للاستدامة البيئية، كما سعى واضعو البصمة البيئية إلى معالجة العوامل البيئية الخارجية للتنمية وإبراز حدود أنظمة كوكب الأرض (SEDAC 2020). يورد الجدول (1) مجموعة مختارة من المؤشرات ذات الصلة بالاقتصاد الدائري للكربون ويبين خصائصها المختلفة.

ومؤشر الأداء والاستدامة البيئية التابع لجامعتي ييل وكولومبيا (ESI/ EPI, 2000).  
أيضا برزت العديد من المؤشرات المركبة استجابة للفتوة الملحوظة في الأدوات القائمة المستخدمة لقياس الأبعاد المختلفة للتنمية، مثل الرفاهية أو القدرة على التكيف "المرونة" أو الاستدامة. إذ تم على سبيل المثال وضع مؤشر التنمية البشرية بوصفه نقداً للناتج المحلي الإجمالي (عند استخدامه كمقياس وحيد للتنمية) ويؤكد الصحة والتعليم كأعلى قيمتين في حياة الإنسان

### الجدول 1. المؤشرات المركبة على مستوى الدولة ذات الصلة بالاقتصاد الدائري للكربون

التنمية المستدامة		
يرتكز على ثلاثة أبعاد، هي: طول العمر المعافي والمعرفة ومستويات العيش الكريم، ويغطي هذا المؤشر 189 دولة.	يشدد على أن تكون الشعوب وقدراتها المعايير النهائية لتقييم تنمية الدولة، وليس النمو الاقتصادي وحده.	مؤشر التنمية البشرية (برنامج الأمم المتحدة الإنمائي)
يستخدم 32 مؤشر أداء عبر 11 فئة، ويعمل على قياس الأداء فيما يتعلق بالتحديات البيئية المشتركة وتحديد الأهداف والسياسات، يغطي المؤشر 180 دولة.	تم تطويره باعتباره مؤشرا للاستدامة البيئية حتى عام 2015، ويلخص مؤشر الأداء البيئي حالة الصحة البيئية ومدى حيوية النظم البيئية في الدول.	مؤشر الأداء البيئي (جامعتي ييل وكولومبيا)
يستخدم مجموعة تتألف من 80 مؤشرا آخذة في التطور (100 منها للدول أعضاء منظمة التنمية والتعاون في الميدان الاقتصادي) لتقييم الأداء والاتجاهات على مستوى المؤشر والهدف والمستويات الكلية، ويغطي ما يتراوح ما بين 160 - 170 دولة.	يقدم موجزا للأداء الحالي للدول واتجاهاتها فيما يتعلق بتحقيق أهداف التنمية المستدامة السبعة عشر، كما تقوم شبكة حلول التنمية المستدامة التابعة للأمم المتحدة وشركائها أيضا بنشر مؤشرات إقليمية ودون وطنية.	مؤشر أهداف التنمية المستدامة والبيانات الوصفية (شبكة حلول التنمية المستدامة التابعة للأمم المتحدة [SDSN])

## المؤشرات المركبة وحالة مؤشر الاقتصاد الدائري للكربون

### استدامة الطاقة

يوفر هذا المؤشر أداة لقياس درجة أداء الدولة في تحقيق مزيج مستدام من سياسات الطاقة، أو إلى أي مدى تمكنت الدولة المعنية من إدارة المفاضلات الثلاثية "تريليما".	يستند المؤشر على ثلاثة أبعاد، هي: أمن الطاقة، والانصاف في استخدام الطاقة (إمكانية الحصول عليها والقدرة على تحمل تكاليفها) والاستدامة البيئية، ويغطي 108 دولة.	مؤشر تريليما العالمي للطاقة (مجلس الطاقة العالمي) "مؤشر المفاضلات الثلاثية"
يعمل على قياس أداء أنظمة الطاقة في الدول ومدى جاهزيتها للتحول في مجالات الطاقة.	يتكون المؤشر من إطار عمل يتألف من جزأين: ثلاثة "متطلبات لأداء النظام" (الحصول على الطاقة وتأمينها، واستدامتها ونموها)، إضافة لستة "أبعاد تمكينية للاستعداد لعملية التحول" استنادا على 40 مؤشرا، ويغطي هذا المؤشر 115 دولة.	مؤشر التحول في مجالات الطاقة (المنتدى الاقتصادي العالمي)
تسعى هذه المؤشرات إلى قياس كيفية دعم السياسات والأنظمة، وعلى وجه التحديد مدى قوة واتساع الدعم الحكومي والإجراءات المتخذة، الأبعاد الثلاثة للهدف السابع من أهداف التنمية المستدامة.	يستند هذا المؤشر إلى ثلاث ركائز، هي: الحصول على الطاقة وكفاءة استخدامها والطاقة المتجددة، يتم قياسه باستخدام 27 مؤشرا و80 مؤشرا فرعيا و158 سؤالاً و3000 وثيقة. يغطي المؤشر 111 دولة.	المؤشرات التنظيمية للطاقة المستدامة (البنك الدولي) وبرنامج المساعدة على إدارة قطاع الطاقة (ESMAP)
يحدد المؤشر الدول الرائدة في إيجاد بيئات تمكينية مواتية للنشر التجاري لآلية احتجاز وتخزين ثاني أكسيد الكربون.	يعمل هذا المؤشر على قياس مدى التقدم المحرز من خلال أربعة مؤشرات تشكل حواجز أو مسرعات لنشر آلية احتجاز وتخزين ثاني أكسيد الكربون، تتمثل في: المصالح المتأصلة والأطر القانونية والتنظيمية وتطوير السياسات، وتطوير السعة التخزين. يغطي المؤشر أكثر من 30 دولة.	مؤشر الجاهزية لاحتجاز الكربون وتخزينه (المعهد العالمي لاحتجاز الكربون وتخزينه)

### تغير المناخ

يتتبع جهود الدول المبذولة لمكافحة تغير المناخ من أجل تعزيز الشفافية الدولية.	يقيّم المؤشر الأداء في إطار أربع فئات، هي: انبعاثات الغازات الدفيئة والطاقة المتجددة واستخدام الطاقة والسياسات المناخية من خلال استخدام 14 مؤشرا. يغطي المؤشر 57 دولة والاتحاد الأوروبي (EU).	مؤشر أداء تغير المناخ) منظمة غيرمانوس، المنظمة الدولية لشبكة العمل المناخي والمعهد الجديد للمناخ)
يعمل المؤشر على تقييم قدرات الدول على إدارة التغيير، ويركز بنحو خاص على أهداف التنمية المستدامة و"مستقبل الجاهزية المناخية".	يتمحور هذا المؤشر حول ثلاث ركائز للقدرة، تتمثل في: الحكومة، والشركات، والأفراد، والمجتمع، ويحتوي على 150 متغيرا. يغطي المؤشر 140 دولة.	مؤشر الجاهزية للتغيير (KPMG)

### الاقتصاد الدائري

عبارة عن إطار يهدف إلى قياس التقدم المحرز وتقييم فعالية العمل في التحرك نحو الاقتصاد الدائري في الاتحاد الأوروبي والدول الأعضاء فيه.	يتكون الإطار من عشرة مؤشرات تغطي أربع مجالات مواضيعية، هي: الإنتاج والاستهلاك، وإدارة النفايات، والمواد الخام الثانوية، والقدرة التنافسية والابتكار. ويغطي الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي.	إطار مراقبة الاقتصاد الدائري التابع للاتحاد الأوروبي (المفوضية الأوروبية)
--	---	---

## المؤشرات المركبة وحالة مؤشر الاقتصاد الدائري للكربون

### الاقتصاد والبيئات التمكينية والابتكار والمعارف والتكنولوجيا

يقيس المؤشر التنافسية الوطنية التي تُعرّف بأنها مجموعة من المؤسسات والسياسات والعوامل التي تعمل على تحديد مستوى الإنتاجية.	مؤشر التنافسية العالمية (المنتدى الاقتصادي العالمي)
يستند المؤشر على إطار عمل مُنظم في مؤشرين فرعيين (مدخلات ومخرجات الابتكار)، يتكون من 103 مؤشراً موزعة على 12 ركيزة أساسية ("المحركات الإنتاجية")، ويغطي المؤشر 141 دولة.	تيسير مزاولة أنشطة الأعمال (البنك الدولي)
يعمل على قياس الاقتصادات فيما يتعلق بأفضل الممارسات التنظيمية لأصحاب المشاريع المحليين.	مؤشر الابتكار العالمي (جامعة كورنيل والمعهد الأوروبي لإدارة الأعمال، والمنظمة العالمية للملكية الفكرية [WIPO]).
يتألف من مؤشرين فرعيين، هما: مدخلات ومخرجات الابتكار، وذلك استناداً إلى سبعة محاور (منها على سبيل المثال: المؤسسات، وتطور الأعمال التجارية، والنواتج المعرفية والتكنولوجية) إضافة إلى 80 مؤشراً. ويغطي المؤشر 131 دولة.	مؤشر المعرفة العالمي (برنامج الأمم المتحدة الإنمائي ومؤسسة محمد بن راشد آل مكتوم للمعرفة)
يغطي هذا المؤشر ستة مجالات مواضيعية وبيئة تمكينية عامة، ويشتمل على 150 متغيراً. ويغطي 136 دولة.	يقيس تدابير "المعرفة" من خلال المكونات المكونة لها والبيئة التمكينية العامة، ويسعى المؤشر إلى توفير نهج شامل "للتنمية القائمة على المعرفة".

المصادر: المؤلفون، استناداً إلى وثائق المؤشرات المركبة الرسمية، التي تم الحصول عليها في شهر ديسمبر 2020

نسبة لحدثة أصول الاقتصاد الدائري للكربون، فإنه لا توجد مؤشرات مركبة متاحة للجمهور مخصصة لهذا المفهوم على وجه التحديد، وإنما يعتمد هذا على الاستطلاع الذي أجراه المؤلفون. كما أن هنالك ندرة في أدوات تقييم الأداء المتصل بالاقتصاد الدائري أو أدوات تقييم الجاهزية المطبقة على مستوى الدولة، على الرغم من تزايد شعبية المفهوم منذ العقد الأول من القرن الحادي والعشرين (حيث أحصت إحدى الدراسات 114 تعريفاً للاقتصاد الدائري [Kircherr et al. 2017]). فيما

يعد إطار الرصد والمراقبة الذي وضعه للاتحاد الأوروبي بمثابة المحاولة الرئيسية الوحيدة للقياس الكمي على مستوى الدولة في هذا المجال. إلا أن مجالي استدامة الطاقة وسياسة تغير المناخ (انظر الجدول 1) يرتبطان ارتباطاً وثيقاً بالاقتصاد الدائري للكربون، فضلاً عن الجهود المتزايدة لتقييم أداء الدول. يمكن الرجوع للملحق الأول (1) لهذه الورقة للاطلاع على مناقشة الخصائص المحددة للمؤشرات الاجتماعية والاقتصادية.

# الإطار المفاهيمي لمؤشر الاقتصاد الدائري للكربون

كذلك كان من المفترض في البداية أن يشمل الإصدار الأول من مؤشر الاقتصاد الدائري للكربون 19 دولة عضو في مجموعة العشرين، بالإضافة إلى 20 دولة أخرى منتجة للنفط. لذا، فإن التركيز على الاقتصاد الدائري للكربون بالنسبة لهذه المجموعة الأخيرة، ينصب على استخدام الكربون وتقنيات التخزين التي تحظى بأهمية خاصة، كما قد تتيج بعض المقاييس المعينة ذات الصلة بقطاعات محددة إجراء مقارنات تكون أكثر جدوى.

## تحليل الاقتصاد الدائري للكربون

هناك أوجه اختلاف كبيرة في كيفية تعريف المؤلفين والجهات الفاعلة للفئات الرئيسية للاقتصاد الدائري للكربون. لذا، كانت المساهمة الرئيسية لماكدونو (McDonough's (2016) في مفهوم الاقتصاد الدائري للكربون تتمثل في تصنيفه للكربون إلى ثلاث فئات هي: الكربون المُعمر والدائم والمتسرب، إضافة لفكرة أن الكربون المتسرب يمثل المشكلة الوحيدة (McDonough 2016, 349)، كما أنه طرح ثلاث "إستراتيجيات لإدارة الكربون"، هي: الإيجابية والمحايدة والسلبية (McDonough 2016, 350). غير أن العديد من المؤلفين المقيمين في المملكة العربية السعودية استخدموا ومنذ عام 2019 - بما فيهم Williams (2019)، KAPSARC (2020)، Al Saud and Al Shalan (2020) and McDonough himself (2020) - تصنيفًا لإستراتيجيات إدارة الكربون للاقتصاد الدائري للكربون التي تستند على الركائز الثلاثة للاقتصاد الدائري (التخفيف وإعادة الاستخدام وإعادة التدوير) ويضيفون لها الركيزة الرابعة (الإزالة)، فضلًا عن بروز مفهوم الاقتصاد الدائري للكربون في العديد من وثائق قمة مجموعة العشرين خلال عام 2020، وإسهامات منظمات الطاقة الدولية في سلسلة: أدلة الاقتصاد الدائري للكربون التي قام مركز كابسارك بتنسيقها والتي ركز كل منها على واحدة من هذه الركائز الأربع. كذلك ذكر تقرير صادر عن

لبناء مؤشر للاقتصاد الدائري للكربون في سياق الدولة، يجب وضع تعريف عالي المستوى للاقتصاد الدائري للكربون وأهدافه النهائية. يُعرّف الاقتصاد الدائري للكربون - لأغراض مؤشر الاقتصاد الدائري للكربون - بأنه نهج لإدارة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (وغيرها من الغازات الدفيئة الأخرى)، بما في ذلك تحقيق صافي انبعاثات صفري يأخذ في الاعتبار جميع خيارات التخفيف المتاحة ويساعد على تحديد ثغرات التنفيذ والسياسات والبيئات التمكينية. وبالتالي، فإن المؤشر يهدف إلى دعم صانعي السياسات في مجل تغير المناخ والطاقة، ودعم أصحاب المصلحة في تصميم السياسات الرامية إلى تحقيق انبعاثات صافية صفرية، أو "دائرية الكربون" بحلول منتصف القرن أو بعد ذلك بوقت وجيز.

من جانب آخر، سيوفر مؤشر الاقتصاد الدائري للكربون تقييمًا كميًا لبعدين يتصلان بالاقتصاد الدائري للكربون، هما: الأداء الحالي للدول وإمكانياتها المستقبلية، في شكل مؤشرين فرعيين. كذلك يعد الأداء الحالي ذو أهمية بالغة لتحديد موقف الدول في الوقت الراهن، إلا أن قياس ما إذا كانت الدول تمتلك عوامل التمكين التي تمكنها من إحراز التقدم المنشود نحو تعميم مفهوم دائرية الكربون، يعد أمرًا ذا أهمية مماثلة. كما يمكن أن يتضمن المؤشر أيضًا مجموعة من المؤشرات الإضافية لمنتجات النفط (الدول والشركات) التي تقيس الأداء والعوامل التمكينية، التي يمكن تطبيقها بوصفها مناظير تنصدر المؤشرين الفرعيين الرئيسيين أو يتم فحصهما بشكل منفصل. سيتم تطبيق هذا "المنظور" عند تقييم ومقارنة منتجي النفط فقط.

يشرح هذا القسم عملية تحديد الأبعاد أو المؤشرات الفرعية لمؤشر الاقتصاد الدائري للكربون، ويشرح بالتفصيل العلاقات القائمة بين الأبعاد والمكونات والمؤشرات في إطار كل بُعد، كما يناقش القسم أيضًا الافتراضات الأساسية المتعلقة بالإطار المفاهيمي.

## الإطار المفاهيمي لمؤشر الاقتصاد الدائري للكربون

المعنية بالإشراف على المناخ في مجموعة العشرين (2020a)، وقد تم تلخيص تصنيفات الاقتصاد الدائري للكربون هذه في الجدول (2) أدناه.

رئاسة مجموعة العشرين تحديداً الكيفية التي يمكن أن يسهم بها التكيف مع تغير المناخ في التخفيف من آثاره وفي الاقتصاد الدائري للكربون (مجموعة العمل

الجدول 2. الطرق المختلفة لتحليل الاقتصاد الدائري للكربون.

طريقة ماكدونو (2016)		
<b>الكربون المتسرب</b> انبعاثات الغازات الدفيئة البشرية المنشأ الناجمة عن احتراق الوقود الأحفوري، وتلك الناجمة عن إزالة الغابات، والانبعاثات الصادرة عن الأنشطة الزراعية والجسيمات البلاستيكية الناشئة من تفكك الحطام البلاستيكي في المسطحات المائية، وخلاف ذلك.	<b>الكربون الدائم</b> الكربون المغلق في شكل مستقر وبتراوح ما بين الفحم والحجر الجيري إلى البوليمرات والألياف القابلة لإعادة التدوير إلى مواد البناء.	<b>الكربون المُعمَّر</b> الكربون العضوي الذي يتدفق من خلال الدورات البيولوجية.
<b>الكربون السلبّي (الإدارة)</b> إما تحوّل الكربون في الغلاف الجوي أو الكربون الدائم مثل البوليمرات القابلة للتحويل للأسمدة عضوية، إلى كربون معمّر أو كربون الغلاف الجوي إلى كربون دائم، مثل البوليمرات أو مواد البناء.	<b>الكربون المحايد (الإدارة)</b> الإجراءات التي تحافظ على الكربون الدائم أو تلك التي لا تؤدي إلى إطلاق الكربون، مثل الطاقة المتجددة.	<b>الكربون الإيجابي (الإدارة)</b> إطلاق انبعاثات الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي أو النفايات البلاستيكية في المحيطات.

أدلة كابسارك للاقتصاد الدائري للكربون بما فيها تقييم ويليامز (2020) (Williams)

التخفيف	إعادة التدوير	إعادة الاستخدام	الإزالة
تخفيف مستويات الكربون المتسرب إلى الحد الأدنى من خلال استخدام كفاءة استهلاك الطاقة، والطاقة المتجددة غير الحيوية، والطاقة النووية، والتحوّل في استخدام الوقود.	تخفيف مستويات الكربون المتسرب إلى الحد الأدنى بتشجيع اتخاذ تدابير التخفيف من خلال الكربون المعمّر، باستخدام الطاقة الحيوية والبيوليف الطبيعية.	إعادة استخدام الكربون المحتجز من خلال استخدام الكربون وتحويل ثاني أكسيد الكربون إلى كربون دائم، بما في ذلك مواد البناء والبوليمرات.	تخزين الكربون المحتجز عن طريق تحويل ثاني أكسيد الكربون إلى "كربون دائم" من خلال الاستخراج المعزز للنفط، والطاقة الحيوية باستخدام آلية احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه، والتقاط الهواء المباشر (وعمليات الإزالة عبر البيوليف الطبيعية)

مسائل شاملة – مساهمة الهيدروجين الأخضر في ركيزتي "التخفيف" و"إعادة التدوير"، ومساهمة الهيدروجين الأزرق في ركيزة "الإزالة"

وزراء طاقة مجموعة العشرين (2020) الفريق العامل المعني بالإشراف على المناخ التابع لمجموعة العشرين (2020b)			
التخفيف	إعادة التدوير	إعادة الاستخدام	الإزالة
خفض الانبعاثات من خلال كفاءة استخدام الطاقة ومصادر الطاقة المتجددة (بما فيها الطاقة والوقود الحيويين) والطاقة النووية.	تحييد الانبعاثات من خلال العمليات الطبيعية والتحلل، بما في ذلك الوقود والطاقة الحيويين وشركات نقل الطاقة، بما في ذلك الميثانول والأمونيا واليوريا.	تحويل الانبعاثات إلى مواد صناعية أولية (احتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه)، مشتملاً عن طريق الانبعاثات بحسب القيمة (E2V) وإعادة تدوير الكربون.	إزالة انبعاثات الغلاف الجوي من خلال الاقتصاد الدائري للكربون الطبيعي والبيولوجي والالتقاط المباشر للهواء.

مسائل شاملة - الهيدروجين والطاقة الحيوية الحديثة والوقود الحيوي والبنى التحتية للطاقة

Al Saud and Al Shalan (2020); Aramco (2020); IEF (2020); Mansouri et al. (2020)

التخفيف	إعادة التدوير	إعادة الاستخدام	الإزالة
الحد من انبعاثات الغازات الدفيئة القائمة على الكربون المنبعث في الغلاف الجوي من خلال استخدام كفاءة وقدرات الطاقة المتجددة والأنظمة المتقدمة الأخرى.	إعادة تدوير الغازات الدفيئة أو المنتجات القائمة على الكربون إلى منتجات مماثلة أو منتجات مختلفة ذات خصائص كيميائية متباينة، مثل اليوريا بالنسبة للأسمدة أو أنواع الوقود المصمم.	إعادة استخدام الغازات الدفيئة القائمة على الكربون دون تغيير تركيبها الكيميائية، على سبيل المثال: في الدفيئات أو المشروبات الغازية أو الاستخراج المعزز للنفط.	إزالة الغازات الدفيئة القائمة على الكربون من النظام، جزئيًا (في حالة إعادة استخدامها أو تدويرها)، أو كليًا (القطاع المصرفي لتبادل حصص الكربون مشتملا على البواليع الطبيعية والخرسانة والتخزين).

مجموعة العمل المعنية بالإشراف على المناخ في مجموعة العشرين (2020a)

إجراءات التكيف مصحوبة بالفوائد المشتركة للتخفيف من آثار تغير المناخ

الماء	البنية التحتية	الأرض	النفائيات
التخفيف وإعادة التدوير الإدارة المتكاملة للمياه وتقنيات إعادة استخدامها وكفاءة استخدامها.	التخفيف وإعادة التدوير مواد البناء المستدامة، والبنية التحتية الطبيعية القائمة والقادرة على التكيف، والتخطيط المتكامل للبنية التحتية، والحماية الساحلية.	التخفيف وإعادة التدوير وإعادة الإزالة بواليع الكربون للنظم الإيكولوجية، إدارة الكربون في مجالي الثروة الحيوانية والزراعة، والمحافظة على النظم الإيكولوجية.	التخفيف وإعادة التدوير وإعادة الإزالة تحويل النفائيات إلى طاقة وإدارة النفائيات والتسميد العضوي، وعمليات البناء منخفضة الطاقة والكربون.

## المؤشر الفرعي لأداء الاقتصاد الدائري للكربون: الاعتبارات المفاهيمية

ينبغي أن توفر هذه المفاهيم بطبيعة الحال، بنية المؤشر الفرعي الذي يقيس أداء الدولة في الاقتصاد الدائري للكربون. غير أن اختيار اللبانات الأساسية لهذا البعد ينطوي على اتخاذ قرارات مختلفة، بما فيها: (1) ما التصنيف الذي يجب اختياره؟ (2) ما إمكانية الاستفادة من قابلية الإبدال بين الركائز الأربع وكيفية الاستفادة منها؟ (3) ما إذا كان ينبغي تقييم الركائز الأربع المختلفة بناءً على مساهمتها المحتملة في الاقتصاد الدائري للكربون.

أما فيما يتعلق بالسؤال الأول، فسيكون استخدام الركائز الأربع أمرًا جذابًا من منظور التواصل نظرًا لارتباطها بمفهوم الاقتصاد الدائري الذي يمثل مفهومًا أكثر شهرة، بينما لا يزال الاقتصاد الدائري للكربون

مفهومًا أقل شهرة. إلا أن الطرق المختلفة لتقسيم خيارات التخفيف المناخي تحت مظلة الاقتصاد الدائري للكربون تعكس جزئيًا التفضيلات الخاصة بكل دولة والحلول التوفيقية السياسية الجزئية. وبالتالي، قد لا يكون هنالك إجماع واسع النطاق للآراء بشأن فئات الاقتصاد الدائري للكربون، بل قد يؤدي اختيار تصنيف واحد إلى استبعاد أولئك الذين لديهم تفضيلات وأولويات<sup>5</sup> سياسية مغايرة، كذلك يمكننا القول إن أتباع نهج أكثر إيجابية سيكون أفضل من التركيز على المكونات الأساسية التي يشترك كل منها في وضع المفاهيم. كما يدعم هذا الخيار الحقيقة التي مفادها أن تطبيق تسمية محددة على خيار التخفيف المعني لا يؤثر على مساهمته في تعميمه ونشره، فالغلاف الجوي لا يعبأ بالكيفية التي يتم بها تخفيف الانبعاثات.

وبالتالي فإن معيار الاختيار المفيد بالنسبة لبعد الأداء في مؤشر الاقتصاد الدائري للكربون يمكن أن يكون

الكربون إلى كربون دائم مثل مواد البناء، قد لا يرقى إلى مستوى خيارات التخفيف الأخرى، حيث إنه يتنافس عمومًا مع تخزين الكربون الذي يعتمد أيضًا على احتجاز الكربون الباهظ التكلفة (KAPSARC 2020, 19). ومن الأمثلة الأخرى على ذلك الهيدروجين، ذلك أن له إمكانيات تخفيف كبيرة، إلا أن تطوير التكنولوجيا واستيعابها لا يزالان في المراحل المبكرة، مما يجعل التنبؤات صعبة وسابقة لأوانها.

كذلك يتعلق جانب آخر من جوانب التحدي الترجيحي بالمستوى الوطني، إذ تشير مراجع الاقتصاد الدائري للكربون في المؤلفات العلمية إلى أنه نهج يمكن تطبيقه ليعكس الظروف المختلفة للدول (مثل موارد الطاقة) والأولويات (على سبيل المثال: الخفض التدريجي لإنتاج الوقود الأحفوري) (e.g., G20 Energy Ministers, Al Saud and Al Shalan [2020]). كما أن تنوع الظروف والتفضيلات يعني أن من شأن عمليات الوزن الترجيحي للمؤشرات في إطار هذا البعد أن يؤدي حتمًا إلى إدخال عنصر التحيز أو الذاتية<sup>76</sup>.

تستخدم المؤشرات المختلفة مناهج ترجيح متفاوتة كما ناقشنا ذلك في الملحق الثاني (2): الترجيح المتساوي لجميع المتغيرات، والترجيح استنادًا إلى رأي الخبراء، والترجيح بناءً على العلاقات الإحصائية بين المتغيرات. إذ إن لكل نهج منها مواطن قوته وضعفه، وتشمل الحلول الممكنة لزيادة قوة المؤشر استكشاف النتائج باستخدام الأساليب الثلاثة (على سبيل المثال: لاختبار ما إذا كانت جميعها أو اثنتان منها فقط تقدم نتائج مماثلة) والكشف عن الأسس المنطقية لاختيار النهج وأي خيارات أخرى ذات صلة.

### المؤشر الفرعي لأداء الاقتصاد الدائري للكربون: العناصر المحتملة:

انطلاقاً من تركيز الاقتصاد الدائري للكربون على جميع خيارات التخفيف ودائرية الكربون، يمكن تصميم عناصر مؤشر الأداء الفرعي من خلال دراسة التصنيفات الحالية

متمثلة ببساطة فيما إذا كان سيتجنب "الكربون المتسرب" أم لا (فمثلاً: فإنه يمكن لبعض تقنيات استخدام الكربون مثل الوقود والمواد الكيميائية، أن تحتفظ بثاني أكسيد الكربون لفترات قصيرة فقط [IEA 2020a]، مما يعني أنها غير مؤهلة). بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن يكون إنشاء قيمة من ثاني أكسيد الكربون معيارًا إضافيًا.

أما بالنسبة للسؤال الثاني، فيمكننا القول إنه ينبغي السماح بقابلية الإبدال عند قياس أداء الاقتصاد الدائري للكربون: بحيث يمكن لأي دولة تحقيق معدلات دائرية عالية دون استخدامها لكل الركائز الأربع، ولا ينبغي بالتالي معاقبة دولة ما لعدم استخدامها لكل مكونات الاقتصاد الدائري للكربون، مثل الطاقة النووية أو احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه، وإذا ما كانت هذه الدولة تحقق معدلات دائرية من خلال استخدامها لوسائل أخرى. كما ينبغي في الوقت نفسه، إضافة مساهمة كل مكون تحت هذا البعد، نظرًا لتأثيره المتساوي على الغلاف الجوي. وينسجم هذا أيضًا مع روح الاقتصاد الدائري للكربون كما أعرب عنه العديد من مؤيديه، لتقييم وتشجيع جميع خيارات التخفيف (مثل: [2020] Siemens-ki). كذلك فإن التوصل إلى توازن بين هذه الاعتبارات من الناحية العملية - التي يُنظر إليها على أنها "منصفة" لجميع الدول على قدم المساواة - لا بد أن يكون أمرًا صعبًا وشائكًا.

ربما يكون السؤال الثالث حول الترجيح أو الموازنة هو أكثر هذه الأسئلة صعوبة. ففي حين أن هناك ثقة على الصعيد العالمي، في أن لدى بعض خيارات التخفيف المعنية إمكانيات أكثر من غيرها، إلا أننا نجد أن هنالك قدرًا كبيرًا من أوجه عدم اليقين فيما يتعلق بمدى مساهمة كل خيار من هذه الخيارات في النهاية في عملية التخفيف على المدى الطويل. فعلى سبيل المثال، وعلى نحو ما تم توضيحه في سلسلة من أدلة الاقتصاد الدائري للكربون التي طورها مركز كابسارك (2020, 19)، لا تزال هناك الكثير من العوائق الكبيرة التي تحول دون زيادة استخدام الكربون. كما أن نطاق تحويل ثاني أكسيد

التطورات التفصيلية على المستوى القطاعي في الدول المختلفة.

يقدم الجدول (3) قائمة أولية بمكونات مؤشر الأداء الفرعي، بالإضافة إلى المؤشرات المقترحة والأسس المنطقية الموجزة لاختيارها. ولقد تمت مراعاة الملاءمة والأهمية والبساطة ومدى توافر البيانات في عملية الاختيار.

للاقتصاد الدائري للكربون التي تتضمن الخيارات الرئيسية المتاحة للدول. بينما تشمل الخيارات الأخرى مقاييس ثاني أكسيد الكربون والسياسات القطاعية. بيد أنه يمكننا القول في حالة مقاييس ثاني أكسيد الكربون، بأن المؤشر سيضيف ببساطة البيانات المتوفرة فعلياً عن الانبعاثات دون تقديم الكثير من المعلومات عن مزيج السياسات والأداء لكل دولة. كذلك قد تؤدي محدودية توافر البيانات المنسقة بدورها، إلى تعقيد قياس

**الجدول 3.** العناصر التي يمكن إدراجها في مؤشر "الأداء" الفرعي لمؤشر الاقتصاد الدائري للكربون.

البُعد	المكوّن	المؤشر	المنطق
خيارات التخفيف	كفاءة استخدام الطاقة	كثافة استخدام الطاقة في الاقتصاد (إجمالي إمدادات الطاقة من الناتج المحلي الإجمالي)	تعد كثافة استهلاك الطاقة بمثابة المقياس الأكثر استخدامًا لقياس كفاءة استخدام الطاقة الذي يسهم بدوره في ركيزة "التخفيف" إحدى الركائز الأربع للاقتصاد الدائري للكربون.
	الطاقة المتجددة	حصة الطاقة المتجددة من إجمالي إمدادات الطاقة (التي تشمل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والوقود الحيوي والنفايات والطاقة المائية)	تسهم الطاقة المتجددة في ركيزتي "التخفيف" و"إعادة التدوير" من بين ركائز الاقتصاد الدائري للكربون.
	الطاقة النووية	حصة الطاقة النووية من إجمالي إمدادات الطاقة (يمكن دمجها مع الطاقة المتجددة)	تساهم الطاقة النووية في ركيزة الاقتصاد الدائري للكربون المتعلقة "بالتخفيف".
التحول في استخدام الوقود إلى مصادر طاقة أقل انبعاثًا للكربون	التحول في استخدام الوقود إلى مصادر طاقة أقل انبعاثًا للكربون	التغير في حصة النفط والفحم في إمدادات الكهرباء، أو مزيج الطاقة الكلي في السنوات الخمس الماضية	يدعم التحول من مصادر الطاقة الأعلى إلى مصادر الطاقة الأقل انبعاثات للكربون ركيزة الاقتصاد الدائري للكربون "التخفيف" بوصفه إجراءً انتقاليًا (KAPSARC 2020, 12).
الهيدروجين الأخضر أو الأزرق	الهيدروجين الأخضر أو الأزرق	مشاريع الهيدروجين الأخضر والأزرق (السعة الإجمالية)	يسهم الهيدروجين الأخضر المنتج من الطاقة المتجددة في ركيزتي الاقتصاد الدائري للكربون "التخفيف" و"إعادة التدوير"، فضلًا عن إسهام الهيدروجين الأزرق الذي ينتج من الهيدروكربونات عبر آلية احتجاز الكربون وتخزينه، في ركيزة "الإزالة".
احتجاز الكربون وتخزينه (بما في ذلك الاستخراج المعزز للنفط)	احتجاز الكربون وتخزينه (بما في ذلك الاستخراج المعزز للنفط)	القدرة الكلية قيد التشغيل لمرافق احتجاز الكربون وتخزينه لأغراض تجارية	يسهم احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه في ركيزة الاقتصاد الدائري للكربون "الإزالة"، ولقد تم تضمين الاستخراج المعزز للنفط باستخدام ثاني أكسيد الكربون كما يظهر في تقرير التوقعات العالمي عن وضع احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه الخاص بالمعهد العالمي لاحتجاز الكربون وتخزينه (GCCSI's)، حيث ينتهي الأمر وفقًا للوكالة الدولية للطاقة بتخزين معدل 99٪ من ثاني أكسيد الكربون المحقون عن طريق الاستخراج المعزز للنفط (EOR) بشكل دائم طوال عمر المشروع (IEA 2020a, 17).

المنطق	المؤشر	المكوّن	البُعد
يسهم صافي الكربون المخزن في البواليع الطبيعية في ركيزة الاقتصاد الدائري "الإزالة"، غير أن الحلول القائمة على الطبيعة تنطوي على مخاطر تتعلق بإطلاق الكربون في الغلاف الجوي من خلال الحرائق على سبيل المثال، ولعل هذا سبب اعتبار هذه الخيارات "خيارات تكميلية هامة" (KAPSARC, 2020, 15, 17).	التغير في أراضي الغابات، التحويل الصافي للغابات (أو مؤشر آخر للتغيرات في البواليع الطبيعية)	البواليع الطبيعية	
كانت هناك خمس منشآت في جميع أنحاء العالم في عام 2019، تستخدم الطاقة الحيوية مع آلية احتجاز الكربون وتخزينه (BECCS) بسعة إجمالية تبلغ 1.5 طن متري من مكافئ ثاني أكسيد الكربون سنويًا (GCCSI 2019, 4). كما تم تشغيل ما مجموعه 15 محطة لالتقاط المباشرة للهواء (DAC) في كافة أنحاء العالم في عام 2020، بطاقة إجمالية قدرها 9 آلاف طن من ثاني أكسيد الكربون سنويًا، وتوجد محطة واحدة لالتقاط مليون طن من ثاني أكسيد الكربون، وكانت هذه مرحلة متقدمة من التطوير (IEA 2020b).	لا تزال مستويات نشرها منخفضة للغاية، فضلًا عن عدم توفر البيانات اللازمة للقياس	التقنيات الجديدة للتخزين	
بإمكان مواد البناء توفير تخزين دائم لثاني أكسيد الكربون، بينما لا يتم الاحتفاظ بالكربون في أنواع الوقود والمواد الكيميائية إلا بصورة مؤقتة فقط (IEA 2020a, 11, 36).	لا تزال مستويات الانتشار منخفضة للغاية مع عدم توافر البيانات اللازمة لقياس التقدم المدرز في هذا الصدد، إلا أن البديل يمكن أن يتمثل في المعدلات الإجمالية لاستخدام ثاني أكسيد الكربون	تقنيات استخدام الكربون التي تمتاز بخاصية الاحتفاظ بثاني أكسيد الكربون على المدى الطويل	
لم يتم حتى الآن توسيع نطاق استخدام الكربون المحايد على الصعيد العالمي، فوفقًا للوكالة الدولية للطاقة "فإنه يتعين فيما يخص الانتقال إلى اقتصاد خالٍ من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، أن يتم الحصول على ثاني أكسيد الكربون المستخدم في إنتاج الوقود والمواد الكيميائية بوتيرة متزايدة من الكتلة الحيوية المستدامة أو الهواء (من خلال الالتقاط المباشر للهواء المباشر. لذا، سيكون دعم البحث والتطوير لهذه التطبيقات أمرًا بالغ الأهمية من أجل تقليل التكاليف وتسريع عملية التوافر التجاري لها (IEA 2020a, 6).	لا تزال مستويات الانتشار منخفضة للغاية مع عدم توافر البيانات اللازمة للقياس	تقنيات الاستخدام محايدة للكربون	
تعتبر كهربية النقل والتدفئة (على سبيل المثال: عن طريق المركبات الكهربائية والمضخات الحرارية) باستخدام الطاقة المتجددة عاملًا ضروريًا في الحد من الانبعاثات، إذ يمكنها وفقًا للوكالة الدولية للطاقة المتجددة (IRENA) توفير 36٪ من تخفيضات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المرتبطة بالطاقة في الفترة ما بين 2015 - 2050 اللازمة لتحقيق أهداف اتفاقية باريس (IRENA 2019).	حصة الكهرباء من إجمالي الاستهلاك النهائي للطاقة	الإمداد بالكهرباء (الكهربية)	

للبيئات التمكينية. ذلك أن هذا المصطلح يشير أيضا وبمزيد من الوضوح إلى ما يسعى إلى قياسه، أي مدى نجاح الدولة المعنية في تقديم الدعم والتمكين لإحراز التقدم المنشود نحو تعميم الاقتصاد الدائري للكربون، وأيضا يمكن على هذا النحو، استخدام هذا البعد بوصفه مقياسا للجاهزية وحتى الإمكانيات بالمعنى الأعم لهذه الكلمة.

### العوامل التمكينية للمؤشر الفرعي للاقتصاد الدائري للكربون: العناصر المحتملة

يتم إيراد العناصر المحتملة لعوامل تمكين المؤشر الفرعي للاقتصاد الدائري للكربون في الجدول (4)، التي تستند إلى دراسة استقصائية للمؤشرات والمنشورات ذات الصلة بالاقتصاد الدائري للكربون (بما فيها تلك المدرجة في الجدولين (1 و2)) وتشمل المؤشرات المقترحة والأسس المنطقية للاختيار. كما تم بالمثل النظر في مؤشر الأداء الفرعي ومراعاة مدى أهميته وبساطته وتوافره في عملية الاختيار.

الجدير بالذكر هنا، أن هنالك مجموعة متنوعة من الطرق التي تعمل على تجميع المؤشرات في إطار مواضيع مختلفة، ويمثل المقترح الوارد في الجدول (4) مجرد نقطة انطلاق للمناقشات المتعلقة بالأبعاد والمكونات الفرعية، بما فيها مجموع الأرقام والترجيح. أما فيما يتعلق بالترجيح والتجميع، فيمكن أن يكون الترجيح المتساوي بين الأبعاد الفرعية هو النهج الأكثر واقعية، الذي يكمله نهج التشاور مع الخبراء. كذلك سيتم تصميم الأبعاد الفرعية بشكل مثالي للتمييز بين المجموعات المواضيعية المنفصلة، ولكنها ذات أهمية متساوية. فإذا كان لأحد هذه العوامل التمكينية مثل الاستثمار مستوى أداء عالي، فلن يسمح بالتعويض المباشر عن الأداء المنخفض في عامل آخر، مثل السياسات. ويوجد اتفاق عام على أن التحولات في النظم الرئيسية، مثل التحول في مجال الطاقة، تنطوي على تحولات اجتماعية واقتصادية وسياسية واسعة عبر الهياكل التكنولوجية والسوقية والأطر التنظيمية، وخلافها (Singh et al. 2019).

### العوامل التمكينية للمؤشر الفرعي للاقتصاد الدائري للكربون: الاعتبارات المفاهيمية

تركز المؤشرات التي تقيس الجوانب الاستشرافية بوجه عام على دراسة البيئات المحتملة أو الجاهزة أو التمكينية. رغم أن النوعين السابقين يمثلان تحديًا في سياق الاقتصاد الدائري للكربون، ذلك أن عنصر توافر البيانات يعتبر مسألة تتعلق بقياس إمكانيات الاقتصاد الدائري للكربون بالمعنيين الفني أو المادي. بينما قد تكون البيانات المنسقة متاحة للإمكانيات الفنية - على سبيل المثال: قدرت الوكالة الدولية للطاقة (2015) وإمكانيات التخزين الفني للاستخراج المعزز للنفط لعدد من الدول - التي لا تتوفر للإمكانيات الاقتصادية<sup>8</sup> بصفة عامة.

تسعى العديد من المؤشرات المركبة إلى قياس مدى الجاهزية، الذي قد يكون بعدًا هامًا للقياس نظرًا للتقدم الكبير الذي لا يزال مطلوبًا في معظم الدول لتحقيق الحياد الكربوني. ورغم ذلك، فإن مراجعة مكونات ثلاثة فقط من مؤشرات الجاهزية ذات الصلة بالاقتصاد الدائري للكربون (المدرجة في الجدول 1)، تكشف عن عدم وجود فهم مشترك لما يشكل "الجاهزية": إذ يقوم مؤشر الجاهزية لاحتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه (CCS) على سبيل المثال، بتقييم الأطر التنظيمية لتكنولوجيا احتجاز وتخزين الكربون والسياسات الداعمة له، فضلا عن قياسه لإمكانيات التخزين ومستويات إنتاج الوقود الأحفوري. كذلك تتألف درجة الجاهزية الانتقالية لمؤشر تحول الطاقة من مؤشرات الاستثمار في الطاقة المستدامة، والأطر التنظيمية، والحوكمة الرشيدة، وبيئة الأعمال، ونصيب الفرد من استخدام الطاقة، وخلاف ذلك. كما يقيس مؤشر الجاهزية للتغيير بدوره قدرات الدولة المعنية على إدارة التغيير عبر مجموعة واسعة من المواضيع الفرعية، تتراوح من الأمن الغذائي إلى التركيبة السكانية (لكنه يفتقر إلى الشفافية فيما يتعلق بالمؤشرات الفعلية المستخدمة)<sup>9</sup>.

بيد أنه يمكن التوصل لفهم معظم المكونات التي تشملها مؤشرات الجاهزية هذه باعتبارها مكونات

الجدول 4. العناصر التمكينية المحتملة التي يمكن إدراجها في المؤشر الفرعي لمؤشر الاقتصاد الدائري للكربون.

المنطق	المؤشر	المكوّن	البعد
توفر المؤشرات التنظيمية للطاقة المستدامة بالنسبة لمؤشرات كفاءة استخدام الطاقة سجلاً حافلاً بالقوانين والأنظمة والسياسات التي تسنها الدول، وهي مصممة لتكون مقدمة للتقدم المحرز في كفاءة استخدام الطاقة وما يتصل به من استثمارات (World Bank/ESMAP, 2020, 9).	المؤشرات التنظيمية للطاقة المستدامة (RISE) ومؤشرات كفاءة استخدام الطاقة	دعم سياسات وتنظيم كفاءة استخدام الطاقة	السياسات والتنظيم والحوكمة
توفر المؤشرات التنظيمية للطاقة المستدامة لمؤشرات الطاقة المتجددة سجلاً للقوانين والأنظمة والسياسات التي تسنها الدول، وهي مصممة لتكون مقدمة للتقدم المحرز في الطاقة المتجددة وما يتصل بها من استثمارات (World Bank/ESMAP, 2020, 9).	المؤشرات التنظيمية للطاقة المستدامة (RISE) ومؤشرات الطاقة المتجددة	الدعم التنظيمي والدعم في مجال السياسات للطاقة المتجددة	السياسات والتنظيم والحوكمة
يركز المؤشر "القانوني والتنظيمي" على الأطر القانونية والتنظيمية التي تعتبر بالغة الأهمية للتنظيم المحلي لعمليات احتجاز الكربون وتخزينه، بينما يقوم مؤشر "السياسة" بتقييم تدابير السياسات الخاصة باحتجاز الكربون وتخزينه، بما فيها الدعم الضمني الأوسع نطاقاً من خلال تدابير تشمل أهداف الحد من الانبعاثات وتسعير الكربون وتمويل المشاريع (Havercroft and Consoli, 2018).	المؤشر القانوني والتنظيمي للمؤشرات المتعلقة باحتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه، ومؤشر سياسة احتجاز الكربون وتخزينه، الذي يعد جزءاً من مؤشر الجاهزية لاحتجاز الكربون وتخزينه	قانون وأنظمة احتجاز الكربون وتخزينه	السياسات والتنظيم والحوكمة
تلعب المناطق المحمية دوراً بالغ الأهمية في عزل ثاني أكسيد الكربون، وتقوم هذه النظم استناداً إلى بعض التقديرات، بالتستر على خمس كمية الكربون الذي تقوم بعزله جميع النظم البيئية البرية سنوياً (Melillo et al. 2015).	متوسط نسبة مناطق التنوع البيولوجي البرية والبحرية ومناطق المياه العذبة الرئيسية التي تغطيها المناطق المحمية	سياسات حماية البواليع الطبيعية	السياسات والتنظيم والحوكمة
يتعين على الدول المدرجة في المرفق الأول (الدول المتقدمة) وتلك غير المدرجة في المرفق الأول (الدول النامية) بموجب اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، أن تقدم تقارير مختلفة وأن تشارك في عمليات المراجعة والتحليلات الدورية لهذه التقارير. وتختلف متطلبات الإفصاح وجدوله الزمنية في الوقت الحالي بالنسبة للدول المتقدمة والنامية. كان ينبغي أن تكون الدول المتقدمة قد قدمت سبع عمليات إفصاح وطنية وأربعة تقارير كل سنتين وذلك بحلول نهاية عام 2020، وينبغي أن تكون الدول النامية (في معظم الحالات) قد قدمت ست عمليات إفصاح وطنية وأربعة تقارير كل سنتين.	الوفاء بالتزامات الإفصاح بموجب اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (UNFCCC)	قياس الانبعاثات والإفصاح عنها والتحقق منها (MRV)	السياسات والتنظيم والحوكمة
تحتاج الدول لكي تتمكن من تحقيق التزاماتها وأهدافها البيئية إلى "أنظمة تشريعية وسياسية وقضائية قوية" (UNEP 2009)، وينطبق هذا على كافة مجالات السياسة. كما يفيد تقرير مؤشرات الحوكمة العالمية بشأن مؤشرات الحوكمة الإجمالية والفردية لستة أبعاد للحوكمة.	درجة مؤشرات الحوكمة على الصعيد العالمي	حوكمة تغير المناخ	السياسات والتنظيم والحوكمة
لا بد من وجود قدر كبير من الطموح العالي في مجال السياسات العامة لتوجيه الاستثمارات والأسواق وتوفير التوجيه اللازم للتنفيذ. إلا أن تقييم طموح السياسات المتعلقة بتغير المناخ في الدول يتطلب حتماً استخدام تدابير نوعية وذاتية. لذا، يعتبر مؤشر الأداء المتعلق بتغير المناخ أشهر مؤشر معروف لأداء السياسات الوطنية فيما يتصل بالمناخ، حيث يغطي قسم السياسات المناخية التابع لهذا المؤشر أحدث التطورات في أطر السياسات الوطنية المتعلقة بالمناخ استناداً إلى تقدير الأداء الذي يقدمه الخبراء في مجال السياسات المتصلة بالمناخ والطاقة لكل من السياسات الوطنية والدولية.	درجة تقييم السياسات المناخية لمؤشر الأداء المتعلق بتغير المناخ	طموح السياسات المتعلقة بتغير المناخ	السياسات والتنظيم والحوكمة

## الإطار المفاهيمي لمؤشر الاقتصاد الدائري للكربون

تستخدم تطبيقات نفقات البحث والتطوير كبدل لقياس إسهام مدخلات المالية العامة في توليد المعارف وتعزيز الابتكار حول التكنولوجيا والحلول الأخرى التي تدعم دائرية الكربون في الاقتصاد.	نفقات البحث والتطوير (الخاصة بتقنيات الطاقة النظيفة، إن أمكن ذلك)	نفقات البحث والتطوير	التكنولوجيا والمعرفة والابتكار
تستخدم تطبيقات براءات الاختراع كبدل لقياس نواتج المعرفة والابتكار حول التكنولوجيا والحلول الأخرى التي تدعم دائرية الكربون في الاقتصاد.	طلبات الحصول على براءات الاختراع التي يقدمها السكان أو الأفراد (تلك الخاصة بتقنيات الطاقة النظيفة، إن وجدت)	النواتج البحثية	
غالبًا ما تُقاس القدرة العلمية وإمكانات الابتكار بعدد الأشخاص من حملة شهادات الدكتوراه أو بعدد العلماء.	الباحثون (بدوام كامل، خاصة فيما يتعلق بتقنيات الطاقة النظيفة، إن أمكن)	الباحثون	
تستلزم التنمية الصناعية عمومًا انتقالًا هيكليًا من الأنشطة التكنولوجية القائمة على الموارد وأنشطة التكنولوجيا المنخفضة إلى أنشطة الصناعة ذات التقنية المتوسطة والعالية، ويوفر هيكل الإنتاج الحديث شديد التعقيد فرصًا أفضل لتطوير المهارات والابتكار التكنولوجي. كما تعد الأنشطة الصناعية ذات التقنية المتوسطة والعالية أيضًا من الصناعات ذات القيمة المضافة العالية للصناعات التحويلية ذات الكثافة التكنولوجية والإنتاجية العالية للقوى العاملة. فضلًا عن أن زيادة حصة قطاعات الصناعة المتوسطة والعالية تعكس أيضًا تأثير الابتكار (World Bank 2021a).	القيمة المضافة للصناعات المتوسطة والعالية التقنية (من إجمالي القيمة المضافة للصناعة)	مساهمة الصناعات عالية التقنية	
لا تقل أهمية نشر التقنيات الجديدة داخل وخارج الدولة عن مخترعاتها.	شهادات براءات الاختراع	التراخيص التكنولوجية والطفرة التكنولوجية وانتشار وسائل التكنولوجيا	
تعتبر الاستثمارات في مصادر الطاقة النظيفة أمرًا بالغ الأهمية لدعم الاقتصاد الدائري للكربون، وتقدم التدفقات التمويلية للطاقة المتجددة المقدمة من الوكالة الدولية للطاقة المتجددة مجرد لمحة شاملة عن المعاملات الاستثمارية في مصادر الطاقة المتجددة من المؤسسات المالية العامة المختارة (IRENA 2020).	التدفقات التمويلية لموارد الطاقة المتجددة في القطاع العام	الاستثمارات في مصادر الطاقة النظيفة	التمويل والاستثمار المستدامين
يتطلب تحقيق أهداف صافي انبعاثات الكربون الصفرية وجود استثمارات بعدة تريليونات من الدولارات الأمريكية في العديد من مشاريع الاستدامة، مثل مصادر الطاقة المتجددة، وتقنيات احتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه، ومشاريع كفاءة استخدام الطاقة والابتكار، التي تفوق بكثير قدرة الموارد العامة. إلا أن مشاركة التمويل الخاص تعد أمرًا أساسيًا في سد هذه الفجوة. لذلك، يعد حصول الدول على أدوات التمويل المستدام أمرًا ضروريًا لتمويل مشاريع الاستدامة المختلفة المتصلة بالتحول في مجالات الطاقة.	تشمل أدوات التمويل المستدام للديون الخضراء والاجتماعية المرتبطة بالاستدامة (السندات والقروض) الصادرة لكل دولة مقر جهة الإصدار (آخر خمس سنوات)	الحصول على التمويل المستدام	
تعتبر الاستثمارات في مشاريع كفاءة استخدام الطاقة بالغة الأهمية لدعم الاقتصاد الدائري للكربون.	لم يتم العثور على مجموعة البيانات عند الاستعراض الأولي للمؤشرات	الاستثمارات في مشاريع كفاءة استخدام الطاقة	
تعتبر الاستثمارات في مشاريع احتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه بالغة الأهمية فيما يتعلق بدعم الاقتصاد الدائري للكربون.	لم يتم العثور على مجموعة البيانات عند الاستعراض الأولي للمؤشرات	الاستثمارات في احتجاز الكربون واستخدامه وتخزينه	

## الإطار المفاهيمي لمؤشر الاقتصاد الدائري للكربون

كذلك يتعين على الشركات إلى جانب الحكومات، الانتقال نحو تحقيق أهداف الاقتصاد الدائري للكربون، ويمكن لعمليات الإفصاح التي تتسم بمزيد من الشفافية بشأن الجوانب البيئية لأنشطة الأعمال التجارية أن تعين هذه الأعمال لتصبح أكثر جاذبية بالنسبة للمستثمرين في مجال الاستدامة.	حصّة أو عدد الشركات التي تقدم تقارير الحوكمة البيئية والاجتماعية وحوكمة الشركات (إن أمكن تعديلها وفقاً لقيمتها السوقية)	عمليات الإفصاح عن الحوكمة البيئية والاجتماعية وحوكمة الشركات لسوق الأوراق المالية	
للقروض الخضراء أهمية خاصة فيما يتعلق بتمكينها للشركات الصغيرة والمتوسطة الحجم أو الأسر من الاستثمار في كفاءة استخدام الطاقة ومشاريع الطاقة المتجددة الصغيرة النطاق.	لم يتم العثور على مجموعة البيانات عند الاستعراض الأولي للمؤشرات	الحصول على القروض الخضراء (الشركات والأسر)	
يعد تسعير الكربون أو تقييمه أمراً ضرورياً لتمكين الاقتصاد الدائري للكربون، وتوفر لوحة معلومات تسعير الكربون الخاصة بالبنك الدولي معلومات نوعية عن خطط وتنفيذ نظم الاتجار بالانبعاثات وضرائب الكربون في الولايات القضائية الوطنية ودون الوطنية.	مخططات تبادل حقوق إطلاق الانبعاثات، أو ضريبة الكربون المطبقة، أو المجدولة، أو قيد الدراسة	تسعير الكربون وسياسات التقييم والأسواق	
تُستخدم درجة سهولة مزاولة الأعمال كبدائل للبيئات التنظيمية التي تدعم ريادة الأعمال والأنشطة التجارية. إذ تعد الأعمال التجارية هامة ضمن أشياء أخرى، لدعم تسهيل ثاني أكسيد الكربون ودعم توسيع نطاق التقنيات المختلفة المتعلقة بالاقتصاد الدائري للكربون.	درجة سهولة مزاولة الأعمال	الأنظمة الداعمة للأنشطة التجارية	بيئة الأعمال التجارية والاستثمار والبنية التحتية
يسعى مؤشر الدول الأكثر جاذبية في قطاع الطاقة المتجددة إلى قياس عوامل تقييم إيرنست آند يونغ (Ernst & Young's (EY's) التي تحرك جاذبية سوق الطاقة المتجددة (المكون الرئيس في الاقتصاد الدائري للكربون لجميع الدول)، بما في ذلك الطلب المتزايد على دعم الطاقة (أو الحاجة إلى استبدال تقنيات الطاقة) والعقبات الناشئة عن السياسات، ودعم تنفيذ المشاريع بما فيها العقود طويلة الأجل، والبنية التحتية للشبكة والتمويل، وسجل حافل في المشاريع والمناخ الاستثماري العام (EY 2021).	مؤشر الدول الأكثر جاذبية في قطاع الطاقة المتجددة (ريكاي)	الاستثمار في الطاقة المتجددة وفرص نشرها	
يمكن لسلسلة التجارة واللوجستيات القوية والفعالة أن تؤدي إلى خفض تكاليف التجارة ودعم القدرة التنافسية للدول (World Bank 2021b)، ونظراً لاختلاف الثروات الطبيعية والمزايا التنافسية للدول، فإنه يمكن للتجارة أن تكون خير معين لخفض تكاليف إدارة ثاني أكسيد الكربون.	مؤشر أداء الخدمات اللوجستية	البنية التحتية للتجارة والنقل	
يدعم أمن الطاقة للاقتصاد الدائري للكربون بطرق أساسية.	البعد الأمني للطاقة في مؤشر تريليمما العالمي للطاقة (Energy Trilemma)	البنية التحتية للطاقة والأمن	
يتعين على الدول في إطار الاتجاه العالمي الرامي للانتقال لنظام اقتصادي أكثر استدامة، أن تعمل على إعادة تنظيم وتعديل أنظمتها المحلية من أجل المحافظة على مسارات نموها الاقتصادي على المدى الطويل.	معدل النمو السنوي لنصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي الحقيقي (أو تعادل القوة الشرائية [PPP] بالسعر الراهن للدولار الأمريكي) متوسط ثلاث سنوات	(مؤشر اقتصادي) النمو الاقتصادي	المؤشرات الاجتماعية-الاقتصادية
يصنف مؤشر التعقيد الاقتصادي الدول بناءً على مدى تنوع وتعقيد سلال صادراتها، حيث تكون الدول ذات المستويات الأعلى من التعقيد الاقتصادي أفضل تجهيزاً للتحوّل في الوقت المناسب إلى أنظمة طاقة أكثر شمولاً واستدامة وميسورة التكلفة وأمنة (WEF 2020, 12, 37).	مؤشر التعقيد الاقتصادي	(مؤشر اقتصادي) التنوع الاقتصادي	

## الإطار المفاهيمي لمؤشر الاقتصاد الدائري للكربون

في حين أن أدوات التمويل المستدام تكون مصممة خصيصًا لمشاريع الاستدامة واسعة النطاق، فإننا نجد أن أدوات التمويل الخاصة تعد عوامل تمكين رئيسة لمشاريع الاستدامة الصغيرة (مثل تطوير الطاقة المتجددة وتحسين كفاءة استخدام الطاقة) بالنسبة للمشاريع الصغيرة والمتوسطة وكذلك الأسر.	نسبة الائتمان المحلي إلى الناتج المحلي الإجمالي	(مؤشر مالي) الحصول على التمويل الخاص
له أهمية بالغة بالنسبة للمشاريع العالمية للاستثمار الرأسمالي.	تدفقات الاستثمار الأجنبي المباشر	(مؤشر مالي) الترابط المالي الدولي
يعتبر عاملًا رئيسًا للشركات الكبيرة والاستثمارات ذات الصلة.	رسملة سوق الأسهم والناتج المحلي الإجمالي	(مؤشر مالي) إمكانية الوصول إلى أسواق الأسهم
يعتبر عاملًا رئيسًا للشركات الكبيرة والاستثمارات ذات الصلة.	حجم أسواق المال الخاصة (السندات) وحجم الناتج المحلي الإجمالي	(مؤشر مالي) الوصول إلى الأسواق المالية
لا شك أن إمكانية الحصول على الطاقة والقدرة على تحمل تكاليفها يدعمان الاقتصاد الدائري للكربون بطرق أساسية، إذ يقيس البعد المتعلق بالمساواة في الطاقة لمؤشر الطاقة التابع لمجلس الطاقة العالمي (مؤشر Trilemma)، إمكانية الحصول على الطاقة وجودة الحصول عليها والقدرة على تحمل تكاليفها.	البعد المتعلق بتحقيق الإنصاف في استخدام الطاقة في مؤشر Trilemma العالمي للطاقة (Index)	(مؤشر اجتماعي) الحصول على الطاقة
يدعم رأس المال البشري الاقتصاد الدائري للكربون بطرق أساسية، ويتطلب رفع مستوى البنية التحتية الصافية والكفاءة في استخدام الطاقة وجود قوى عاملة ماهرة وكثيفة العدد، كما يقوم مؤشر رأس المال البشري بحساب مساهمات الصحة والتعليم في إنتاجية العمال، فيما تقيس النتيجة النهائية للمؤشر الإنتاجية كعامل مستقبلي للطفل المولود اليوم مقارنة بالمعيارين الأساسيين للصحة التامة وإكمال التعليم (World Bank 2020b).	مؤشر رأس المال البشري	(مؤشر اجتماعي) رأس المال البشري
تدعم معدلات التوظيف المرتفعة الاقتصاد الدائري للكربون بطرق أساسية.	إجمالي نسبة العمالة إلى عدد السكان +15 (وفقًا للتقدير النموذجي لمنظمة العمل الدولية)	(مؤشر اجتماعي) التوظيف
يعد تلوث الهواء أحد أكبر المخاطر البيئية على الصحة، مما يتسبب فيما يقدر بنحو 7 ملايين حالة وفاة مبكرة سنويًا (وفقًا لمنظمة الصحة العالمية 2021)، ونظرًا لأن الوقود الأحفوري يعتبر مصدرًا رئيسًا لتلوث الهواء، فإن انخفاض مستويات تلوث الهواء تشير بوجه عام إلى إدارتها بنحو أفضل وكذلك إلى دائرية الكربون.	معدل الوفيات المنسوب إلى تلوث الهواء المحيط بالمنازل، بحسب العمر	(مؤشر بيئي) الصحة البيئية
تدعم قدرة الدولة على التكيف مع المخاطر المناخية الاقتصاد الدائري للكربون بطرق أساسية، ويحدد المؤشر العالمي للمخاطر المناخية تأثيرات الظواهر الجوية البالغة الشدة (الوفيات والخسائر الاقتصادية).	المؤشر العالمي للمخاطر المناخية (GCRI)	(مؤشر بيئي) التكيف مع تغير المناخ والمرونة

بالاقتصاد الدائري للكربون التي تميزهم عن غيرهم. ويقدم الجدول (5) اقتراحات لمقاييس الأداء والعوامل التمكينية لهذا المؤشر الفرعي، ونظراً للمراحل الأولية لتطوير هذا المنظور، فلم يتم توضيح الروابط إلى المكونات المعنية للمؤشرات على مستوى شركة النفط.

### منظور منتجي النفط: العناصر المحتملة

يمكن النظر في مجموعة إضافية من المؤشرات، أو المنظور بالنسبة لمنتجي النفط وشركات النفط الوطنية (NOCs) نظراً لأوجه التشابه الهيكلية المتعلقة بالاقتصاد الدائري للكربون، فضلاً عن التحديات والفرص المتعلقة

الجدول 5. العناصر المحتملة لمنظور منتجي النفط.

المنطق	المؤشر	المكوّن	البعد
انخفاض كثافة الكربون، ويسهم مزيج الطاقة في ركيزة "التخفيف" إحدى ركائز الاقتصاد الدائري للكربون.	كثافة ثاني أكسيد الكربون في مزيج الطاقة (يمكن تضمينها في مؤشر الأداء الرئيس)	(على مستوى الدولة) كثافة الكربون في مزيج الطاقة	الأداء
يسهم انخفاض كثافة الكربون لإنتاج النفط الخام في ركيزة "التخفيف" إحدى ركائز الاقتصاد الدائري للكربون.	متوسط كثافة الكربون المرجحة من حيث الحجم لإنتاج النفط الخام ونقله وتكريره بحسب الدولة المصدرة	(على مستوى الدولة) كثافة انبعاثات الغازات الدفيئة الناجمة عن إنتاج الوقود الأحفوري	
يتمثل الهدف الأساسي للاقتصاد الدائري للكربون في الحد من انبعاثات الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي، فيما يعد الحصول على قيمة من المواد الهيدروكربونية هدفاً آخر ذو أهمية، وكلما قلت كمية الانبعاثات المتسربة التي تنتجها الصناعة، كان ذلك أفضل لتحقيق هذين الهدفين.	كثافة الانبعاثات المتسربة من غاز الميثان من صناعة المواد الهيدروكربونية	(على مستوى الدولة) حرق الغازات وكثافة الإحراق	
	لا تزال مستويات الانتشار منخفضة للغاية، فضلاً عن عدم توافر البيانات اللازمة للقياس	نسبة إنتاج وتخزين ثاني أكسيد الكربون إلى الوقود الأحفوري	
	لا تزال مستويات الانتشار منخفضة للغاية، فضلاً عن عدم توافر البيانات اللازمة للقياس	نسبة استخدام الكربون إلى الوقود الأحفوري	

## الإطار المفاهيمي لمؤشر الاقتصاد الدائري للكربون

المنطق	المؤثر	المكوّن	البعد
تعد جودة حوكمة الاستكشاف والإنتاج وحماية البيئة وتحصيل الإيرادات والمؤسسات المملوكة للدولة من جوانب إدارة الموارد التي تسهم في تحقيق القيمة العامة للنفط والغاز والمعادن في الدولة، وحماية البيئة والمجتمعات المحلية لها (4, 2017 NRG). يسهم انخفاض كثافة الكربون لإنتاج النفط الخام في ركيزة "التخفيف" إحدى ركائز الاقتصاد الدائري للكربون.	درجة القيمة القابلة للتحقيق بالنسبة لمؤشر حوكمة الموارد	(على مستوى الدولة) جودة إدارة الموارد وحوكمتها	عناصر التمكين
	الإفصاح السنوي البيئي والاجتماعي وحوكمة الشركات	الإفصاح البيئي والاجتماعي والإفصاح عن حوكمة الشركات أو الاستدامة	
يتمثل الهدف الأساسي للاقتصاد الدائري للكربون في الحد من انبعاثات الغازات الدفيئة في الغلاف الجوي، فيما يعد الحصول على قيمة من المواد الهيدروكربونية هدفاً آخر ذو أهمية، وكلما قلت كمية الانبعاثات المتسربة التي تنتجها الصناعة، كان ذلك أفضل لتحقيق هذين الهدفين.	عمليات التقييم القائمة للمخاطر المناخية	عمليات الإفصاح المتعلقة بالمخاطر المناخية	
	توافر البيانات المتعلقة بانبعاثات النطاق (1)	المساءلة المتعلقة بانبعاثات النطاق (1)	
	توافر البيانات المتعلقة بانبعاثات النطاق (2)	المساءلة المتعلقة بانبعاثات النطاق (2)	
	توافر البيانات المتعلقة بانبعاثات النطاق (3)	المساءلة المتعلقة بانبعاثات النطاق (3)	
	تحديد الهدف	الهدف المتعلق بالكثافة الكربونية	
	تحديد الهدف	الهدف المتعلق بكثافة الميثان	
	تحديد الهدف	الهدف المتعلق بالحياد الكربوني	
	هنالك عدم وضوح فيما إذا كانت قابلة للقياس الكمي على مستوى الشركات	الاستثمارات في تقنيات الاقتصاد الدائري للكربون	

# الإطار المفاهيمي لمؤشر الاقتصاد الدائري للكربون

بروابط الركائز الأربع للاقتصاد الدائري للكربون، فيما لا يوضح المؤشر الفرعي العوامل التمكينية على مستوى البعد فحسب.

يقدم الشكل (1) بإيجاز تصورًا للإطار المفاهيمي المقترح لمؤشر الاقتصاد الدائري للكربون، حيث يوضح المؤشر الفرعي للأداء على مستوى العناصر مصحوبة

الشكل 1. تصور الإطار المفاهيمي لمؤشر الاقتصاد الدائري للكربون.



- تم تطوير المؤشر من خلال التشاور بين أصحاب المصلحة المحليين والدوليين واستشارات الخبراء لضمان متانة وزيادة ملكية المؤشر.
- ينبغي إتاحة منهجية المؤشر، بما فيها الخيارات التي يتم النظر فيها بشأن التجميع والتجميع والمبررات ذات الصلة، وطرحها للجمهور.

- تشمل الافتراضات الأساسية من حيث نهج مؤشر الاقتصاد الدائري للكربون ككل، ما يلي:
- يمكن أن تتطور المؤشرات في الإصدارات المستقبلية للمؤشر بالتزامن مع توافر البيانات الجديدة، في ظل تطور مفهوم الاقتصاد الدائري للكربون أو التقنيات ذات الصلة، وكفالة توافر البيانات اللازمة لإجراء عمليات القياس في كل الدول (في حالة تطبيق المؤشر على نطاق أكبر من مجموعة الدول).

# الممارسات المثلى لتطوير المؤشر والخطوات التالية

سيستند تطوير مؤشر الاقتصاد الدائري للكربون على هذه الخطوات الموضحة بالتفصيل في الملحق الثاني (2)، ومن ثم سيتم في الخطوات التالية لوضع المؤشر، تطوير الإطار المفاهيمي والمؤشرات الأولية بنحو أكبر خلال ربيع وصيف عام 2021 من جانب فريق مشروع مؤشر الاقتصاد الدائري للكربون بالتشاور مع أصحاب المصلحة المحليين والدوليين في اقتصاد الكربون. كذلك تشمل المشاورات التي يتم إجراؤها مع أصحاب المصلحة عقد ورش عمل وعروض تقديمية عبر شبكات الإنترنت ومشاورات الخبراء المستهدفين وربما إجراء الدراسات الاستقصائية عبر شبكة الإنترنت. كذلك سيقوم فريق المشروع بوضع الصيغة النهائية لمنهجية مؤشر الاقتصاد الدائري للكربون في وقت لاحق في عام 2021 ومراجعتها على الصعيدين الداخلي والخارجي. أيضا ستتم إتاحة المؤشر فضلا عن تحليل النتائج والمنهجية النهائية، في تقرير خاص بذلك وربما إتاحتها عبر صفحة إنترنت تفاعلية، إضافة إلى نشر المؤشر عبر الفعاليات الوطنية والدولية ذات الصلة.

تعتبر الممارسات المثلى لتطوير المؤشرات المركبة ممارسات راسخة نسبياً، ولقد قام مركز البحوث المشترك التابع للمفوضية الأوروبية (JRC 2004) ومنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (2008) والمكتب الإحصائي للجماعات الأوروبية (2014)، (2017a, 2017b) ولجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا (2019 UNECE)، وغيرها من الجهات بإعداد الكتيبات. كذلك نشرت منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي إطاراً للجودة ومجموعة أدوات للمؤشرات المركبة، التي تحتوي على إرشادات منهجية مفصلة لمطوري المؤشرات بشأن الخطوات المختلفة الموضحة أدناه (OECD 2008).

يعد الإطار المفاهيمي واختيار وترجيح وتجميع المؤشرات أهم الخطوات عند الشروع في تطوير المؤشرات الاجتماعية والاقتصادية (2019 UNECE)، كما أن من الأهمية بمكان اتخاذ عدد من الخطوات الأخرى التي تنطوي على تحليل البيانات، وإشراك أصحاب المصلحة فضلا عن التواصل. ونورد فيما يلي وصفا للخطوات الرئيسية التي ينطوي عليها تطوير مؤشر اجتماعي واقتصادي مركب، إلى جانب الاعتبارات المنهجية الرئيسية ذات الصلة بناءً على هذه المصادر.

تشمل الخطوات الرئيسية لتطوير مؤشر مركب ما يلي:

1. وضع إطار مفاهيمي
2. اختيار وإعداد البيانات
3. معالجة البيانات
4. تحليل البيانات
5. عرض النتائج واستخدامها بفعالية
6. مسائل متداخلة: إشراك أصحاب المصلحة

### الملحق الأول (1): خصائص المؤشرات الاجتماعية والاقتصادية

يمكن أن يكون للمؤشرات الاجتماعية والاقتصادية المركبة بؤر زمنية مختلفة، كما هو مبين في الجدول (1): حيث يقوم مؤشر التنمية البشرية على سبيل المثال، بقياس الأداء الحالي للدول فيما يتعلق بالتنمية البشرية. بينما يقوم مؤشر أهداف التنمية المستدامة بدوره بقياس أداء الدولة بالنسبة إلى تحقيق أحد مؤشرات أهداف التنمية المستدامة أو الغايات أو الأهداف، بناءً على معيار مطلق (مثل: القضاء التام على الفقر) أو متوسط الدول ذات الأداء الأفضل. كما تبين قواعد معلومات أهداف التنمية المستدامة أيضًا الاتجاهات التي تقيس ما إذا كانت الدولة تسير في مسارها الصحيح الرامي لتحقيق أهداف التنمية المستدامة استنادًا إلى نقطتين أو أكثر من نقاط البيانات التاريخية. فيما يقدّر مؤشر الجاهزية لاحتجاز الكربون وتخزينه "الفرص" المواتية لنشر مشاريع احتجاز الكربون وتخزينه في الدول بناءً على مقاييس السعة التخزينية والجاهزية القانونية والسياسية والمصلحة المتوخاة.

أيضًا تقيس المؤشرات الجوانب المختلفة للسياسات العامة. فعلى سبيل المثال، يقيس مؤشر الابتكار العالمي أداء الدول في مجال الابتكار، بينما يقوم مؤشر تريليمما للطاقة (Energy Trilemma) بقياس الكيفية التي توازن بها الدول بين ثلاثة أهداف متضاربة تتعلق في بعض الأحيان بسياسات الطاقة والأداء، والمؤشرات التنظيمية للطاقة المستدامة (RISE) أو مؤشر تقييم سهولة مزواله الأعمال التجارية وتقييم البيئات التمكينية.

كذلك تشتمل الأنواع الأخرى من المؤشرات إلى جانب المؤشرات المركبة، على المؤشرات "الرئيسية" ومؤشرات "الاتجاهات"، حيث تهدف المؤشرات الرئيسية إلى التنبؤ بالنتائج، بينما تقيس مؤشرات الاتجاهات الآراء أو المواقف أو التوقعات الذاتية (UNECE 2019, 10). فعلى سبيل المثال، يعتمد مؤشر السعادة العالمي لشبكة حلول التنمية المستدامة (SDSN) بالكامل على تصورات الأفراد بشأن الرضا عن الحياة. فالفئات الثلاث من المؤشرات - المركبة والرئيسية والاتجاهات - ليست متعارضة، بل تشمل العديد من المؤشرات المركبة معايير ذاتية. فمثلًا، يستند مؤشر أداء تغير المناخ الخاص بمنظمة "غيرمانوس" على ما يتراوح ما بين 350 - 400 تقييمًا من تقييمات الخبراء عن أداء السياسات الوطنية والدولية في الدول، بينما نجد أن مؤشر البنك الدولي الخاص بتسهيل مزواله الأعمال التجارية يتضمن أيضًا مقاييس الوقت (على سبيل المثال، تأسيس شركة محلية ذات مسؤولية محدودة) التي تمثل القيم المتوسطة التي أفصح عنها المستجيبون الذين شملهم الاستطلاع. كما تتضمن العديد من المؤشرات كذلك مؤشرات مركبة كاملة بوصفها مؤشرات فرعية، فعلى سبيل المثال، تستند نسخة عام 2020 من مؤشر الابتكار العالمي التابع للمنظمة العالمية للملكية الفكرية (الويبو) على 58 مؤشرًا "للبيانات الرقمية" و18 مؤشرًا مركبًا وأربعة أسئلة من أسئلة الاستطلاع.

إلا أن المؤشرات المركبة تتضمن بوجه عام، على عدة مؤشرات فرعية أو أبعاد، تمثل مجالات أو جوانب مختلفة للمفهوم أو المسألة التي يتم قياسها (راجع الجدول 1)، ويتم تضمين درجة كبيرة من الذاتية في تصميم كل من الأبعاد ومؤشراتها الفردية، وبالتالي فإن الخيارات المتعلقة بالمؤشرات التي يتعين تضمينها وكيفية تقييمها وتجميعها تعتبر بغاية الأهمية (UNECE 2019). بينما تعتبر الأطر المفاهيمية التي تشرح كيفية ارتباط المؤشر ومؤشراته الفرعية بالمفهوم أو الظاهرة التي يسعى إلى قياسها، إلى جانب اتباع نهج منهجي قوي وشفاف، من السمات الرئيسية للمؤشر عالي الجودة.

## الملحق الثاني (2). النهج المنهجي لتطوير مؤشر الاقتصاد الدائري للكربون

**1. وضع إطار مفاهيمي:** يعد إنشاء إطار مفاهيمي الخطوة الأولى في عملية وضع المؤشر الاجتماعي-الاقتصادي، وينبغي أن يحدد هذا الإطار المفهوم أو الظاهرة التي يجري قياسها، إلى جانب المفاهيم ذات الصلة. كما ينبغي كمبدأً شامل، وجود علاقة قابلة للتفسير بين المؤشر والمفهوم الذي يتم قياسه. وينبغي أن يتضمن هذا الإطار شرح توضيحي لما يهدف المؤشر إلى قياسه وتحديد استخداماته المقصودة (راجع على سبيل المثال: Eurostat [2017b], 17). أيضا يجب تحديد المؤشرات الفرعية وأبعاد المؤشر وإبرازها بطريقة تسمح باختيار المؤشرات وتجميعها وتقييمها، وأن يكون عدد الأبعاد قابلاً للإدارة مع إمكانية احتواء كل بُعد على العديد من متغيرات المؤشرات. كما ينبغي للإطار المفاهيمي أن يبين أيضاً العلاقات الناشئة بين الأبعاد والمؤشرات، والتحديد الفعلي لمنطق ترجيح المؤشرات وتجميعها، كذلك يمكن أن يكون وصف المعايير المستخدمة في اختيار المؤشر أمراً مفيداً (JRC 2004; UNECE 2019; OECD 2008; Lafortune et al. 2018).

قد يكون من المفيد أيضاً خلال هذه المرحلة البت بشأن ما يسعى المؤشر إلى قياسه، نظراً لأنه غالباً ما يترتب على توافر البيانات تأثيرات هامة على اختيار المؤشر. فيما تحدد بعض المؤشرات، مثل مؤشر أهداف التنمية المستدامة، النسبة المئوية القصوى اللازمة لإدراج المؤشرات بناءً على توافر البيانات عن الدول التي يجري قياسها.

**2. اختيار البيانات وإعدادها:** يجب أن يتم اختيار المؤشرات من خلال المراجعة الدقيقة للبيانات والمؤشرات المتاحة، وتشمل مبادئ الاختيار الرئيسية الأهمية والبساطة والتحقق من الصلاحية ومدى توافر البيانات (JRC 2004)، إضافة لاعتبارات هامة أخرى، على النحو التالي:

- ينبغي كلما أمكن ذلك، شرح أسباب اختيار المؤشرات وربطها بالنظرية أو البحوث ذات الصلة (UNECE 2019).
  - ينبغي دراسة مدى توافر بيانات المؤشرات لأغراض التحديدات المستقبلية إذا كان القصد منها قياس الاتجاهات.
  - يجب استخدام البيانات المنسقة بالنسبة للمؤشرات التي تقوم بإجراء مقارنات بين الدول (UNECE 2019).
- بما أن تعقيد المفهوم الذي يجري قياسه يحدد بصفة عامة عدد المؤشرات الضرورية له، لذا يتعين على المطورين أيضاً دراسة إمكانية وكيفية استخدام المدخلات (على سبيل المثال: استثمارات البحوث والتطوير) والمخرجات والنتائج والتأثيرات (مثل: عدد براءات الاختراع)، ومؤشرات الاتجاهات والمؤشرات الموضوعية، إلا أن بعض الإرشادات تنصح بعدم استخدام مؤشرات المدخلات عند قياس أداء الدولة (OECD 2008).

كما يتعين على مطوري المؤشر بعد اختيارهم لأكثر المؤشرات الواعدة، أن يعملوا على إعداد البيانات اللازمة لإجراء المزيد من عمليات التحليل، وتنطوي هذه المرحلة عموماً على استرجاع البيانات لدراسة جودة بيانات المؤشرات المحتملة المختلفة، ومدى توافر البيانات لمجموعة الدول المستهدفة، وتوافرها بمرور الوقت، لذا فإنها عملية قد تستغرق وقتاً طويلاً.

يعتبر إجراء المشاورات مع أصحاب المصلحة في هذه المرحلة (وفيما يتعلق بالإطار المفاهيمي) ممارسة جيدة ينبغي الأخذ بها (UNECE 2019). إذ ينبغي أن تستهدف هذه المشاورات كلاً من مستخدمي المؤشرات والخبراء في الموضوع قيد القياس، أما إذا شارك واضعو المؤشرات في المراجعة الشاملة للبيانات والمشاورات المكثفة مع أصحاب المصلحة، فقد تستغرق هذه المرحلة وقتاً طويلاً.

كذلك تتضمن الخطوات اللاحقة تحليل سلسلة البيانات والعلاقات بينها من خلال اتباع طرق إحصائية مختلفة يمكن تقسيمها إلى فئتين رئيسيتين، هما: إعداد البيانات وتحليلها (UNECE 2019).

### 3. معالجة البيانات: تشمل خطوات مختلفة، تتمثل فيما يلي:

**الإسناد:** على الرغم من توافر البيانات لكل الدول التي يتوقع المؤشر قياسها، إلا أن المؤشر يتوقع أن يكون تجنب بيانات المؤشرات أو البيانات الإحصائية الناقصة أمراً مستحيلاً من الناحية العملية من بين كافة المعايير الرئيسية لاختيار المؤشرات، لذلك يتعين على مطوري المؤشرات أن يقيموا بحرص تام الطرق المتاحة لتقدير القيم المفقودة (OECD 2008).

**التوحيد القياسي:** يعد اعتماد المقياس الموحد من الطرق الهادفة لجعل البيانات قابلة للمقارنة (على سبيل المثال: 0 - 100) لاستخدام المسافة بين الأفضل والأسوأ أداءً، أو المتوسط، أو قائد المجموعة، أو حساب الانحراف المعياري عن متوسط القيمة (JRC 2004). كما ينبغي أيضاً توحيد اتجاه العلاقة بين المؤشرات والمفهوم المستهدف (أي يجب أن تعني زيادة الدرجات دائماً حدوث تحسن في المؤشر)، كما يجب أيضاً تحديد القيم المتطرفة المحتملة (أي تحليلات البيانات التي يمكنها تشويه النتائج) ومعالجتها، التي عادةً ما تتم عن طريق التشذيب أو الحسم (أي استبعاد القيم المتطرفة) (UNECE 2019).

الترجيح والتجميع: ينطوي الترجيح والتجميع على خيارات هامة، إذ يمكن أن يؤثر تأثيراً كبيراً على النتائج النهائية للمؤشر، ويجب أن يكون الترجيح "متماشياً مع الإطار المفاهيمي والاستخدام المقصود للمؤشر" (UNECE 2019, 79). تتمثل أكثر طرق الترجيح شيوعاً بالنسبة للمؤشرات المركبة في إعطاء كل المؤشرات ترجيحاً متساوياً. فعلى سبيل المثال، يستخدم مؤشر التحول في مجال الطاقة هذا النهج. وتكمن الفكرة الرئيسية وراء هذا النهج في أنه لا يمكن استيعاب العلاقة بين المتغيرات بشكل كامل، وبالتالي لا ينبغي فرض أي هيكل على هذه العلاقة. غير أنه يمكن لهذا أن يؤدي إلى ترجيح ضمني، على سبيل المثال، إذا كان أحد الأبعاد يحتوي على عدد أكبر من المؤشرات مقارنة بالبعد الآخر (Lafortune et al. 2018). بينما قد تختار بعض المؤشرات الترجيح بناءً على رأي الخبراء - سواء كانوا من ضمن مطوري المؤشرات أو خبراء من خلفهم - الذي يتضمن عنصراً من الذاتية. فعلى سبيل المثال، فإن زيادة التركيز على المتغيرات البيئية في مؤشر يركز على تغير المناخ يدرك أهميتها بالنسبة لهذه المسألة، فيما يعد مؤشر تريليميا العالمي للطاقة Energy Trilemma مثالا على المؤشر الذي يستخدم الترجيح المستنير من جانب الخبراء.

الجدير بالذكر هنا، أن هنالك أيضًا طرقًا إحصائية، بما فيها تحليل المكون الرئيسي والعوامل، التي توفر معاملات ترجيح تستند إلى القواسم المشتركة والاختلافات بين المتغيرات (على سبيل المثال: من خلال مصفوفة التباين والتغاير)، بينما يستخدم مؤشر القدرة الانتقالية في مجال الطاقة المتجددة الذي قام بتطويره (Yilmaz 2021)، أساليبًا إحصائية مختلفة بما فيها تحليل المكونات الرئيسية للترجيح، ويقدم (Greco et al. 2019) مناقشة ثرية بشأن نقاط القوة والضعف الخاصة بكل أسلوب من هذه الأساليب.

هذا، ويمكن أيضًا استخدام أساليب التحليل الإحصائي المبينة أعلاه لدراسة هيكل مجموعة البيانات والعلاقات بين المؤشرات المحتملة، بما فيها ما يتعلق بتوازنها العام، فضلًا عن مدى ملاءمتها وكفايتها من ناحية أبعادها وأطرها المفاهيمية والمفهوم الجاري قياسه (OECD 2008).

غير أن المؤشرات المركبة الاجتماعية-الاقتصادية تعرضت للانتقادات مقارنة بالمؤشرات المركبة الاقتصادية-البيئية (التي غالبًا ما تعمل في الوحدات النقدية)، وذلك لجمعها بين التدابير التي تفتقر إلى وجود وحدة قياس مشتركة (UNECE 2019). لذا، ولتجنب اتخاذ موقف بشأن إسناد عمليات الترجيح إلى المكونات أو نقص المعلومات في عملية التجميع، فإن بعض المؤشرات لا توفر مجموع عدد النقاط، وإنما تقدم مؤشرات فردية في لوحات المعلومات أو النتائج. فعلى سبيل المثال، يسمح مؤشر: حياة أفضل، الخاص بمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي للمستخدمين أنفسهم بالتلاعب بالأوزان من خلال لوحة تحكم على شبكة الإنترنت (<http://www.oecdbetterlifeindex.org>). كما يمكن أن تكون الأوزان التي يحددها المستخدم مفيدة عندما يكون هنالك عنصر ذاتي كبير ينطوي على تعريف للمفهوم الذي يجري قياسه (مثل: جودة الحياة)، أو عندما يفتقر المفهوم إلى تعريف واحد متفق عليه، أو عندما يضع مختلف أصحاب المصلحة مقادير مختلفة التركيز على جوانب محددة من المفهوم (كما في حالة الاقتصاد الدائري للكربون).

هذا، وعادة ما يتضمن التجميع خطوتين، هما: من المؤشرات الفردية إلى الأبعاد، ومن الأبعاد إلى المؤشرات (UN-ECE 2019).

**4. تحليل البيانات:** ينبغي بعد إجراء حساب للنتائج، القيام بتقييم المؤشر من حيث قوته والتحقق من صحته باستخدام طرق مختلفة، مثل:

اختبارات المتانة: ينبغي تقييم متانة وجودة المؤشر، بما في ذلك ما يتعلق بالاستجابة للتغيرات في المؤشرات والأوزان الفردية (UNECE 2019)، حيث اقترح الخبراء استخدام تحليلات عدم اليقين والحساسية لضمان أن يكون المؤشر ذا مغزى، وأنه يرسل رسالة واضحة وقوية في مجال السياسات العامة، وأنه يتسم بالشفافية وبدرجة جيدة من الإفصاح (Saisana et al. 2005). بينما تتضمن المسائل ذات الصلة بكيفية مقارنة تصنيفات الدول بدرجات التصنيف الأكثر ترجيحًا في ظل جميع السيناريوهات المحتملة، وتحديد الدول الأكثر تعلقًا، وتحديد التأثيرات الأكبر فيما يتعلق بهذه التصنيفات (European Commission 2020).

اختبارات الأداء والتحقق من الصحة: يتعين على واضعو المؤشر تقييم ما إذا كانت العلاقة بين المؤشرات الفردية والمؤشر المعني على النحو المتوقع أم لا (UNECE 2019)، كما يمكن أن يؤدي تحليل المؤشر إلى أبعاده أو حتى إلى مؤشرات الفرعية، إلى دعم عملية تحليل نتائجه، كما يمكن أن تشمل الأساليب ذات الصلة تقديم عروض تقديمية مرئية عن المساهمات النسبية لكل بُعد من الأبعاد في تصنيفات الدول الفردية لتحديد نقاط القوة والضعف (OECD 2008).

أيضاً ينبغي مقارنة نتائج المؤشر مع الإحصاءات والمؤشرات الأخرى ذات الصلة، بما فيها تحديد العلاقات المحتملة (على سبيل المثال: باستخدام المخططات المتقاطعة)، فضلاً عن إمكانية اختبار العلاقة بين المؤشر والآثار المحتملة لما تسعى إلى قياسه (مثل: في حالة مؤشر الاقتصاد الدائري للكربون، إجمالي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون السنوية للدولة المعنية) وذلك من خلال تحليلي الارتباط والانحدار، حيث يمكن أن يساعد ذلك في وضع السرديات اللازمة للإفصاح عن نتائج المؤشر (UNECE 2019; OECD 2008).

**5. عرض النتائج والاستخدام الفعال:** يتضمن عرض نتائج ودرجات المؤشر صياغة وصف للمنهجية الكاملة المعتمدة، بما فيها الإطار المفاهيمي، وتقديم تحليل وتفسير للنتائج التي تم التوصل إليها، كما ينبغي بصفة خاصة تبرير اختيار المؤشرات أو الأوزان وتوثيقها وشرحها (UNECE 2019). أيضاً، يجب أن تكفل الوثائق والتفسيرات ذات الصلة الفهم الصحيح للمؤشر واستخدامه للمساعدة في تجنب سوء الفهم، فضلاً عن إتاحة البيانات الأساسية للمستخدمين بقدر الإمكان (UNECE 2019).

من جانب آخر، تقدم المؤشرات الاجتماعية-الاقتصادية نفسها أنواعاً مختلفة من المخرجات التي يمكنها استهداف فئات مختلفة من الجمهور، مثل صناعات القرار وغيرهم من مستخدمي البيانات والباحثين، بالإضافة إلى التصنيفات البسيطة للمؤشر، والخرائط ولوحات النتائج، والطرق المجربة والفعالة لتوصيل نتائج المؤشر التي تشمل ما يلي:

- التقارير الدورية للمؤشر التي يمكنها أن تتضمن تركيزاً مواضيعياً على قضايا الساعة سواء على الصعيد العالمي، أو تلك الخاصة بدول بعينها.
- لوحات المعلومات المستندة إلى شبكة الإنترنت التي تتضمن تمثيلاً مرئياً لبيانات المؤشر فضلاً عن الأدوات التفاعلية، مثل السماح للمستخدمين بتعديل معاملات ترجيح المؤشر، أو بإنشاء عمليات محاكاة للسياسات في إطار سيناريوهات معقولة (يعتبر التفاعل مع الجمهور المستهدف أمراً بالغ الأهمية).
- إتاحة البيانات الأساسية للعامة ودعوة الأقران من الزملاء ومستخدمي البيانات لإرسال تعليقاتهم بشأن المؤشر، التي يمكن أن تكون مفيدة للغاية لتطوير المزيد من تكرارات المؤشرات.

المشاركة الشاملة - إشراك أصحاب المصلحة: تعتبر المشاورات التي يتم إجراؤها مع أصحاب المصلحة عنصراً بالغ الأهمية في تطوير المؤشرات: إذ يمكنها المساعدة في تحسين جودة المؤشرات ومدى ملاءمتها للسياسات، وتعزيز ملكيتها، واستخدامها، وتأثيرها. ولقد اقترحت لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا (2019) ثلاث مراحل محددة، هي: في بداية العملية وعند الإفصاح عن التصميم وخلال مرحلتَي التصميم والتطوير (على سبيل المثال: أثناء اختيار المؤشرات والتوحيد القياسي والترجيح) وأخيراً خلال مرحلة النشر.

<sup>1</sup> المقاييس المستخدمة لحساب مكافئ ثاني أكسيد الكربون في الانبعاثات التي يسببها الإنسان بحسب المصادر وإزالتها عن طريق البواليع.

<sup>2</sup> يركز الاقتصاد الدائري على تدفقات الموارد والمنتجات. لأنه نموذج يحقق الاستهلاك والإنتاج المستدامين (SCP) من خلال التدوير، أو ضمان الاحتفاظ بالقيمة لأطول فترة ممكنة، وفي نهاية المطاف وفي نهاية دورة حياة الموارد والمواد والمنتجات، يتم إرجاعها إلى دورة المنتج. كما يركز الاقتصاد الدائري للكربون بدوره على الطاقة والانبعاثات، ويعتمد على ثلاثة ركائز أساسية (التخفيف وإعادة الاستخدام وإعادة التدوير) ويضيف ركيزة رابعة له تتمثل في (الإزالة).

<sup>3</sup> طورت مؤسسة (إيلين ماك آرثر) أدوات متنوعة على مستوى الشركة، بما فيها مؤشر دائرية المواد وأداة التحليل.

<sup>4</sup> لفت العلماء المرتبطون بالسعودية الانتباه إلى كيف يمكن أن يساعد تخصيص قيمة لثاني أكسيد الكربون في إدارته (مثل المنصوري وآخرون [2020]). إذ سيكون تسعير أو تقييم ثاني أكسيد الكربون ضروريًا لتحقيق إمكانات استراتيجيات التخفيف المعتمدة على الوقود الأحفوري (GCCSI 2020). يمكن أن يساعد نهج الاقتصاد الدائري للكربون أيضًا في تحديد "نقاط الاختناق" المحلية والدولية ذات الصلة (KAPSARC, 2020). تتمثل إحدى الأمثلة على ذلك في احتجاز ثاني أكسيد الكربون وتخزينه، الذي من المحتمل أن تحتاجه العديد من الدول على نطاق واسع للوصول إلى صافي انبعاثات صفرية بحلول منتصف القرن. تعد تقنيات وخيارات التخفيف للقطاعات التي يصعب تخفيفها، مثل الصناعات كثيفة الاستهلاك للطاقة أو الطيران والسفن، من المجالات الأخرى التي يمكن أن يساعد فيها منظور الاقتصاد الدائري للكربون فيما يتعلق بتركيز الجهود.

<sup>5</sup> أيضًا، لا تعد الركائز الأربع تصنيفًا وظيفيًا لقياس عوامل التمكين (المؤشر الفرعي الآخر لمؤشر الاقتصاد الدائري للكربون)، حيث سيكون للعديد من المكونات أو المؤشرات التي من المحتمل تضمينها علاقات مباشرة مع عدة ركائز. ويمكن على سبيل المثال، لسياسات تغير المناخ الأكثر طموحًا أو الإنفاق على البحوث والتطوير أن تعود بالفائدة والنفع على تقنيات التخفيف المختلفة.

<sup>6</sup> لذلك، قد يكون الترجيح المتساوي هو النهج الأكثر واقعية، حتى لو لم يتوصل إلى حل حقيقة أن بعض التقنيات تميل بشكل افتراضي إلى تقديم تخفيضات على نطاق أوسع من غيرها (على سبيل المثال الطاقة المتجددة مقارنة بالتقاط الهواء المباشر على المدى المتوسط).

<sup>7</sup> يتمثل الاعتبار الأخير في أنه، ونظرًا لأن هذا المؤشر الفرعي يقيس الأداء، فإنه ينبغي أن يتكون بشكل مثالي - وفقًا لأفضل الممارسات - من الناتج بدلًا من مؤشرات المدخلات.

<sup>8</sup> أصدر البنك الدولي (2020 أ) على سبيل المثال، تقديرات لإمكانات الطاقة الكهروضوئية الاقتصادية لعدد من الدول، إلا أن الدراسة تبين أنه يمكن أن يكون لتعرفة الكهرباء تأثير ملحوظ على ربحية هذه التكنولوجيا.

<sup>9</sup> مثال آخر هو الجاهزية للتمويل المناخي الذي على الرغم - من القدر الكبير من العمل الذي يتم إجراؤه في المنطقة من جانب كل من المؤسسات الدولية والباحثين - فإنه يفتقر إلى التعريف الرسمي له.

- Al Saud, Noura, and Mashaal Al Shalan. 2020. "The Circular Carbon Economy: A Global Blueprint for Carbon Circularity & The Deployment of a Saudi Circular Carbon Economy Program." Discussion Paper, April, 2020. AEON Collective. <https://static1.squarespace.com/static/5d6d0c638a813e000101ddfc/t/5e9f1e7a9480a04441a28d7a/1587486336733A+Global+Blueprint+for+Carbon+Circularity+&+The+Deployment+of+a+Saudi+Circular+Carbon+Economy+Program+%7C+V.2.0..pdf>
- Alshehri, Thamer, Jan Frederik Braun, Nicholas Howarth, Alessandro Lanza, and Mari Luomi. n.d. "Saudi Arabia's Climate Change Policy and the Circular Carbon Economy Approach." Academic journal manuscript submitted for review in February 2021.
- Bandura Romina. 2006. *A Survey of Composite Indices Measuring Country Performance: 2006 Update*. United Nations Development Programme (UNDP) – Office of Development Studies. [https://www.undp.org/content/dam/undp/library/corporate/Development%20Studies/indices\\_2008\\_bandura.pdf](https://www.undp.org/content/dam/undp/library/corporate/Development%20Studies/indices_2008_bandura.pdf)
- Consoli, Christopher P., Ian Havercroft, and Lawrence Irlam. 2017. "Carbon capture and storage readiness index: comparative review of global progress towards wide-scale deployment." *Energy Procedia* 114: 7348–7355, doi: [10.1016/j.egypro.2017.03.1585](https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.1585)
- European Commission. 2018. "Measuring progress towards circular economy in the European Union – Key indicators for a monitoring framework." Commission Staff Working Document 17 final, bbJanuary 16. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=SWD:2018:17:FIN>
- . 2020. "Step 8: Sensitivity analysis." *Competence Centre on Composite Indicators and Scoreboards*. Updated June, 17, 2020, <https://composite-indicators.jrc.ec.europa.eu/?q=10-step-guide/step-8-sensitivity-analysis>
- Eurostat. 2014. *Towards A Harmonised Methodology for Statistical Indicators. Part 1 – Indicator Typologies and Terminologies. 2014 edition*. Luxembourg: Publication Office of the European Union. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-manuals-and-guidelines/-/ks-gq-14-011>
- .2017a. *Towards A Harmonised Methodology for Statistical Indicators. Part 2 – Communicating through Indicators. 2017 edition*. Luxembourg: Publication Office of the European Union. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-manuals-and-guidelines/-/ks-gq-17-001>
- .2017b. *Towards A Harmonised Methodology for Statistical Indicators. Part 3 – Relevance of Indicators for Policy Making. 2017 edition*. Luxembourg: Publication Office of the European Union. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-manuals-and-guidelines/-/ks-gq-17-007>
- Ernst & Young (EY). 2021. "Renewable Energy Country Attractiveness Index (RECAI)." Accessed January 16, 2021. [https://www.ey.com/en\\_es/recai](https://www.ey.com/en_es/recai)
- European Commission Joint Research Centre (JRC). 2004. "Composite Indicators – A Review." Presentation by Michaela Saisana at the Second Workshop on Composite Indicators of Country Performance, Paris, February 26–27, 2004. <https://www.oecd.org/sti/ind/29398640.pdf>
- G20 Climate Stewardship Working Group. 2020a. "Adaptation in the Context of the Circular Carbon Economy." Presidency Report. September 2020. [https://www.g20.gov.sa/en/g20/Documents/G20%20CSWG%20Outcome\\_Adaptation%20in%20the%20Context%20of%20the%20CCE%20Platform\\_Final\\_.pdf](https://www.g20.gov.sa/en/g20/Documents/G20%20CSWG%20Outcome_Adaptation%20in%20the%20Context%20of%20the%20CCE%20Platform_Final_.pdf)
- G20 Climate Stewardship Working Group. 2020b. "Managing Emissions in the Context of the Circular Carbon Economy Platform." Presidency Report. September 2020. [https://www.g20.gov.sa/en/g20/Documents/G20%20CSWG%20Outcome\\_Managing%20Emissions%20in%20the%20Context%20of%20the%20CCE%20Platform\\_Final\\_.pdf](https://www.g20.gov.sa/en/g20/Documents/G20%20CSWG%20Outcome_Managing%20Emissions%20in%20the%20Context%20of%20the%20CCE%20Platform_Final_.pdf)
- G20 Energy Ministers. 2020. "G20 Energy Ministers Communique." September 27–28. [http://www.g20.utoronto.ca/2020/G20SS\\_Energy\\_Ministers\\_Meeting\\_Communique.pdf](http://www.g20.utoronto.ca/2020/G20SS_Energy_Ministers_Meeting_Communique.pdf)
- G20 Saudi Arabia. 2020. "Leaders' Declaration." G20 Leaders' Summit, Riyadh, November 21–22. [http://www.g20.utoronto.ca/2020/G20\\_Riyadh\\_Summit\\_Leaders\\_Declaration\\_EN.pdf](http://www.g20.utoronto.ca/2020/G20_Riyadh_Summit_Leaders_Declaration_EN.pdf)
- Global Carbon Capture and Storage Institute (GCCSI). 2019. "Bioenergy and Carbon Capture and Storage. 2019 Perspective." Melbourne. [https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2019/03/BECCS-Perspective\\_FINAL\\_PDF.pdf](https://www.globalccsinstitute.com/wp-content/uploads/2019/03/BECCS-Perspective_FINAL_PDF.pdf)
- .2020. "CCE Guide: Remove: Carbon Capture and Storage." August. <https://www.cceguide.org/guide/>

- Greco, Salvatore, Alessio Ishizaka, Menelaos Tasiou, and Gianpiero Torris. 2019. "On the Methodological Framework of Composite Indices: A Review of the Issues of Weighting, Aggregation, and Robustness." *Social Indicators Research* 141 (1), 61–94. <https://doi.org/10.1007/s11205-017-1832-9>
- Havercroft, Ian, and Christopher Consoli. 2018. "Is the World Ready for Carbon Capture and Storage? The Carbon Capture and Storage Readiness Index 2018." GCCSI. <https://www.globalccsinstitute.com/archive/hub/publications/202108/ccs-readiness-index-2018global-ccs-institute-2018digital.pdf>
- Heidug, Wolfgang, and Paul Zakkour. 2019. "A Mechanism for CCS in the Post-Paris Era: Piloting Results-Based Finance and Supply Side Policy Under Article 6." KAPSARC Discussion Paper, April. <https://doi.org/10.30573/ks--2019-dp52>
- International Energy Agency (IEA). 2015. "Storing CO<sub>2</sub> through Enhanced Oil Recovery." OECD. <https://www.iea.org/reports/storing-co2-through-enhanced-oil-recovery>
- . 2020a. "Reuse: Carbon Reuse." G20 Circular Carbon Economy Guide Report. <https://www.cceguide.org/wp-content/uploads/2020/08/04-IEA-Reuse.pdf>
- . 2020b. "Direct Air Capture." Tracking Report, June. Accessed February 21, 2021. <https://www.iea.org/reports/direct-air-capture>
- International Energy Forum (IEF). 2020. "The Circular Carbon Economy." IEF Insight Brief, March. <https://www.ief.org/programmes/circular-carbon-economy>
- International Renewable Energy Agency (IRENA). 2019. "Climate Change and Renewable Energy: National Policies and the Role of Communities, Cities and Regions. A report from the IRENA to the G20 Climate Sustainability Working Group." June. [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Jun/IRENA\\_G20\\_climate\\_sustainability\\_2019.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Jun/IRENA_G20_climate_sustainability_2019.pdf)
- Jolliffe, I. T. 2002. *Principal Component Analysis*. 2nd Edition, Springer Series in Statistics. New York: Springer. <https://doi.org/10.1007/b98835>
- KAPSARC. 2020. "CCE Guide: Overview. A guide to the circular carbon economy (CCE)." <https://www.cceguide.org/guide/>
- King Abdullah University of Science and Technology (KAUST). 2021. "KAUST Circular Carbon Initiative." Accessed February 20, 2021. <https://cci.kaust.edu.sa/>
- Kirchherr, Julian, Denise Reike, and Marko Hekkert. 2017. "Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions." *Resources, Conservation and Recycling* 127 (December): 221–32. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3037579>
- Lafortune, Guillaume, Grayson Fuller, Jorge Moreno, Guido Schmidt-Traub, Christian Kroll. 2018. "SDG Index and Dashboards: Detailed methodological paper." Bertelsmann Stiftung and the Sustainable Development Solutions Network (SDSN), September. <https://raw.githubusercontent.com/sdsna/2018GlobalIndex/master/2018GlobalIndexMethodology.pdf>
- Mansouri, Noura Y., Alma Alhousseini, Noura T. Al-Saud, Mashael S. Alshalan, Maroua Benlahrech, Yoshikazu Kobayashi, Radia Sedaoui, Masakazu Toyoda, and Liubov Yaroshenko. 2020. "A Carbon Management System of Innovation: Towards a Circular Carbon Economy." Policy Brief. Think-20 (T20) Saudi Arabia. [https://www.g20-insights.org/policy\\_briefs/a-carbon-management-system-of-innovation-towards-a-circular-carbon-economy/](https://www.g20-insights.org/policy_briefs/a-carbon-management-system-of-innovation-towards-a-circular-carbon-economy/)
- McDonough, William. 2016. "Carbon is not the enemy." *Nature*, no. 539 (November 17): 349–351. <https://doi.org/10.1038/539349a>
- . 2020. "Circular Carbon Economy." Webinar by the International Association for Energy Economics, April 9. <https://youtu.be/SUqul0IHow4>
- Melillo, Jerry M., Xiaoliang Lu, David W. Kicklighter, John M. Reilly, Yongxia Cai, and Andrei P. Sokolov. 2015. "Protected areas' role in climate-change mitigation." *Ambio* (16 October), Royal Swedish Academy of Sciences. <https://doi.org/10.1007/s13280-015-0693-1>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). 2008. *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*. OECD and European Commission's JRC. <https://doi.org/10.1787/9789264043466-en>
- Saisana, Michaela, A. Saltelli, and S. Tarantola. 2005. "Uncertainty and sensitivity analysis techniques as tools for the quality assessment of composite indicators." *Journal of the Royal Statistical Society: Statistics in Society. Series A* 168 (2): 307–23. <https://doi.org/10.1111/j.1467-985X.2005.00350.x>

- Saudi Aramco. 2020a. "The circular carbon economy." Accessed February 20, 2020. <https://www.aramco.com/en/making-a-difference/planet/the-circular-carbon-economy>
- Schröder, Patrick, Siân Bradley, and Glada Lahn. 2020. "G20 Endorses Circular Carbon Economy: But Do We Need It?" Expert Comment, *Chatham House*, November 27, 2020. <https://www.chathamhouse.org/2020/11/g20-endorses-circular-carbon-economy-do-we-need-it>
- Sieminski, Adam. 2020. "Circular Carbon Economy." [webinar] International Association for Energy Economics, April 9, 2020. <https://youtu.be/SUqul0IHow4>
- 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 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.100382>
- Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC). 2020. "Environmental Sustainability Index (ESI)." Columbia University. Accessed December 20, 2020. <https://sedac.ciesin.columbia.edu/data/collection/esi>
- Sustainable Development Solutions Network (SDSN). 2018. "Guidelines for Preparing SDG Indices with SDSN."
- United Nations Development Programme (UNDP). 2020. "Human Development Report 2020: The Next Frontier – Human Development and the Anthropocene." <https://doi.org/10.18356/9789210055161>
- United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). 2019. "Guidelines on Producing Leading, Composite and Sentiment Indicators." <https://doi.org/10.18356/3b565260-en>
- United Nations Environmental Programme (UNEP). 2009. "Environmental Governance."
- United Nations Statistics Division (UNSTAT). 2021. "SDG Indicators." Accessed February 20, 2021. <https://unstats.un.org/sdgs/indicators/indicators-list/>
- Williams, Eric. 2019. "Achieving Climate Goals by Closing the Loop in a Circular Carbon Economy." KAPSARC Instant Insight, November 9. <https://www.kapsarc.org/research/publications/achieving-climate-goals-by-closing-the-loop-in-a-circular-carbon-economy/#:~:text=Such%20a%20closed%2Dloop%20system,and%20in%20the%20wider%20international>
- . 2020. "The Role of Nuclear Power in the Circular Carbon Economy." [webinar presentation] KAPSARC Circular Carbon Economy series, October 26. <https://youtu.be/9Ji3pGILeI8>
- World Bank. 2020a. "Global Photovoltaic Power Potential by Country." Energy Sector Management Assistance Program. June. <https://doi.org/10.1596/34102>
- . 2020b. "Human Capital Project." Accessed May 12 2021. <https://www.worldbank.org/en/publication/human-capital#Index>
- . 2021a. World Development Indicators database, "Statistical concept and methodology." Accessed January 18, 2021. <https://data.worldbank.org/indicator/NV.MNF.TECH.ZS.UN>
- . 2021b. "Logistics Performance Index." Accessed January 28, 2021. <https://lpi.worldbank.org/>
- World Bank/Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP). 2020. *RISE 2020. Regulatory Indicators for Sustainable Energy. Sustaining the Momentum*. Washington D.C.: World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/34937>
- World Economic Forum (WEF). *Fostering Effective Energy Transition. 2020 Edition*. Insight report. Geneva: WEF, May 2020. [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Fostering\\_Effective\\_Energy\\_Transition\\_2020\\_Edition.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Fostering_Effective_Energy_Transition_2020_Edition.pdf)
- World Health Organization (WHO). 2021. "Mortality rate attributed to household and ambient air pollution, age-standardized (per 100,000 population)." Accessed January 29, 2021. <https://data.worldbank.org/indicator/SH.STA.AIRP.P5>
- Yang, Lin. 2014. "An Inventory of Composite Measures of Human Progress." Occasional Paper on Methodology. UNDP – Human Development Report Office. <http://hdr.undp.org/en/content/inventory-composite-measures-human-progress>
- Yilmaz, Fatih. 2021. "Understanding the Dynamics of RE transition: A Determinant Index Approach." KAPSARC Methodology Paper (forthcoming).





## نبذة عن الباحثين

### ماري لومي



ماري لومي، عالمة اجتماع ذات توجه سياسي، تبحث في تغير المناخ وتحولات الطاقة وسياسات التنمية المستدامة في منطقة الخليج وعلى الصعيد العالمي لما يقرب من 15 عاما، عملت ماري في مؤسسات رائدة أخرى في مجالات الطاقة والتنمية المستدامة والمؤسسات البحثية المتعلقة بالسياسات الخارجية، منها معهد أوكسفورد لدراسات الطاقة، والمعهد الدولي للتنمية المستدامة (نشرة مفاوضات الأرض)، وجامعة جورج تاون، والمعهد الفنلندي للشؤون الدولية، وأكاديمية الإمارات الدبلوماسية.

حصلت ماري على درجة الماجستير في العلوم السياسية والسياسات الدولية من جامعة هلسنكي في فنلندا، وعلى شهادة الدكتوراه في دراسات الشرق الأوسط من جامعة دورهام بالمملكة المتحدة.

هذا، بالإضافة إلى مجموعة المنشورات البحثية الواسعة، فإن ماري تتمتع بخبرة كبيرة في مجال التدريب التنفيذي، والعروض التقديمية، والاستشارات المتعلقة بالسياسات، وتقديم خدمات إعداد التقارير للمفاوضات البيئية متعددة الأطراف.

### الدكتور فاتح يلماز



الدكتور فاتح يلماز، باحث مشارك أول في برنامج تحولات الطاقة والطاقة الكهربائية، وتهدف خطة بحثه الحالية إلى تعزيز فهمنا للعواقب المالية والاقتصادية المترتبة على تحولات الطاقة العالمية نحو مصادر الطاقة المتجددة، وتصميم السياسات الفعالة لموازنة المخاطر المالية وآفاق النمو.

كان الدكتور فاتح قبل انضمامه إلى مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية (كابسارك) يعمل كخبير اقتصادي في قسم البحوث الاقتصادية الهيكلية في البنك المركزي لجمهورية تركيا، حيث شارك بفعالية في بحث وتصميم السياسات للقطاعين الخاص والمصرفي، كما عمل أيضا كمستشار للبنك الدولي وتولي المسؤوليات في مختلف المشاريع الاستشارية للحكومتين الكندية والتركية. كان د. فاتح على الصعيد الأكاديمي، يعمل أستاذا مساعدا لمدة عام في جامعة (ADA) بأذربيجان، وعمل مساعدا للدراسات العليا في جامعتي كالجاري وجامعة ويسترن إيلينوي، حيث دّرس العديد من المقررات في الاقتصاد والاقتصاد القياسي.

كذلك ألف د. فاتح العديد من المقالات الأكاديمية والسياسية وفصول من الكتب سابقا، كما شارك في تنظيم المؤتمرات وورش العمل، وقام بدور المحكم في العديد من المجلات الأكاديمية.

## ثامر الشهرري

ثامر الشهرري، باحث أول مشارك في برنامج الطلب على الطاقة وكفاءتها وإنتاجيتها، ويركز حالياً على إنشاء أدوات تستند إلى البيانات لتحديد وتقييم السيناريوهات المختلفة لسوق الطاقة، فضلاً عن استخدامه لتقنيات "البيانات الضخمة" لفهم تأثير السلوك والبيئة بنحو أفضل على استهلاك الطاقة، كذلك يهتم ثامر باستخدام التكنولوجيا في توفير سياسات عامة للطاقة والأنظمة الاقتصادية للطاقة.



أيضاً عمل ثامر كمستشار للنظام الإيكولوجي الأوسع نطاقاً في مجال الطاقة في المملكة العربية السعودية، لا سيما في مجالات عمليات انتقال الطاقة النظيفة، والاستدامة وإدارة الانبعاثات الكربونية. إضافة إلى أنه عضو في فريق التكنولوجيا والتقييم الاقتصادي، في برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP). كما عمل سابقاً محاضراً غير متفرغ في أستراليا، ولديه خبرة ريادية وصناعية في العمل على مشاريع حائزة على جوائز مثل نظام إدارة مبني "برج خليفة" بالأمارات.

## نيكولاس هاورث

نيكولاس هاورث، زميل أبحاث سابق في المركز الاقتصادي لآسيا والمحيط الهادي، وهو خبير اقتصادي متخصص في تطبيقات الطاقة والتغير التكنولوجي وتغير المناخ، حاصل على درجة الدكتوراه في الجغرافيا الاقتصادية والإدارة في مجال التغير البيئي من جامعة أكسفورد، إضافة لدرجة البكالوريوس في الاقتصاد مع مرتبة الشرف من جامعة أديليد بجنوب أستراليا.



## حول المشروع

يسعى مشروع مؤشر الاقتصاد الدائري للكربون (CCE) إلى التوسيع في الأساس المفاهيمي للاقتصاد الدائري للكربون وإضفاء المزيد من الدقة عليه من خلال وضع إطار كمي قوي لقياس أداء الدول والتقدم المحرز نحو تعميم الاقتصادات الدائرية للكربون. يتألف مشروع مؤشر الاقتصاد الدائري للكربون، الذي سيتولى إدارته مركز الملك عبد الله للدراسات والبحوث البترولية (كابسارك) حتى عام 2021، من مكونات مختلفة، بما فيها ورقة منهجية كابسارك التي نُشرت في ربيع عام 2021 والتي توفر إطاراً مفاهيمياً ومنهجياً لمؤشر الاقتصاد الدائري للكربون ولمشاورات الخبراء وأصحاب المصلحة ذات الصلة. كما سيتم نشر نتائج الإصدار الأول من مؤشر الاقتصاد الدائري للكربون، الذي يهدف إلى الانتهاء في الوقت المناسب قبل انعقاد جلسات مؤتمر الأمم المتحدة المعني بتغير المناخ في عام 2021، في صيغة تقرير يتضمن نتائج مجموعة مختارة من الدول، مثل دول مجموعة العشرين (G20) والعديد من الدول المصدرة للمواد الهيدروكربونية. كذلك من المقرر أيضاً إنشاء لوحة متابعة على شبكة الإنترنت من أجل تيسير عملية الاطلاع على النتائج، إلى جانب الأدوات الأخرى القائمة على شبكة الأنترنت.

يعتبر مؤشر الاقتصاد الدائري للكربون مؤشراً مركباً يقيس الأبعاد المختلفة للاقتصاد الدائري للكربون في سياق وطني عبر مختلف الدول، ويقدم لمحة سريعة عن البيانات بالنسبة لكل دولة بناءً على أحدث البيانات المتاحة، ويبين الاتجاهات المستندة إلى المؤشرات على مدى فترة من السنوات.

هذا، ولمؤشر الاقتصاد الدائري للكربون هدفان رئيسيان، هما: أولاً، يُقصد به أن يكون أداة لتعزيز مفهوم الاقتصاد الدائري للكربون وفكرة اعتماد نهج شامل لإدارة الانبعاثات عبر أنظمة الطاقة واقتصاداتها. ثانياً، أنه يهدف إلى تمكين إجراء المزيد من المناقشات حول سبل تحديد مواطن القوة والضعف في الدول وقياسها ومقارنتها فيما يتعلق بالاقتصاد الدائري للكربون، فضلاً عن المساعدة في تحديد المجالات التي يجري فيها إحراز تقدم ملحوظ وفعلي، حيثما تكون هناك حاجة إلى بذل المزيد من الجهود في مجالات السياسة العامة.

كذلك يهدف مؤشر الاقتصاد الدائري للكربون والمشاورات ذات الصلة مع أصحاب المصلحة، إلى دعم المناقشات الجارية داخل المملكة العربية السعودية بشأن السبل الكفيلة لتعزيز الاقتصاد الدائري للكربون والنهوض به، بما فيها من خلال توفير المدخلات والاستفادة من العمل المتعلق بالبرنامج الوطني للاقتصاد الدائري للكربون الذي أعلن عنه صاحب السمو الملكي الملك سلمان بن عبد العزيز آل سعود في شهر نوفمبر من عام 2020. ويشمل جمهور وأصحاب المصلحة المعنيين بهذا المؤشر الجهات الفاعلة المحلية والدولية المعنية بالطاقة وتغير المناخ في القطاع الحكومي والقطاع الخاص والمنظمات الدولية والمؤسسات البحثية والمجتمع المدني.

يقترن نشر ورقة المنهجية هذه بقائمة من المؤشرات المقترحة ونقاط البيانات ذات الصلة لدول مجموعة العشرين وبعض الدول المختارة المنتجة للنفط، وستتاح هذه الوثائق للخبراء المحليين والدوليين وأصحاب المصلحة الآخرين في ربيع عام 2021، إلى جانب ورقة المنهجية، التي ستكون بمثابة الأساس للتماس التعليقات والاقتراحات من القراء للإسهام في تنقيح وتحسين مؤشر الاقتصاد الدائري للكربون قبل وضعه في صيغته النهائية في وقت لاحق في عام 2021.



مركز الملك عبدالله للدراسات والبحوث البترولية  
King Abdullah Petroleum Studies and Research Center

[www.kapsarc.org](http://www.kapsarc.org)