UN
برنامج الأمم
المتحدة للبيئة

الأصول الخفية

المبررات الاقتصادية والصحية الداعية إلى
اتخاذ إجراءات بشأن المناخ والهواء النظيف



التقييم الاقتصادي العالمي
للإجراءات المتكاملة المتعلقة بالمناخ والهواء النظيف

CLIMATE & CLEAN AIR COALITION
TO REDUCE SHORT-LIVED CLIMATE POLLUTANTS
a UNEP convened initiative

شكر وتقدير

يود تحالف المناخ والهواء النظيف (CCAC)، وهو مبادرة يُسرها برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP)، أن يتقدم بالشكر إلى الرؤساء المشاركين في إعداد التقرير؛ والأعضاء رفيعي المستوى؛ والمؤلف الرئيسي المنسق، والمؤلفين المساهمين الآخرين؛ والمراجعين الخبراء وفريق تنسيق المشروع لمساهمتهم في إعداد هذا التقرير.

وقد ساهم الأفراد المذكورون أدناه في إعداد هذا التقرير. وقد ورد ذكرهم بصفتهم الشخصية، ولم تُدرج الانتماءات التي ينتمون إليها إلا لأغراض التعريف فقط. الأسماء مدرجة حسب الترتيب الأبجدي حسب اسم العائلة.

الرؤساء المشاركون للجنة التقييم
سايمون ديتز (كلية لندن للاقتصاد والعلوم السياسية)، وإليوت هاريس (مستقل)، ودرو شيندل (جامعة ديوك)، وشوشياو وانغ (جامعة تسينغهوا).

فريق الخبراء رفيع المستوى
جوزيف إي. ألدي (جامعة هارفارد)، جين بورستون (صندوق الهواء النظيف)، فاليري هيكي (البنك الدولي)، هي كيبين (جامعة تسينغهوا)، جيانغ كيجون (جامعة هونغ كونغ للعلوم والتكنولوجيا)، ديبرا روبرتس (جامعة كوازولو ناتال وجامعة تويننتي)، روبرتو شيفر (الجامعة الفيدرالية في ريو دي جانيرو)، بريادارشي ر. شوكلا (جامعة أحمد آباد)، يوبا سوكونا (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ) وستيفن ستون (برنامج الأمم المتحدة للبيئة).

المؤلفون
كاميرون أندروز (جامعة تكساس في أوستن)، وكاورو أكاهوشي (معهد الاستراتيجيات البيئية العالمية - IGES)، وشيارا بالام (جامعة تكساس في أوستن)، وناثان بورغفورد-بارنيل (أمانة تحالف المناخ والهواء النظيف، برنامج الأمم المتحدة للبيئة)، وسوروتشي بهادوال (معهد الطاقة والموارد - TERI)، وإنيكون بيامبادورج (منظمة Breathe Mongolia)، وكريستوفر كامبريدج (جامعة تكساس في أوستن)، وسايمون ديتز (كلية لندن للاقتصاد)، وديفيد إيتون (جامعة تكساس في أوستن)، وغريغ فالوفيغي (معهد غودارد لتقصي الدراسات الفضائية التابع لوكالة ناسا ومركز بحث نظم المناخ بجامعة كولومبيا)، وأوليفير فريكو (المعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية - IIASA)، وسارات غوتيكوندا (مؤسسة الانبعاثات الحضرية - Urban Emissions)، وإليوت هاريس (مستقل)، وتاتسويا هاناوكا* (المعهد الوطني للدراسات البيئية، اليابان)، وتشارلز غ. هيبس (معهد ستوكهولم للبيئة)، وماتيو هينجسباخ (معهد الاستراتيجيات البيئية العالمية - IGES)، وكيفن هيكس (معهد ستوكهولم للبيئة، جامعة يورك)، ولينا هوغلوند-إيساكسون (المعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية - IIASA)، ومايكل هولاند* (مستقل)، وأوموكايودي إيبايي (مؤسسة حد الكربون في نيجيريا - Carbon Limits Nigeria)، وكاترين كالتنيغر (المعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية - IIASA)، وغريغور كيسفيتر (المعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية - IIASA)، ويونها كيم (المعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية - IIASA)، وزبيغنيو كليمونت* (المعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية - IIASA)، وفولكر كراي (المعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية - IIASA)، ولويزا كوهنلي-نيلسون (المعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية - IIASA)، وجوهان س. أيه. كويلنستيرنا (معهد ستوكهولم للبيئة، جامعة يورك - SEI)، وفلوريان ليندل (المعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية - IIASA)، ولي ليبينغ† (مركز أبحاث السياسات البيئية والاقتصادية، وزارة البيئة والإيكولوجيا في جمهورية الصين الشعبية)، وكريستوفر إس. مالي (معهد ستوكهولم للبيئة، جامعة يورك - SEI)، وجوردان مكراكين (مبادرة حدود الكربون في نيجيريا)، وجيمس أوغونلي (مبادرة حدود الكربون في نيجيريا)، وشونالي باتشوري (المعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية - IIASA)، وسيتو بيلتس (المعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية - IIASA)، وأماندا فايل (جامعة تكساس في أوستن)، وبالاف بوروهيت (المعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية - IIASA)، وأدريانا غوميز-سانابريا (المعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية - IIASA)، وسكارليت كوين-سافوري (أمانة لجنة التنسيق المناخي، برنامج الأمم المتحدة للبيئة)، وجيمس رايزينغ* (جامعة ديلاوير)، ويانغ روبو† (مركز أبحاث السياسات البيئية والاقتصادية، وزارة البيئة والإيكولوجيا في جمهورية الصين الشعبية)، وروبرت ساندر (المعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية - IIASA)، ودرو شيندل* (جامعة ديوك)، وجوزيف ف. سبادارو (مستقل)، وسيدني سفاجيركو (جامعة تكساس في أوستن)، وميتي تابر (جامعة تكساس في أوستن)، ورامون رامون كارلوس توريس إنريكيز (مستقل)، ووليم فان كاسبل (MET النرويج)، وشوشياو وانغ* (جامعة تسينغهوا)، وفابيان واجنر (المعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية - IIASA)، وبو وانغ (الأكاديمية الصينية للعلوم)، وويلفريد وينيوارتر (المعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية - IIASA)، ويوليا يامينيفا (جامعة شرق فنلندا)، وجينغي يي (أمانة التحالف من أجل المناخ والهواء النظيف، برنامج الأمم المتحدة للبيئة)، وشاهوي تشانغ (المعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية - IIASA)، وإريك زوسمان (معهد الاستراتيجيات البيئية العالمية IGES)

* المؤلف الرئيسي المنسق
† المساهمة في الفصل الرابع فقط

المراجعون الخبراء

إينيوبونغ أبيولا-أوي (وزارة البيئة الاتحادية، إدارة تغير المناخ، نيجيريا)، وستيفان أستروم (أنثيسيس)، وهيرمان أوبي (جامعة شرق فنلندا)، وأ. باتريك بيرر (البنك الدولي)، وأندرو بيرن (صندوق الهواء النظيف)، وديفيد بيرشبي (مجموعة لوجيكا)، وأوليفييه شانيل (المركز الوطني للبحث العلمي ومدرسة إيكس مارسيليا للاقتصاد)، وجاك كورسكادن (وكالة التحقيقات البيئية)، وأماندا كاري-براون (أمانة لجنة تغير المناخ والتغير المناخي، برنامج الأمم المتحدة للبيئة)، وغابرييل دريفوس (المعهد الدولي للتنمية المستدامة)، وستيلا دروسيوك (مستقلة)، وأندريا هينوود (برنامج الأمم المتحدة للبيئة)، وليمسا هيربي (هيئة حماية البيئة الإثيوبية)، ورويجان لي (شركة كهرباء فرنسا)، ونيكلاس لوثر (جامعة شرق فنلندا)، وأماني معلوف (جامعة أكسفورد)، وروب ماس (مستقل)، وأفيبسا ماهاباترا (وكالة التحقيقات البيئية)، ومارسيلو مينا (المركز العالمي للميثان)، ووينجون مينغ (معهد ماكس بلانك للكيمياء)، وكارولينا مونسالفي (البنك الدولي)، وهيلينا نابر (البنك الدولي)، ون. فاتو نديايي (وزارة البيئة السنغالية)، وتوم نيكسون (وكالة التحقيقات البيئية)، وليليان فاطمة نونيس سالاس (مستقلة)، وإليسا أوكو (سبارك لحلول المناخ)، ومارتينا أوتو (أمانة لجنة تغير المناخ والتغير المناخي، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة)، وكلير بيري (وكالة التحقيقات البيئية)، وريجينالد كوانساه (كلية الصحة العامة بجامعة غانا)، وأريندام روي (صندوق الهواء النظيف)، وماركوس ساروفيم (مستقل)، ونداكيز جوزيف سيبازيغا (مستقل)، وجان سيلبي (جامعة ليدز)، وجيسيكا سلاتر (مركز برشلونة للحوسبة الفائقة)، وصوفي زوبا (مختبر علوم المناخ والبيئة)، ووينكسين كياو (البنك الدولي) البنك)، وإينيس أورمان (وكالة التحقيقات البيئية)، وكوسموس س. ويميجاه (جامعة الطاقة والموارد الطبيعية) ووهيديميتشي يونيزاوا (منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية).

تنسيق المشروع

آفا بحرمي (أمانة التحالف من أجل المناخ والهواء النظيف، برنامج الأمم المتحدة للبيئة)، وناثان بورغفورد-بارنيل (أمانة تحالف المناخ والهواء النظيف، برنامج الأمم المتحدة للبيئة)، وكاتي بروك (معهد ستوكهولم للبيئة)، وكيفن هيكس (معهد ستوكهولم للبيئة)، وسكارليت كوين-سافوري (أمانة تحالف المناخ والهواء النظيف، برنامج الأمم المتحدة للبيئة)، وجينغيي يي (أمانة تحالف المناخ والهواء النظيف، برنامج الأمم المتحدة للبيئة).

التحرير

بارت أولستين (بانسون)

تصميم الغلاف

بيفرلي ماكدونالد

التنسيق والعناصر المرئية

كيري غيلهار

شكر خاص

نعرب عن امتناننا للمعهد الدولي لتحليل النظم التطبيقية (IIASA) وجامعة تسينغهوا لاستضافتهما الاجتماعات الرئيسية وتقديمهما الدعم اللوجستي الضروري. ونوجه الشكر إلى الشركاء في منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD) والبنك الدولي، على مشاركتهم المستمرة في هذا التقييم.

كما نتوجه بالشكر إلى هوارد كامبريدج (SEI، جامعة يورك) على مساهماته القيمة. كما نود أن نشكر كل من ساهم في المناقشات وقدم ملاحظاته على هامش اجتماعات المؤلفين وفي إطار حوارات السياسات والعلوم التابعة لتحالف المناخ والهواء النظيف (CCAC) التي عُقدت خلال مؤتمر تحسين جودة الهواء 2026 في بانكوك (تايلاند)، ومؤتمر إجراءات الميثان من أجل البشر والكوكب في إيسبرا (إيطاليا).

ملخص تنفيذي

يقدم هذا التقييم الصورة الأكثر اكتمالاً حتى الآن لفوائد وتكاليف العمل المتكامل بشأن المناخ والهواء النظيف، ويكمله تحليل قائم على الأدلة التجريبية حول كيفية تحقيق هذه الفوائد بسرعة كافية لتجنب الوفيات المبكرة والأمراض وتحسين حياة العديد من الأشخاص الأكثر ضعفاً في العالم. لقد دخل العالم مرحلة جديدة من التحديات الكوكبية والاقتصادية. يُعتبر ارتفاع درجة الحرارة بما يزيد عن 1.5 درجة مئوية (C) أمراً لا مفر منه وفقاً للتقييمات السائدة حالياً (برنامج الأمم المتحدة للبيئة، 2026)، وتواجه الحكومات في الوقت نفسه تكاليف اقتصادية متزايدة ناجمة عن تغير المناخ وتلوث الهواء، وذلك في ظل تقييد شديد للمجال المالي وخضوع عوائد الاستثمارات العامة لرقابة صارمة. كما أن النقاش حول السياسات آخذ في التغير: فلم يعد السؤال يقتصر على ما يجب فعله للحد من الانبعاثات، بل أصبح يتمحور حول كيفية تنفيذ الحلول التي أثبتت فعاليتها بسرعة كافية لتجنب الأزمات الكوكبية والاقتصادية، وكيفية تحقيق عوائد تبرر الاستثمار الخاص. يوضح هذا التقييم كيف يمكن تحويل الاستجابة لهذه التحديات إلى فرصة اقتصادية.

وأحد العوامل الأساسية للاستفادة من تلك الفرصة الاقتصادية هو إدراك أن تغير المناخ وتلوث الهواء مرتبطان ارتباطًا وثيقًا؛ فهما يشتركان في العديد من العوامل والمصادر نفسها، وفي مقدمتها احتراق الوقود الأحفوري، وبعض الممارسات الزراعية والعمليات الصناعية. وتتسبب العديد من الملوثات في كل من تغير المناخ وتلوث الهواء، وتتفاقم آثارها بشكل متبادل، مما يضر بصحة الإنسان والنظم البيئية والنشاط الاقتصادي. على الرغم من هذه الروابط، غالبًا ما يتم تحليل تغير المناخ وتلوث الهواء بشكل منفصل، مما يؤدي إلى تقييمات غير كاملة لتكاليفهما وفوائدهما الاقتصادية، وفي كثير من الحالات، إلى مفاضلات كان من الممكن تجنبها. ونتيجة لذلك، غالبًا ما تكون الصورة المتوفرة لدى رؤساء الدول ووزراء المالية وقادة قطاع الأعمال والمجتمعات المتضررة صورة جزئية عن الفوائد الاقتصادية الهائلة التي توفرها الحلول المتكاملة والإصلاحات التمكينية اللازمة لتحقيق هذه المكاسب.

ويعتمد هذا التقييم على أحدث الأبحاث العلمية والنماذج، ويقيّم مجموعة تضم 25 حلاً مجرباً تستند إلى التقنيات والممارسات الحالية التي تشمل أنظمة الطاقة والوقود الأحفوري، والصناعة، والنقل، والزراعة والنظم الغذائية، والطهي والتدفئة في المنازل، وإدارة النفايات (الجدول ES2). وقد خضعت الحلول المتكاملة البالغ عددها 25 تقييمًا في إطار التقييمات المتكاملة السابقة التي أجراها برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) والتحالف من أجل المناخ والهواء النظيف (CCAC) على الصعيدين العالمي والإقليمي، ولكن بتركيبات مختلفة ولم تكن ضمن سياق اقتصادي شامل كما هو الحال في هذا التقييم. وهي تتألف من أربعة إجراءات مناخية طويلة الأجل تهدف إلى تحقيق انخفاضات كبيرة في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، مما يوفر فوائد مصاحبة فيما يتعلق بتلوث الهواء وفوائد كبيرة على المدى الطويل، بالإضافة إلى 21 حلاً تستهدف الملوثات شديدة التأثير، وتحقق تحسينات سريعة في جودة الهواء والنتائج الصحية والتأثيرات المناخية على المدى القريب. ويخلص التحليل إلى أن العمل المتكامل يحقق فوائد اقتصادية وصحية أكبر من العمل على تغير المناخ أو تلوث الهواء بمعزل عن الآخر، وأن هذه الفوائد تتجلى بسرعة كافية لتفوق التكاليف خلال العقد الأول. كما يوضح التقرير أن العقبات الرئيسية التي تحول دون تحقيق هذه المكاسب غالبًا ما تكون مؤسسية وليست تقنية أو اقتصادية: فغالبًا ما يتم تجاهل إصلاحات الأطر التمكينية التي تحدد سرعة التنفيذ ونطاقه وفعاليته في التقييمات الاقتصادية، وذلك بسبب صعوبة قياسها كمياً. ويُعالج هذا التقييم تلك الفجوة بشكل مباشر.

ما لم يُنص على خلاف ذلك، تمثل النطاقات الواردة بين قوسين فترات ثقة بنسبة 95 في المائة بالنسبة للتقديرات الاقتصادية وتقديرات درجات الحرارة، ونطاقات بين الربيعين بالنسبة للتقديرات الصحية. وتُعرض النطاقات جنبًا إلى جنب مع التقديرات المركزية في النص والأشكال والجدول.

يُعد العمل المتكامل في مجالي المناخ والهواء النظيف أحد الاستثمارات ذات العائد الأعلى المتاحة للحكومات في الوقت الحالي

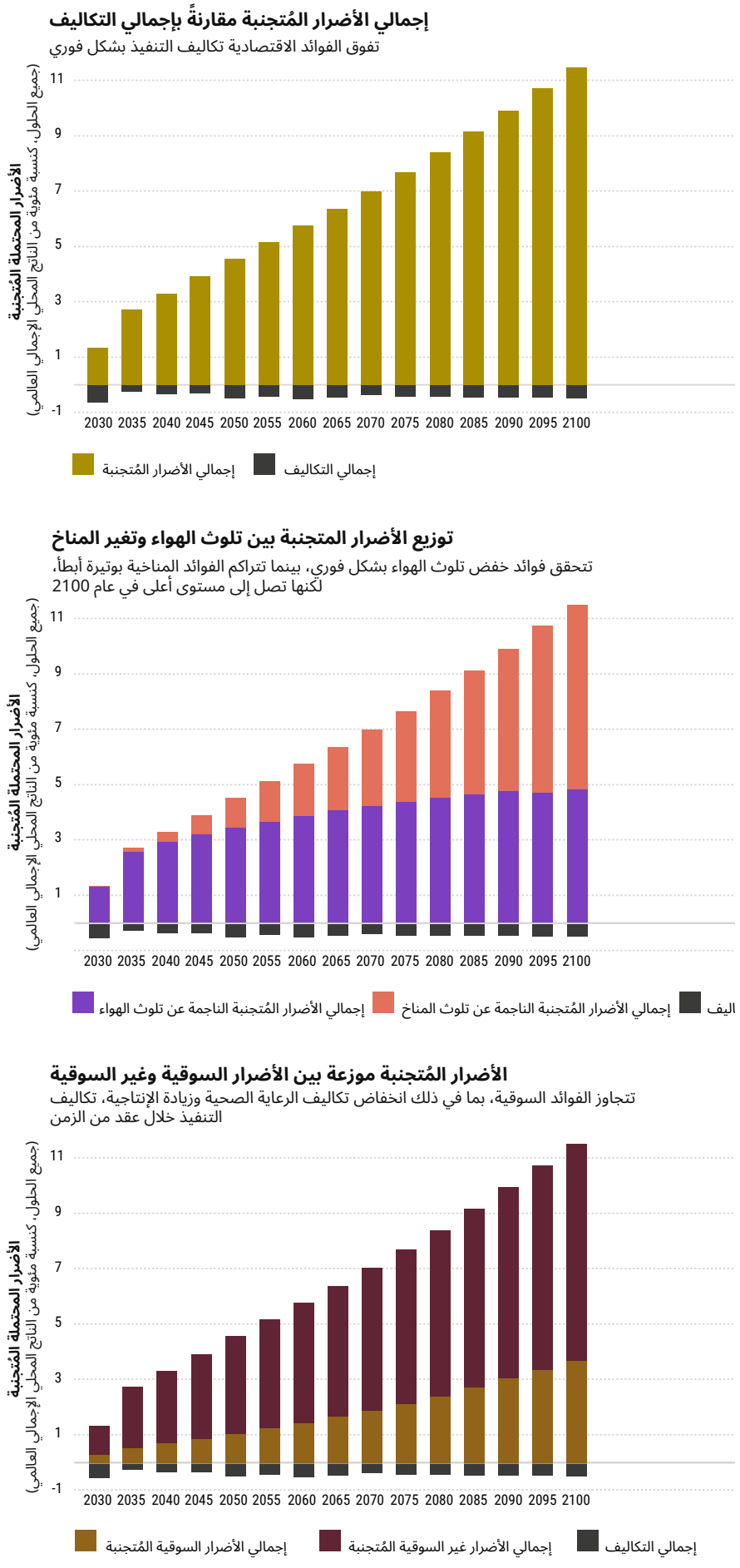
كل دولار يُستثمر في الحلول الـ 25 يدر حوالي 15 دولارًا من الفوائد الاقتصادية، حيث تتجاوز عوائد السوق تكاليف التنفيذ في غضون عشر سنوات، ويبلغ معدل العائد الداخلي 60 في المائة.

وإذا بدأ تنفيذ هذه الحلول الـ 25 على الفور، فمن المحتمل أن تحقق فوائد اقتصادية تعادل حوالي 2.8 (2 – 4) في المائة من الناتج المحلي الإجمالي العالمي بحلول عام 2035، و 4.5 (3 – 6) في المائة بحلول عام 2050، وحوالي 11.4 (8 – 14) في المائة بحلول عام 2100 (الشكل ES1). وتبلغ تكاليف التنفيذ حوالي 0.7 في المائة من الناتج المحلي الإجمالي العالمي في العقد المقبل، لتنخفض إلى حوالي 0.5 في المائة بحلول نهاية القرن، مما يعني أن الفوائد الاقتصادية العالمية تتجاوز تكاليف التنفيذ بنسبة 15 إلى 1. وللتوضيح، بلغت النفقات العالمية على الإعانات الصريحة للوقود الأحفوري 2.18 في المائة من الناتج المحلي الإجمالي في عام 2022، وبلغ إجمالي الإنفاق الحكومي على التعليم 3.5 في المائة، وعلى الرعاية الصحية 9.3 في المائة من الناتج المحلي الإجمالي في عام 2023.

وحتى إذا استبعدنا المكاسب غير السوقية المتعلقة بالرفاهية استبعادًا تامًا، واكتفينا بحساب الفوائد السوقية القابلة للقياس فقط — مثل انخفاض الإنفاق على الرعاية الصحية، وارتفاع إنتاجية العمالة، وتجنب الأضرار المادية — فإن الحلول الـ 25 تعود بعائد يبلغ حوالي 4 دولارات أمريكية مقابل كل دولار يتم استثماره.


© AdobeStock/Yura Yarema

الشكل ES1:
الأضرار المتفاداة، مبينة في مجموعها (في الأعلى، اللون الذهبي)، ومُقسمة إلى فوائد تتعلق بتلوث الهواء (اللون الأرجواني) وتغير المناخ (اللون الوردي) (في الوسط)، وإلى أضرار سوقية (اللون البني الفاتح) وغير سوقية (اللون البني الداكن) (في الأسفل)، إلى جانب إجمالي تكاليف التنفيذ (اللون الأزرق الداكن)، عن الفترة 2025–2100، كنسبة مئوية من الناتج المحلي الإجمالي العالمي.

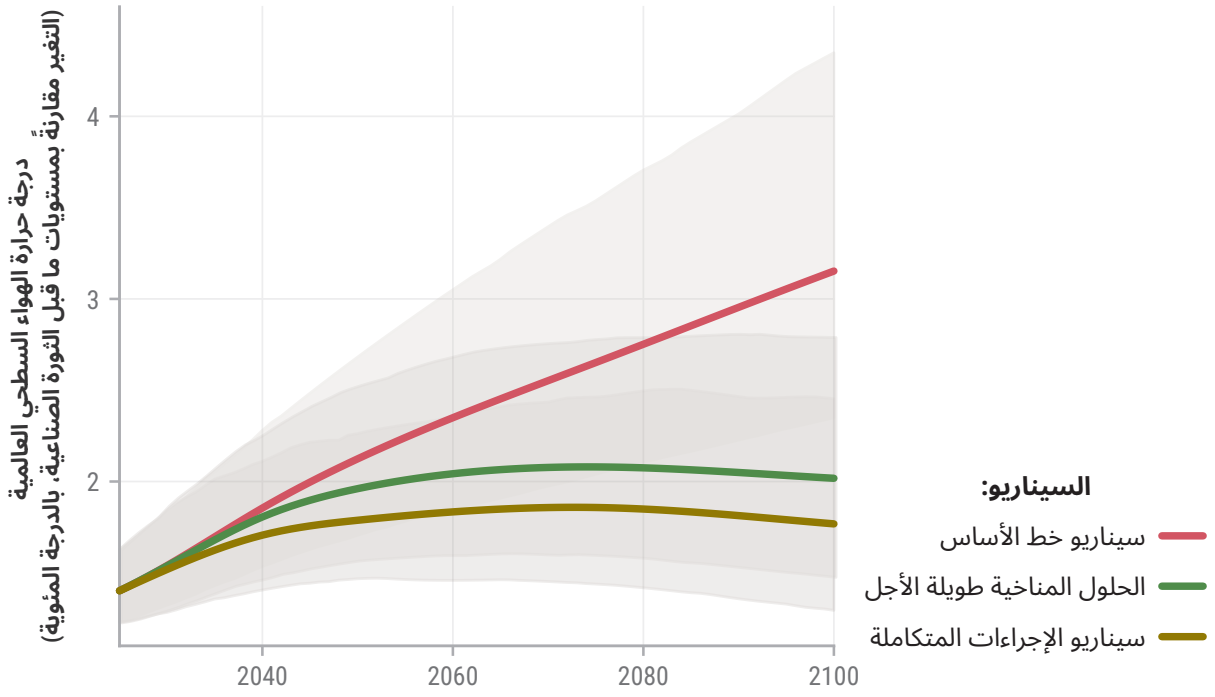


وتتجاوز القيمة الاقتصادية للأضرار المتجنبة جراء تلوث الهواء تلك المتعلقة بالأضرار المناخية التي تم تجنبها في السنوات الأولى عقب تنفيذ الحلول الخمس والعشرين، وتظل تمثل ما يقرب من 45 في المائة من إجمالي الفائدة الاقتصادية في عام 2100 (الشكل ES1). وبناءً على ذلك، فإن الاقتصار على مراعاة تكاليف الآثار المناخية يؤدي إلى إغفال ما يقرب من نصف الفوائد الاقتصادية المترتبة على هذا العمل، وهو ما يؤكد أهمية النهج المتكامل.

حيث إن اتخاذ إجراءات مشتركة لمعالجة قضايا المناخ وجودة الهواء، بدلاً من معالجتها كل على حدة، يُولد فوائد اقتصادية إضافية تبلغ حوالي 0.2 في المائة من الناتج المحلي الإجمالي. وتنجم هذه المكاسب عن أن العديد من قنوات الفوائد — مثل تجنب الأضرار المناخية، وخفض نفقات الرعاية الصحية، وزيادة إنتاجية العمالة، وتحسين جودة الحياة المرتبطة بانخفاض معدلات المرض والوفيات — لا تتحقق بالكامل إلا عندما يتم تنفيذ أجندات المناخ والهواء النظيف معًا. تُدرج هذه الفوائد (ولكن لا تظهر) في الشكل ES1.

ويمكن للحلول الـ 25 أن تتجنب ما يقرب من 0.34 درجة مئوية (0.1 – 0.6) من الاحترار بحلول عام 2050، ونحو 1.4 درجة مئوية (0.9 – 2.1) بحلول عام 2100 (الشكل ES2). ونظرًا لأن درجات الحرارة فوق اليابسة ترتفع بوتيرة أسرع من المتوسط العالمي، فإن فوائد الحلول الـ 25 تكون أكبر على المستوى الإقليمي مما تشير إليه الأرقام العالمية، حيث يبلغ الاحترار المتجنَّب حوالي 0.1 درجة مئوية في عام 2035، و 0.5 درجة مئوية في عام 2050، و 1.5 – 2 درجة مئوية في عام 2100 في معظم المناطق.

الشكل ES2: التغيرات في درجة الحرارة العالمية في السيناريو المرجعي، والحلول المناخية الأربعة طويلة الأجل، وجميع الحلول المتكاملة البالغ عددها 25 (سيناريو الإجراءات المتكاملة) مقارنة بمستويات ما قبل العصر الصناعي، 2020–2100، بالدرجات المئوية.



ملاحظة: تُمثّل النطاقات فترات الثقة بنسبة 95 في المائة.

يُعد تلوث الهواء خطرًا اقتصاديًا كليًّا، وليس مجرد مشكلة بيئية ثانوية

وتمثل الآثار المترتبة على تلوث الهواء من حيث معدلات المرض والوفيات — بما في ذلك الخسائر الناجمة عن فقدان الإنتاجية وارتفاع تكاليف الرعاية الصحية — عدة نقاط مئوية من الناتج المحلي الإجمالي سنويًّا، ومن المتوقع أن تزداد هذه الآثار ما لم تُتخذ إجراءات أكثر حزماً.

وتوصل هذا التقييم إلى أن الجسيمات الدقيقة ($PM_{2.5}$) والأوزون في الهواء الخارجي — الناجمين عن الأنشطة البشرية — تسببا معًا، في عام 2025، في ما يُقدَّر بـ 6.4 (5.2 – 7.3) ملايين حالة وفاة مبكرة في جميع أنحاء العالم. وأسهمت الجسيمات الدقيقة ($PM_{2.5}$) داخل المباني في حدوث ما يُقدَّر بنحو مليونَي (1.8 – 2.2) حالة وفاة مبكرة إضافية، منها 300,000 (260,000 إلى 330,000) طفل. ويرتبط التعرض للجسيمات الدقيقة ($PM_{2.5}$) في الهواء المحيط وحده سنوياً بظهور ملايين الحالات الجديدة من ربو الأطفال، وملايين الإصابات بالنوبات القلبية، ومرض الانسداد الرئوي المزمن، ومرض السكري، والسكتات الدماغية، والخرف، وسرطان الرئة (الجدول ES1).

الجدول ES1: عدد الحالات الجديدة من الأمراض المرتبطة بالتعرض للجسيمات الدقيقة البشرية المنشأ ونسبتها من إجمالي الحالات على الصعيد العالمي، 2025.

المرض	الحالات الجديدة ملايين	النسبة المئوية لجميع الحالات الجديدة
مرض الربو لدى الأطفال	5.5 (6.2–4.7)	22 في المائة
النوبات القلبية	4.2 (4.9–3.3)	20 في المائة
مرض الانسداد الرئوي المزمن (COPD)	3.8 (4.3–3.2)	21 في المائة
مرض السكري	3.3 (3.9–2.6)	15 في المائة
السكتة الدماغية	2.5 (2.9–2.0)	20 في المائة
سرطان الرئة	0.5 (0.6–0.4)	19 في المائة
الخرف	2.0 (2.3–1.6)	19 في المائة

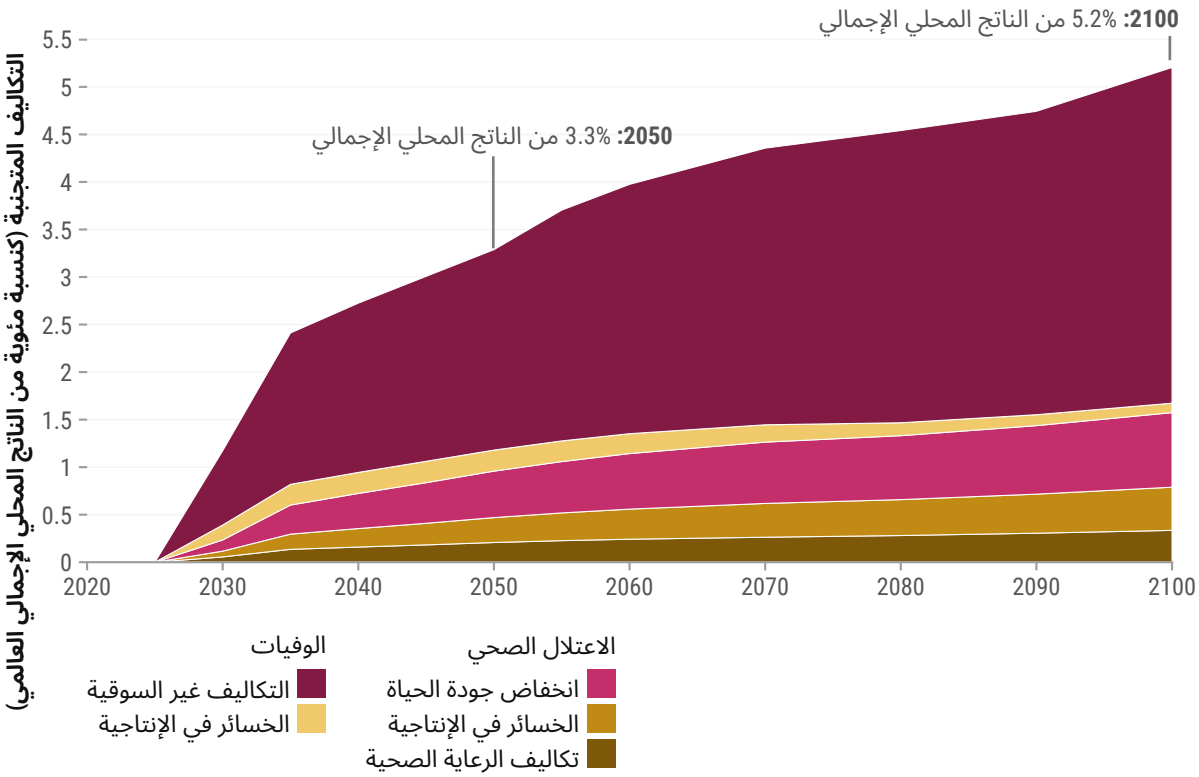
ملاحظة: الأرقام الواردة بين قوسين تشير إلى المدى الربيعي (IQR).

وبشكل إجمالي، وبحلول عام 2050، ستساهم الحلول المتكاملة الـ25 في تجنب مئات الملايين من حالات الإصابة بالأمراض المزمنة وما يقدر بنحو 144 مليون حالة وفاة مبكرة ناجمة عن التعرض لجسيمات $PM_{2.5}$ في الهواء المحيط وداخل المنازل، بالإضافة إلى التعرض للأوزون. ويتألف هذا العدد من ما يقدر بـ 124 (73 – 155) مليون حالة من حالات الربو لدى الأطفال، و 173 (129 – 206) مليون حالة من حالات احتشاء عضلة القلب الحاد (النوبات القلبية)، و 125 (99 – 146) مليون حالة من مرض الانسداد الرئوي المزمن، و 113 (78 – 137) مليون حالة من مرض السكري، و 90 (75 – 103) مليون حالة من السكتة الدماغية، 71 (57 – 82) مليون حالة من حالات الخرف، و 13 (10 – 15) مليون حالة من حالات سرطان الرئة، و 192 (160 – 219) مليون حالة وفاة مبكرة تُعزى إلى جسيمات $PM_{2.5}$ الموجودة في الهواء المحيط، و 75 (66 – 83) مليون حالة وفاة مبكرة ناجمة عن التعرض لجسيمات $PM_{2.5}$ المنزلية، و 10 (8 – 12) مليون حالة وفاة مبكرة ناجمة عن التعرض للأوزون.

وركزت العديد من التقييمات الاقتصادية السابقة لتلوث الهواء على الوفيات المبكرة، دون تقدير التكاليف الأوسع نطاقاً الناجمة عن المرض. ويتضمن هذا التقييم أحدث الأدلة المتعلقة بمجموعة موسعة بشكل كبير من الحالات الصحية، ويقدم تحليلاً مفصلاً لتداعياتها من حيث التكلفة، مما يجعل تكاليف وفوائد اتخاذ التدابير أكثر وضوحًا وقابلة للمقارنة بشكل مباشر. وبحلول عام 2050، يمكن لهذه الحلول الـ 25 أن تُجنِّب نفقات الرعاية الصحية السوقية والخسائر في الإنتاجية بما يعادل 0.7% من الناتج المحلي الإجمالي. وتزداد هذه الفوائد بشكل ملحوظ عند أخذ فوائد تحسين نوعية الحياة (الفوائد غير السوقية) الناجمة عن انخفاض معدلات الإصابة بالأمراض والوفيات في الاعتبار أيضًا (الشكل ES3). وتتساوى التكاليف السوقية المُتجنَّبة من حيث الحجم مع التكلفة الكاملة لتنفيذ جميع الحلول الـ 25، كما تزداد الجدوى الاقتصادية قوة عند إدراج خسائر الرفاهية غير السوقية.

وإذا لم تُتَّخذ إجراءات إضافية، فمن المتوقع أن تستمر انبعاثات غازات الدفيئة وملوثات الهواء وسلائفها في الارتفاع على الصعيد العالمي، لا سيما في المناطق سريعة النمو. وفي غياب سياسات إضافية، سترتفع نسبة سكان العالم المعرَّضين لأخطر تركيزات جسيمات $PM_{2.5}$ من 27 في المائة في عام 2025 إلى 34 في المائة بحلول عام 2050. وإلى جانب الشيخوخة السكانية، سيؤدي ذلك إلى زيادة العبء المرضي الناجم عن تلوث الهواء، وزيادة الضغط على المالية العامة، وتقييد النمو الاقتصادي في البلدان الأقل قدرة على تحمُّل ذلك. ومن شأن التنفيذ الكامل للحلول الـ 25 أن يُجنِّب 60 إلى 70 في المائة من إجمالي العبء الصحي لتلوث الهواء سنوياً.

الشكل ES3: تكاليف المراضة والوفيات المرتبطة بتلوث الهواء والمُتجنَّبة من خلال تنفيذ جميع الحلول الـ 25، عن الفترة 2025–2100، كنسبة مئوية من الناتج المحلي الإجمالي العالمي.



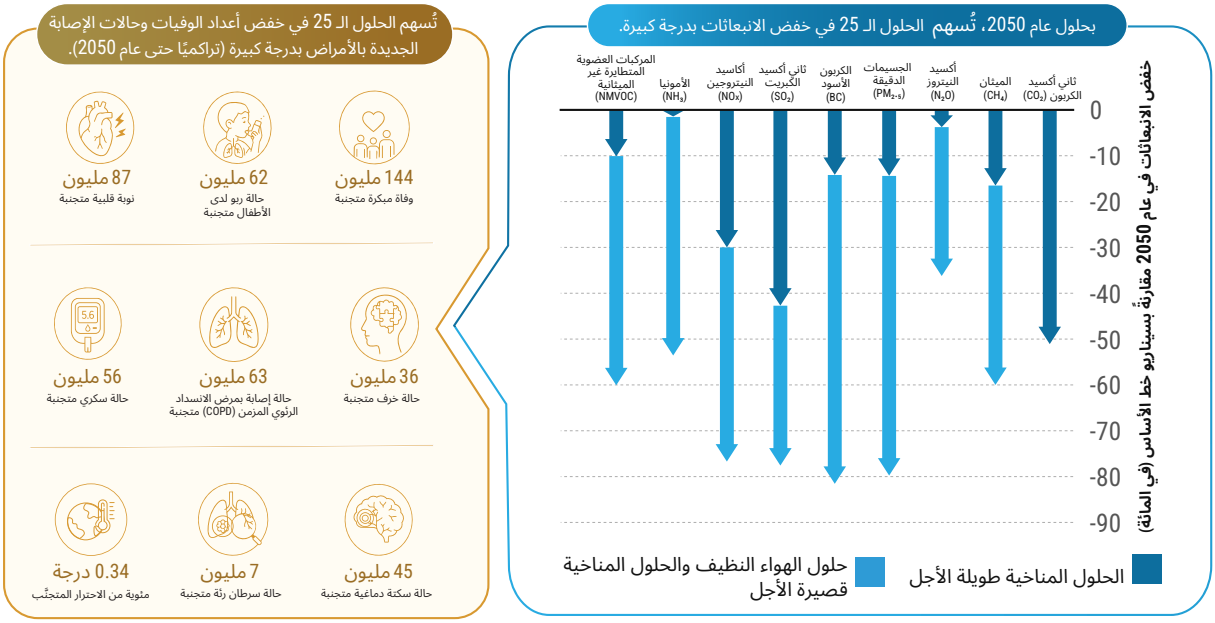
أكبر من مجرد مجموع أجزائها: التكامل يُزيد العوائد

تُؤدّي معالجة المصادر المشتركة لتغيُّر المناخ وتلوّث الهواء من خلال حزمة سياسات متكاملة إلى تعزيز الفوائد الاقتصادية الصافية لتصل إلى نحو 11.4% من الناتج المحلي الإجمالي العالمي بحلول عام 2100، وهو ما يتجاوز ما يُحقّقه أيّ منهما بمفرده.

ونظرًا لأن تغير المناخ وتلوث الهواء يشتركان جزئيًا في نفس مصادر الانبعاثات، فإن الحلول المتكاملة الـ 25 قادرة في آن واحد على خفض غازات الدفيئة، والحد من تلوث الهواء، وتحقيق عوائد اقتصادية متراكمة في مجالات الصحة والإنتاجية وتجنب الأضرار المناخية (الشكل ES4). إن دمج هذين البرنامجين يعني أن الفوائد المشتركة لاتخاذ التدابير تُعوِّض التكاليف في جميع المناطق على المدى القريب، وبدرجة أكبر بكثير على المدى الطويل. ويتيح العمل المتكامل الحد من الآثار بشكل أسرع وأكثر فعالية وبتكلفة إجمالية أقل مقارنة بالسعي لتحقيق كل برنامج على حدة، حيث يؤدي غياب التنسيق في الجداول الزمنية وإشراك الجهات المعنية إلى إعاقة التقدم السريع والتحول اللازمين للتنفيذ.

على الصعيد العالمي إلى النصف، وانبعاثات الميثان بنسبة 60 في المائة، وسلائف الجسيمات الدقيقة $PM_{2.5}$ — بما في ذلك ثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين — بنسبة أكثر من 70 في المائة (الشكل ES4). وبحلول عام 2100، ستحقق انبعاثات ثاني أكسيد الكربون صافياً سلبياً، وستنخفض سلائف جسيمات $PM_{2.5}$ بنسبة تصل إلى 85 في المائة. وتُكمِّل الحلول التي تستهدف تلوث الهواء والآثار المناخية على المدى القريب جهود خفض الكربون طويلة الأجل من خلال تحقيق مكاسب اقتصادية فورية، بما في ذلك خفض تكاليف الرعاية الصحية العامة، وزيادة الإنتاجية، وتعزيز مشاركة القوى العاملة.

الشكل ES4: الانخفاضات في الانبعاثات العالمية الناتجة عن تنفيذ (1) الحلول المناخية طويلة الأجل و (2) حلول الهواء النظيف والآثار المناخية قصيرة العمر لغازات الدفيئة الرئيسية وملوثات الهواء في سيناريو العمل المتكامل مقارنة بخط الأساس (على اليسار) في عام 2050، (كنسبة مئوية)، والفوائد الصحية والمناخية المرتبطة بها (على اليمين) مقارنة بخط الأساس في عام 2050.



الوقت هو المال: التأخير يؤدي إلى تكبد تكاليف كان من الممكن تجنبها

إن اتخاذ إجراءات على المدى القريب لتنفيذ حلول سريعة المفعول يقلل من الاحترار، وينقذ الأرواح على الفور، ويحقق مكاسب لا يمكن تعويضها في حال تأخر اتخاذ الإجراءات.

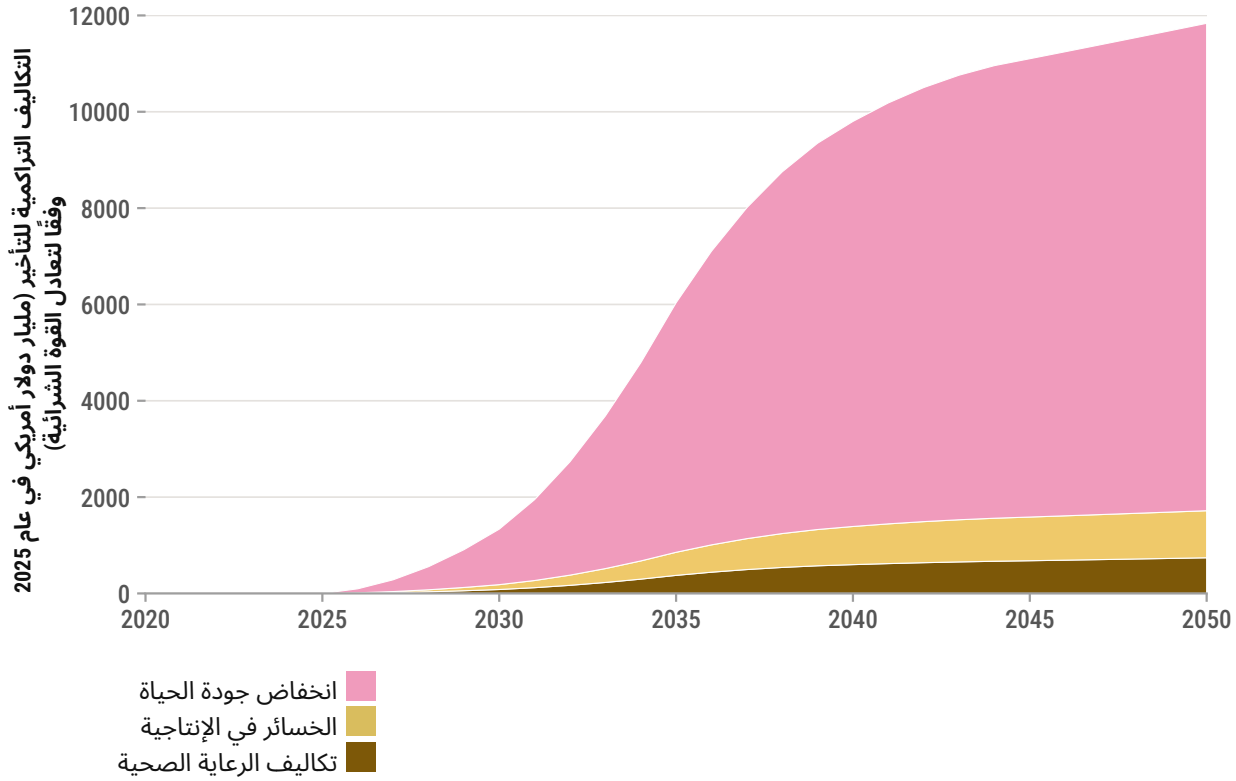
فكل عام من التأخير يؤدي إلى زيادة الانبعاثات التراكمية، ويزيد التكاليف على المدى الطويل، ويُكرِّس أعباءً صحية لا يمكن عكس آثارها. وفيما يتعلق بالآثار الصحية، فإنه لا يمكن تعويض الانخفاضات في الانبعاثات التي لم تتحقق في الأجل القريب في وقت لاحق، في ظل غياب تغييرات جوهرية في العوامل الاجتماعية والاقتصادية، مثل تفضيلات الطلب أو حجم السكان، مقارنةً بالسيناريوهات المستخدمة في هذا التقييم، مهما بلغت قوة التدابير المتخذة لاحقًا. وكذلك كل عام من التأخير يتسبب في ضياع فوائد تتجاوز 0.5 في المائة من الناتج المحلي الإجمالي العالمي، وهو ما يعادل أكثر من 1.5 تريليون دولار أمريكي من القيمة السوقية وغير السوقية المدمجة.

ويُقيس هذا التقييم القيمة الاقتصادية المتحققة من التسريع في التنفيذ. حيث إن تعزيز الظروف التمكينية — الاقتصادية والاجتماعية والتكنولوجية والمؤسسية — يمكن أن يُعجِّل بتنفيذ جميع الحلول الـ 25 بالكامل قبل موعدها بنحو عقد من الزمان، مما يعزز الانخفاضات في الجسيمات الدقيقة $PM_{2.5}$ وسلائف الأوزون بدرجة كبيرة خلال الفترة من عام 2025 إلى 2050. ومن المتوقع أن يبلغ متوسط التأخير في التنفيذ على الصعيد العالمي ما بين 7.5 و 8 سنوات، وتُعد العوائق المؤسسية المساهم الأكبر في ذلك، حيث تستأثر بنحو 2.4 سنة (الشكل ES7) من إجمالي فترة تنفيذ افتراضية مدتها 15 عاماً. وتُؤدّي فترة تأخير بهذا الحجم إلى تقليص الانخفاضات الإيجابية في الانبعاثات التي يمكن تحقيقها بحلول عام 2035 إلى النصف تقريباً. ويمكن أن تصل الوفورات التراكمية الناجمة عن الإصلاحات التمكينية التي تُعجِّل بالتنفيذ وحده إلى 10 تريليونات دولار أمريكي بحلول عام 2040، سواء في فوائد خفض المراضة السوقية أو غير السوقية (الشكل ES5). وهذا يعادل تقريباً إجمالي الإنفاق العالمي على الصحة لعام كامل، والذي بلغ 10.6 تريليون دولار أمريكي في عام 2023 (منظمة الصحة العالمية 2025).

إن آثار التأخير ملموسة وحقيقية؛ ففي دلهي بالهند، من شأن تحقيق المعايير الوطنية الحالية لجودة الهواء في موعدها المحدد بدءاً من عام 2026 أن يقلل عبء التعرض التراكمي لجسيمات $PM_{2.5}$ بنسبة 20 في المائة بحلول عام 2040. أما في حال حدوث تأخير لثماني سنوات، فلن تتجاوز نسبة الانخفاض 10 في المائة؛ وبذلك يُفقد نصف المنفعة.

ويُعدّ الاستثمار في برامج بناء القدرات المستدامة، وأنظمة رصد جودة الهواء، وآليات التنسيق بين الجهات المعنية، وغيرها من الإصلاحات التمكينية التي تُعجِّل بالتنفيذ، أولوية اقتصادية قائمة بحد ذاتها كَثيراً ما تُغفَل.

الشكل ES5: التكاليف التراكمية للتأخير بالتركيز على تلوث الهواء فقط، شاملة المراضة والوفيات الناجمة عن عوائق التنفيذ، 2025–2100، بمليارات الدولارات الأمريكية بأسعار عام 2025 ، وفقًا لتعادل القوة الشرائية.



ملاحظة: بالنسبة لهذه النتيجة التراكمية، خُصِمت التكاليف المستقبلية إلى قيمة عام 2025 بمعدل خصم 3 في المائة سنوياً.

تتحقق الفوائد في كل مكان، عبر جميع المناطق وعلى مدى أطر زمنية مختلفة

وتتفاوت العوائد الاقتصادية والصحية الناجمة عن العمل المتكامل تفاوتًا كبيرًا عبر المناطق الخمس عشرة التي شملها التحليل، لكن كل منطقة تستفيد منها، ولا يضيع أي حل هباءً.

ولا تُحقق الحلول المتكاملة البالغ عددها 25 فائدة متماثلة في جميع أنحاء العالم. إذ تتراوح نسب الفائدة إلى التكلفة (BCR) بين 3 في المناطق ذات الدخل المرتفع مثل الاتحاد الأوروبي ورابطة التجارة الحرة الأوروبية والمملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وأيرلندا الشمالية، و 26 في الجنوب الأفريقي؛ مما يعكس تركّز المخاطر الصحية والمناخية في البلدان ذات الدخل المنخفض التي تشهد حدوث نحو 95 في المائة من الوفيات المبكرة المنسوبة إلى تلوث الهواء. وتواجه مناطق في جنوب آسيا وأفريقيا جنوب الصحراء الكبرى والشرق الأوسط مخاطر مجتمعة ناجمة عن التلوث والمناخ تعادل أكثر من 5 في المائة من الناتج الإقليمي الإجمالي بحلول عام 2100. وحتى عند استبعاد الفوائد غير السوقية تمامًا، فإن الفوائد تفوق التكاليف في 8 مناطق من أصل 15 منطقة. ولا ينبغي لأي منطقة أن تنتظر حتى تبدأ المناطق الأخرى بالتحرك.

وفي إطار المناطق الخمس عشرة التي شملها التحليل، تختلف الحلول التي تُحقق أكبر الفوائد على المدى القريب اختلافًا جوهريًّا، مما يعكس نظام الطاقة في كل منطقة، ونمط التلوث فيها، ومرحلة نموها (الشكل ES6). وفضلاً عن ذلك، ستظهر في عام 2035 خمس مجموعات رئيسية تُحقق فيها الدول أكبر قدر من الفوائد: بالنسبة للمناطق ذات الدخل المرتفع التي تمتلك ضوابط ناضجة للحد من التلوث، تتأتى المنفعة من التحول الغذائي وضبط انبعاثات النقل البحري الدولي؛ وبالنسبة للمناطق النامية ذات التعرض العالي لتلوث الهواء الداخلي — بما فيها أمريكا اللاتينية ومنطقة الكاريبي وجنوب آسيا وأفريقيا جنوب الصحراء الكبرى — تتأتى المنفعة من الطهي النظيف؛ وأما بالنسبة للمناطق المنتجة للنفط والغاز في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا وروسيا الاتحادية، فتتأتى من الحد من تسرب الميثان وحرق الغاز؛ وبالنسبة للمناطق سريعة النمو في جميع أنحاء آسيا، فتتأتى من توليد الكهرباء والتحول في استخدام الطاقة المنزلية.

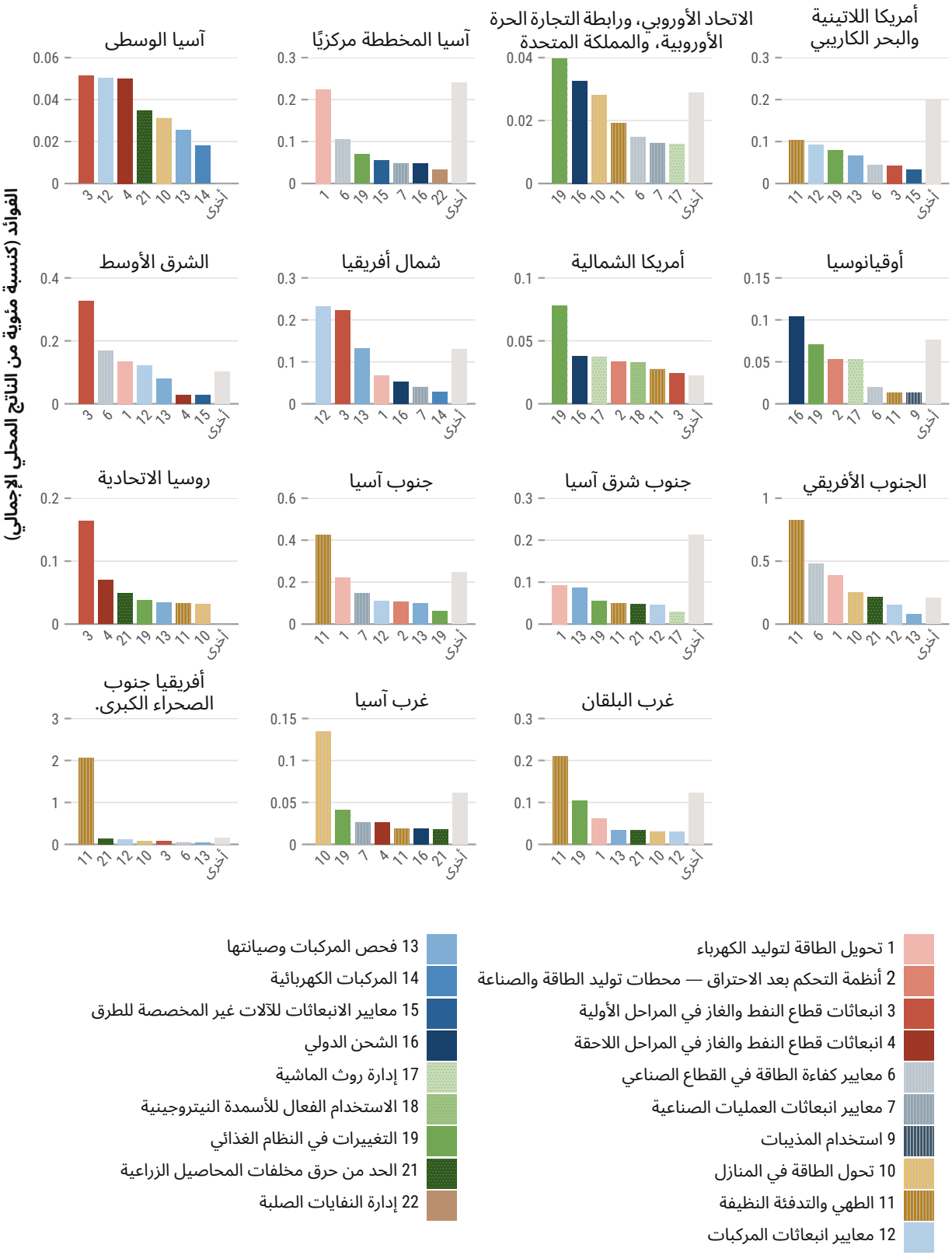
وتظل هذه المجموعات مستقرة بوجه عام بحلول عام 2050، غير أن الأهمية النسبية للحلول المناخية الأربعة طويلة الأجل تتزايد مع التحقيق التدريجي لفوائد تلوث الهواء على المدى القريب، وبروز أهمية التحول الغذائي ومعايير كفاءة الطاقة عبر معظم المناطق. ولا يقلل هذا التفاوت في الفوائد التي تتيحها التدابير

من أهمية تنفيذ جميع الحلول الـ 25 بالتزامن؛ إذ إن الفوائد التآزرية المحددة لا تتحقق إلا عند السعي لتطبيق الحزمة الكاملة.

فالسياسات المصمَّمة جيداً تُضاعف هذه المكاسب، بينما تُخاطر السياسات سيئة التصميم بتقويضها. فعلى سبيل المثال، قد تُعدّ سياساتٌ مثل التحويلات المستهدفة، وتوفير التقنيات الأنظف بأسعار مدعومة، والتخطيط المستجيب للنوع الاجتماعي، في بعض المجتمعات، أموراً أساسية لتحقيق المنفعة الكاملة على المستوى المحلي، وليست مجرد إضافات اختيارية. إن ضمان وصول التنفيذ صراحةً إلى الفئات الهشة يُعد ضرورةً من منظور الإنصاف، وشرطاً أساسياً لتحقيقكامل العوائد الاقتصادية التي يحددها هذا التقييم.


© AdobeStock/Fotoforce

الشكل ES6: الحلول ذات الأولوية حسب المنطقة في عام 2035، مع مراعاة سياسات تلوث الهواء والمناخ، مرتبة حسب إجمالي الفائدة السوقية، كنسبة مئوية من الناتج المحلي الإجمالي.



ملاحظة: يوضح الشكل الحلول السبعة التي ستحقق أكبر فوائد سوقية في كل منطقة من المناطق الخمس عشرة بحلول عام 2030، معبَّرًا عنها كنسبة مئوية من الناتج المحلي الإجمالي الإقليمي، ومراعيةً الفوائد المتعلقة بتلوث الهواء والمناخ على حد سواء. ويوضح الشريط الرمادي فئة «أخرى» ، أي الأثر المجمع لبقية التدابير البالغ عددها 25 تدبيرًا.

تعد الظروف التمكينية بنفس أهمية الخيارات التكنولوجية

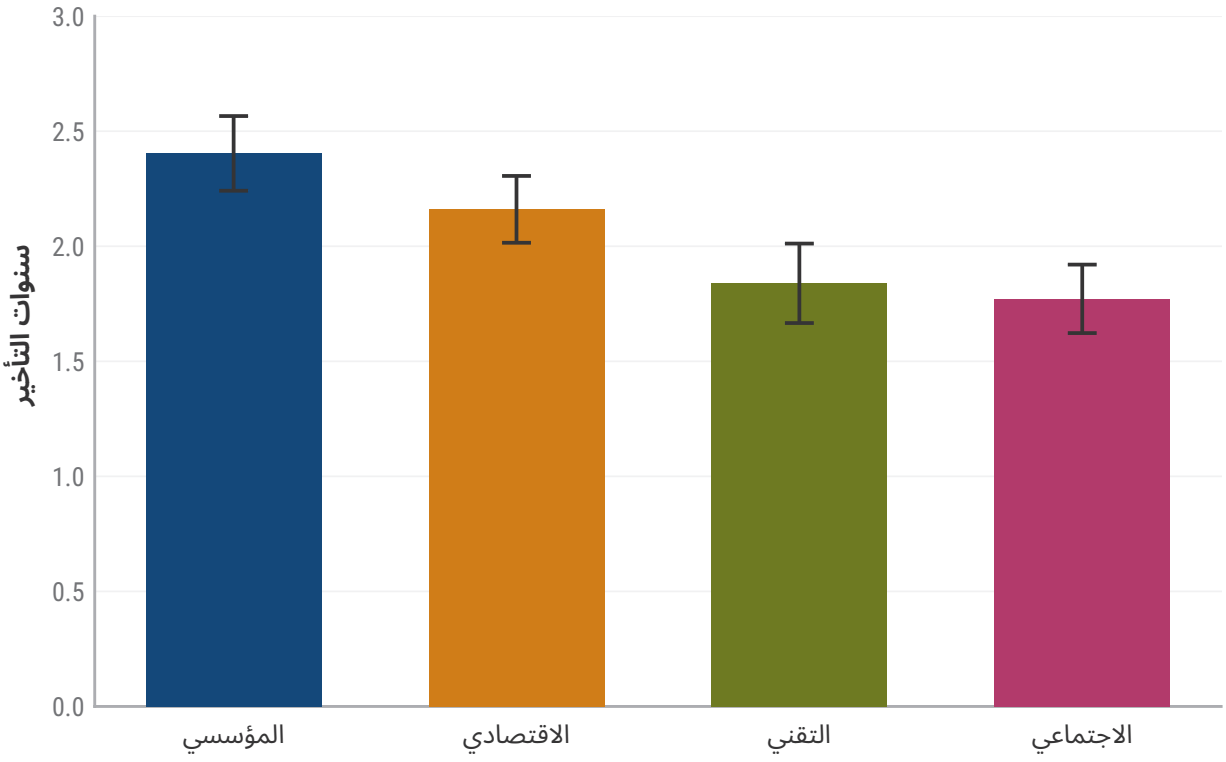
وتُفَسِّر التحدياتُ المرتبطة بالوصول إلى التمويل، والقدرات المؤسسية، والحوكمة، والتنسيق، السببَ وراء تحقيق السياسات ذاتها لنتائج متباينة باختلاف السياقات. ويُعدّ الاستثمار في بيئة تمكينية ومُصمَّمة بحكمة أمراً أساسياً للتعجيل بالتنفيذ الكامل قبيل موعده بنحو عقد من الزمان.

وقد ركّزت معظم التقييمات الاقتصادية السابقة على تحديد الحلول الواجب تطبيقها والمدى الزمني لكل منها، مع إيلاء اهتمام محدود للعوامل التي تكفل نجاح التنفيذ أو تؤدي إلى إخفاقه عبر الأطر الزمنية المختلفة. ويُعالج هذا التقييم تلك الفجوة بشكل مباشر. كما يوضح أن العوائق التي تحول دون التنفيذ ليست تقنية في المقام الأول. ويُعد اتخاذ القرارات في أطر معزولة، ومحدودية القدرة على الإنفاذ، ونقص التمويل، وضعف التنسيق بين الوزارات، من أكثر المعوقات ذكرًا لتفسير أسباب عدم اعتماد الحلول المثبتة بالسرعة أو النطاق المتوقعين في النماذج، وفشلها في تحقيق إمكاناتها التقنية (الشكل ES7).

ويمكن للتغلب على هذه العوائق، عبر حزمة من العوامل التمكينية المؤسسية الشاملة والأوسع نطاقاً إلى جانب إصلاحات موجهة لقطاعات محددة، أن يُسهم في تسريع التنفيذ بدرجة كبيرة (الشكل ES8). وتغطي الحلول الـ 25 ستة قطاعات، يخضع كل منها لوزارات وأطر تنظيمية وقنوات تمويل مختلفة. ويتطلب تحقيق حزمة الفوائد الكاملة وجود بنية مؤسسية قادرة على التنسيق بين جميع هذه القطاعات — ويُبيّن هذا التقييم، ولأول مرة، القيمة الاقتصادية لتعزيز التنسيق المؤسسي وتزويد الجهات التنظيمية بالأدوات والموارد اللازمة لإنفاذ السياسات.

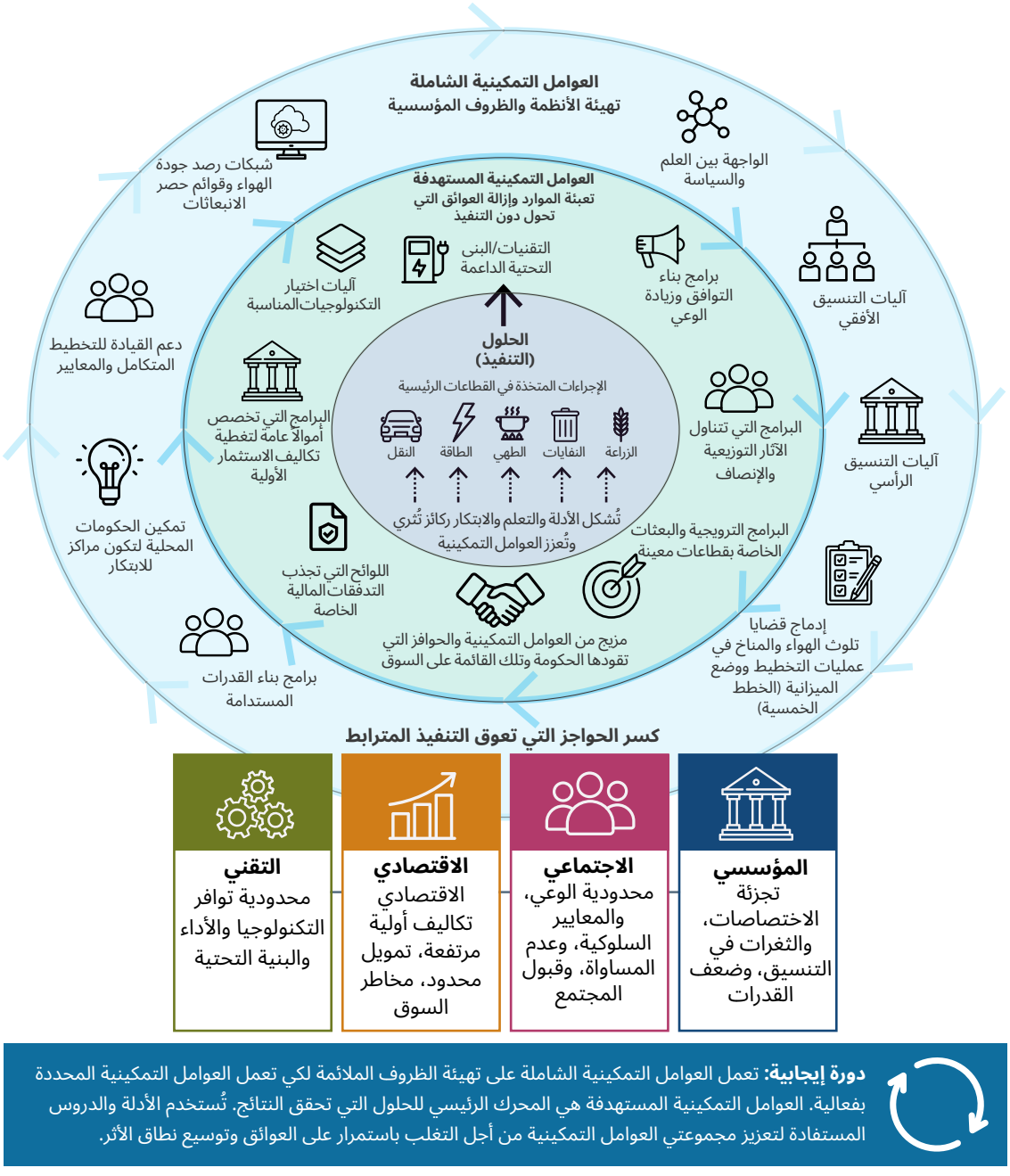
تُظهر تجارب الدول أن هذا الهدف قابل للتحقيق، وليس مجرد طموح. فعلى المستوى المؤسسي، تُوضح استراتيجية الرقابة المشتركة على تلوث الهواء وتغير المناخ في الصين، واللجنة

الشكل ES7: الأهمية النسبية لمختلف العوائق، مُقاسة بعدد سنوات التأخير.



ملاحظة: تُعبّر أشرطة الخطأ عن الحدين الأعلى والأدنى لفترات الثقة بنسبة 95 في المائة لجميع الحلول لكل نوع من العوائق في الدول الأربع: الصين والهند والمكسيك ونيجيريا.

الشكل ES8: 61 عاملًا تمكينيًا تتغلب على عوائق التنفيذ الأربعة لتسريع العمل.



المشتركة بين الوزارات المعنية بتغير المناخ في المكسيك، وإدراج نيجيريا للملوثات المناخية قصيرة العمر ضمن مساهمتها المحددة وطنياً، كيف يمكن تصميم أطر السياسات لتعزيز التنفيذ العابر للقطاعات.

وعلى مستوى البرامج، يُظهر توسيع البنية التحتية لشحن المركبات الكهربائية في الصين، وبرنامج الهند لتوفير وسائل الطهي النظيفة ومشروعها الخاص بالطاقة الشمسية، والمشاريع الوطنية لمواقد الطهي والاستراتيجية الوطنية للتنقل الكهربائي في المكسيك، ومبادرة التوعية بشأن الحرق المكشوف وبرنامج أمن الطاقة للمرأة الريفية في نيجيريا، أن التدخلات المُصمَّمة بحكمة قادرة على قيادة التغيير الاجتماعي والتكنولوجي على حد سواء.

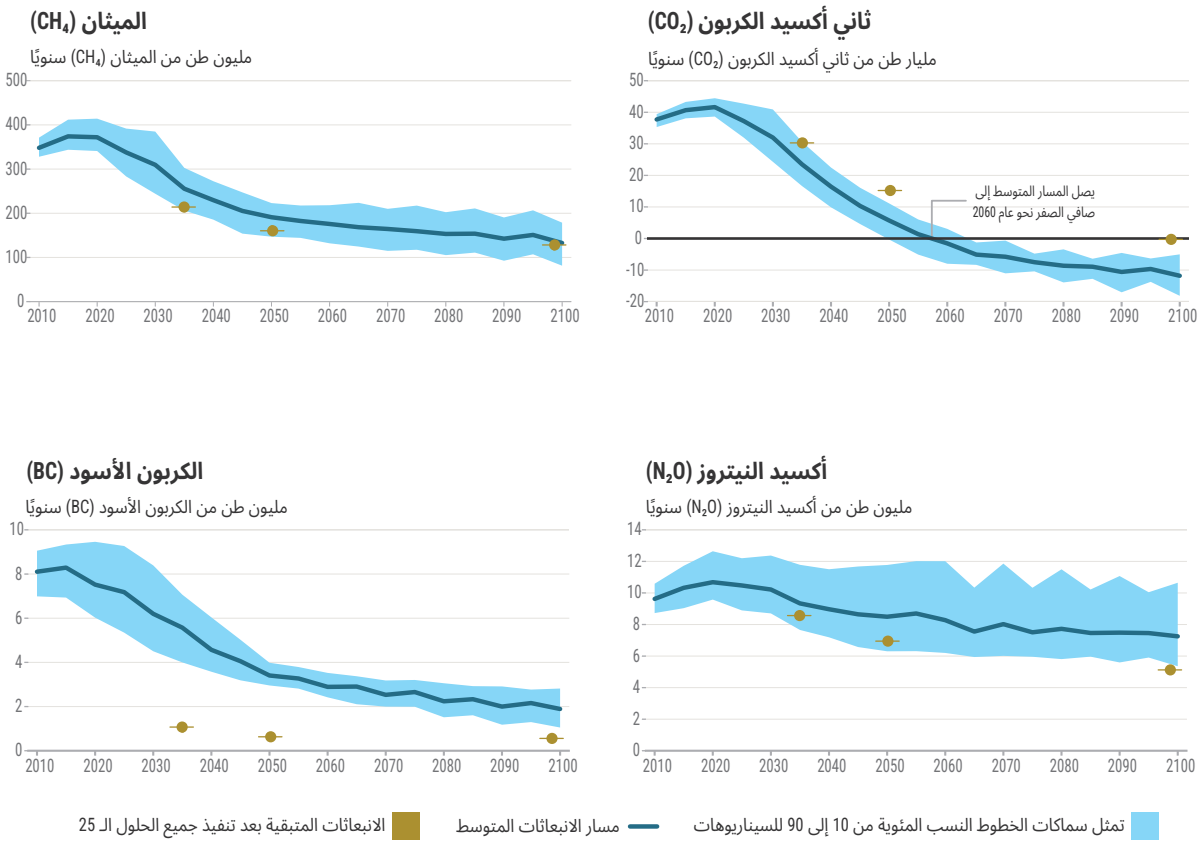
تُحقِّق الحلول الخمسة والعشرون التزامات الحكومات الحالية، ولا تقتصر على التطلعات المستقبلية فحسب

إذ يتجاوز الاعتماد الكامل لهذه الحلول الوتيرة المطلوبة لتحقيق هدف منظمة الصحة العالمية لعام 2040 بشأن الحد من الوفيات الناجمة عن تلوث الهواء، كما يتوافق مع مسارات الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (IPCC) للحد من ذروة الاحترار.

ففي مايو 2025، اعتمدت جمعية الصحة العالمية هدفاً طوعياً يتمثل في خفض الوفيات المنسوبة إلى تلوث الهواء الناجم عن النشاط البشري إلى النصف بحلول عام 2040، مقارنة بمستويات عام 2015. ويتطلب تحقيق هذا الهدف خفضاً سنوياً متوسطاً في الوفيات المنسوبة إلى هذه الأسباب بنسبة 3.3% تقريباً. بينما يُحقِّق التطبيق العالمي للحلول المتكاملة الـ 25 خفضاً بنحو 4% سنوياً خلال الفترة نفسها، وهو ما يتجاوز الوتيرة التي يتطلبها الهدف.

وفي اتفاق باريس لعام 2015، اتفقت الأطراف على الحد من الاحترار العالمي إلى مستوى أقل بكثير من درجتين مئويتين، ومواصلة الجهود لحصره في حدود 1.5 درجة مئوية. وبات يُنظر الآن على نطاق واسع إلى تجاوز هدف الـ 1.5 درجة مئوية الوارد في اتفاق باريس على أنه أمر لا مفر منه؛ وبالتالي يكمن التحدي الرئيسي في الحد من ذروة الاحترار، وتقليل مدة التجاوز، وإعادة درجات الحرارة إلى ما دون 1.5 درجة مئوية. وبالنسبة للملوثات شديدة التأثير التي تُحدد ذروة التجاوز ووتيرته — وهي الميثان، والأوزون التروبوسفيري، ومركبات الكربون الهيدروفلورية، والكربون الأسود — تُخفّض الحلول المتكاملة الـ 25 الانبعاثات المرتبطة بها إلى مستويات تتوافق مع مسارات الهيئة (IPCC) الخاصة بالتجاوز والذروة للانخفاض والتي تحد من الاحترار عند 1.5 درجة مئوية، أو تقل عنها بكثير (الشكل ES9). أما بالنسبة لثاني أكسيد الكربون، فـتُحقق الحلول انخفاضات كبيرة، لتصل إلى صافي انبعاثات سلبية بعد عام 2080، ولكن سد الفجوة المتبقية للوصول إلى صافي انبعاثات صفرية بحلول عام 2060 — وفق ما تتطلبه هذه المسارات — سيستلزم عمليات إضافية لإزالة الكربون، وتغيير استخدام الأراضي، واحتجاز الكربون، وهي أمور تقع خارج نطاق هذا التقييم. وفي حقبة تجاوز الأهداف المناخية، تقدم الحلول الخمسة والعشرون نتائج ملموسة عبر مراحل الاستجابة الثلاث: انخفاضات سريعة على المدى القريب تُبطئ الاحترار الآن، وإزالة مستدامة للكربون تحدّ من ذروة الاحترار، وتحقيق صافي انبعاثات سلبية لثاني أكسيد الكربون مع مواصلة خفض الملوثات شديدة التأثير لمساعدة درجات الحرارة على الانخفاض مجدداً، بالتوازي مع تقديم فوائد فورية للصحة العامة والاقتصاد.

الشكل ES9: مقارنة تخفيض انبعاثات غازات الدفيئة الرئيسية بين السيناريو المتكامل ومسارات تجاوز الأهداف للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، 2010–2100؛ الميثان، والكربون الأسود، وأكسيد النيتروز (بملايين الأطنان) وثاني أكسيد الكربون (بالجيجا طن).



دعوة لاتخاذ إجراء

يُقدِّم هذا التقييم حُجّة اقتصادية أكثر شمولاً للعمل المتكامل بشأن المناخ والهواء النظيف مقارنةً بأي تحليل عالمي سابق. ويتطلب تحقيق هذه العوائد، بالسرعة والنطاق المطلوبين، اتخاذ تدابير مدروسة عبر خمسة مجالات.

- **جعل السياسة المتكاملة المتعلقة بالمناخ والهواء النظيف استراتيجية اقتصادية أساسية.** ينبغي للحكومات أن تدمج قضايا جودة الهواء والإجراءات المتعلقة بالمناخ معًا في خطط النمو الوطنية، والأطر المالية، واستراتيجيات الاستثمار. وتُعدّ التكاليف الصحية المُتحنبة، ومكاسب الإنتاجية، وتقليل التعرض للمخاطر المالية الناحمة عن الأضرار المناخية، أهدافاً اقتصادية قائمة بذاتها، وينبغي عكسها في عمليات الميزانية والتخطيط.

- **الاستثمار المبكر والمستمر في الظروف التمكينية.** ينبغي للحكومات إعطاء الأولوية للإنفاق الذي يختصر فترات التأخير في التنفيذ، بما في ذلك إتاحة التمويل الميسّر وأدوات تقاسم المخاطر، وتعزيز القدرات المؤسسية والتنسيق بين الوزارات، وتحديث أنظمة التخطيط والميزنة والإنفاذ.

- **استهدف تحقيق مكاسب سريعة للوفاء بالالتزامات قصيرة الأجل.** تقع الحلول التي تشمل الطهي النظيف، وتدابير التحكم في الميثان لمعالجة التسربات، والنفث، وحرق الغاز، وإدارة النفايات العضوية، بالإضافة إلى تدابير النقل وجودة الهواء، إلى حد كبير ضمن نطاق السيطرة الوطنية، وتُحقِّق عوائد اقتصادية وصحية مباشرة في أقل من عقد من الزمن. ولا يُعدّ التعجيل بتطبيق هذه الحلول بالتوازي مع إزالة الكربون على المدى الأطول أمراً سليماً من الناحية المالية فحسب، بل هو مسار مباشر للوفاء بهدف منظمة الصحة العالمية الطوعي لعام 2040 المتمثل في خفض الوفيات الناحمة عن تلوث الهواء إلى النصف، والحفاظ على ذروة الاحترار عند أدنى مستوى ممكن خلال فترة تحاوز 1.5 درجة مئوية. حيث إن الحكومات التي تتحرك بسرعة لتبني هذه الحلول ستكتسب حيزاً مالياً على المدى القريب، وتبني الأساس السياسي اللازم لاستدامة العمل المناخي، وتُبرهن على إحراز تقدم ملموس وفاءً بالالتزامات التي قُطعت بالفعل.

- **مواءمة التعاون الدولي مع واقع التنفيذ والاحتياجات التمويلية.** ينبغي تصميم الأطر العالمية والإقليمية لتعكس التفاوتات الكبيرة في الآثار وتكاليف الحد من الانبعاثات عبر مختلف المناطق. وينبغي على الشركاء الدوليين حشد الموارد المالية من أحل تعزيز القدرات المؤسسية، ووضع السياسات، ونقل التكنولوحيا، والاستثمار في البنية التحتية، وذلك لمعالجة الأعباء النسبية الأكبر والقيود التنفيذية التي تواجهها المناطق النامية.

- **استثمر في البنية التحتية للبيانات والرصد التي تعتمد عليها القرارات.** يُبيّن هذا التقييم أن توسيع قاعدة الأدلة الصحية يُحدث تغييرًا حوهريًّا في الاستنتاجات الاقتصادية. وينبغي للحكومات أن تتعامل مع شبكات رصد حودة الهواء، وقوائم حصر الانبعاثات، والبيانات الصحية المصنفة حسب الحنس، باعتبارها بنية تحتية اقتصادية أساسية، لا محرد أعباء مالية علمية غير مباشرة. وينبغي أن توسع التقييمات المستقبلية نطاق هذا النهج ليشمل الأضرار التي لم يتم احتسابها بالكامل في قطاعي الزراعة والنظم البيئية، والملوثات الإضافية، والتنوع البيولوجي ورأس المال الطبيعي، فضلاً عن الآثار الصحية الإضافية، بما في ذلك الصحة النفسية. وينبغي التعامل مع الحمع المنهجي للبيانات المصنفة حسب الحنس باعتباره استثمارًا أساسيًا في الأدلة، إلى حانب القدرات في محال النمذجة.

إنّ العمل المتكامل بشأن المناخ والهواء النظيف يُعدّ أحد أجندات السياسات القليلة التي تُحقِّق عوائد محلية سريعة، وتُقلِّل المخاطر المالية، وتُحسِّن مخرجات الإنصاف، وتُعزِّز النمو والازدهار على المدى الطويل. وتطرح الحلولُ الخمسة والعشرون الحُجّةَ الاقتصادية الداعية لاتخاذ تدابير سريعة بكل دقة وموضوعية. وما نحتاجه الآن هو التحرك بسرعة ونطاق يتناسبان مع ذلك.

الجدول ES2: الحلول الـ25 المنفذة في «سيناريو الإجراءات المتكاملة». ويشمل ذلك المجموعتين التاليتين: (1) 4 حلول مناخية طويلة الأجل و(2) 21 حلاً للهواء النظيف وحلولاً مناخية قصيرة الأجل. ويُشار في كل تدبير إلى الهدف الرئيسي للتخفيف، بالإضافة إلى الفائدة المشتركة المترتبة على التخفيف.

القياس	وصف موجز	هدف التخفيف الأساسي	الفوائد المشتركة للتخفيف
أنظمة الطاقة والوقود الأحفوري			
التحول في مجال الطاقة لتوليد الكهرباء	التحول في مجال الطاقة لتوليد الكهرباء الانتقال إلى استخدام طاقة الرياح والطاقة الشمسية والطاقة المائية لتوليد الكهرباء		
التحكم ما بعد الاحتراق — محطات توليد الكهرباء والقطاع الصناعي	تطبيق تكنولوجيا تنقية غازات المداخن عالية الكفاءة للحد من ملوثات الهواء		
انبعاثات قطاع النفط والغاز في المراحل الأولية	استرداد الغاز المصاحب للقضاء على عمليات النفث والحرق الروتينية، والحد من التسربات غير المقصودة		
انبعاثات قطاع النفط والغاز في المراحل اللاحقة	الحد من التسربات في خطوط أنابيب نقل الغاز لمسافات طويلة وخطوط أنابيب الغاز المخصصة للمستهلكين، وكذلك في المصافي		
تعدين الفحم	أكسدة غاز الميثان (CH_4) في هواء التهوية، والاستخلاص الموسع لغاز مناجم الفحم قبل بدء التعدين		
قدلنصاا			
معايير كفاءة الطاقة في القطاع الصناعي	معايير أكثر طموحًا لكفاءة الطاقة وتوسيع نطاق الكهربة		
معايير انبعاثات العمليات الصناعية	التحسينات في تكنولوجيا العمليات، بما في ذلك إنتاج حمض الأديبيك.		
أفران الطوب ذات الكفاءة العالية	تحسين معايير الكفاءة والانبعاثات.		
استخدام المذيبات	المنتجات منخفضة المحتوى من المذيبات، وكشف التسرب، وما إلى ذلك.		
قيانبنمااا قثغعتااا ريهلحاا			
تحول الطاقة للمنازل	تحسين كفاءة استخدام الطاقة في المباني والإضاءة والأجهزة المنزلية		
الطهي والتدفئة النظيفة	بدائل نظيفة للطهي التقليدي والتدفئة بالوقود الصلب		
ىلقنااا			
معايير انبعاثات المركبات	قيم حدود انبعاثات ومعايير كفاءة أكثر صرامة.		
فحص المركبات وصيانتها	الكشف المبكر عن المركبات عالية الانبعاثات وإصلاحها أو إزالتها		
المركبات الكهربائية	التحول إلى استخدام المركبات الكهربائية.		
معايير الانبعاثات للآلات غير المخصصة للطرق	قيم حدود انبعاثات ومعايير كفاءة أكثر صرامة.		
الشحن الدولي	الوقود منخفض الكبريت، والحد من الجسيمات وأكاسيد النيتروجين NO_x		
الزراعة والنظم الغذائية			
إدارة الثروة الحيوانية والسماد	السيطرة على انبعاثات الأمونيا والميثان (CH_4) الناتجة عن إنتاج الثروة الحيوانية، بما في ذلك استخدام السماد الطبيعي، والتخمر المعوي، والهضم اللاهوائي		
الاستخدام الفعال للأسمدة النيتروجينية	تحسين التوقيت والجرعات، واستخدام مثبطات اليورياز، وغير ذلك.		
التغييرات الغذائية	التحول نحو استهلاك أقل لبروتين اللحوم في الأنظمة الغذائية.		
حقول الأرز	تشجيع التهوية المتقطعة لحقول الأرز المغمورة بالمياه بشكل مستمر		
الحد من حرق المخلفات الزراعية	حظر فعال وتوفير بدائل للحرق.		
إدارة النفايات			
إدارة النفايات الصلبة	جمع النفايات بكفاءة مع الفرز عند المصدر وإعادة التدوير. استخلاص الغاز من مكبات النفايات		
معالجة مياه الصرف الصحي	معالجة لاهوائية مُدارة جيداً على مرحلتين، تليها معالجة هوائية مع استخلاص الغاز الحيوي.		
تدابير أخرى			
الوقاية من حرائق الغابات والأراضي الخثية	تحسين إدارة الغابات والأراضي والموارد المائية، واستراتيجيات الوقاية من الحرائق		
التخفيض التدريجي لاستخدام مركبات الهيدروفلوروكربون (HFCs)	تدابير تخفيف إضافية تتجاوز نطاق تعديل كيغالي		

شكر خاص لشركاء تمويل برنامج الأمم المتحدة للبيئة. على مدى أكثر من 50 عامًا، اضطلع برنامج الأمم المتحدة للبيئة (UNEP) بدور السلطة العالمية الرائدة في مجال البيئة، إذ يحشد العمل استنادًا إلى الأدلة العلمية، ويرفع مستوى الوعي، ويبني القدرات، ويجمع أصحاب المصلحة. ويُتاح تنفيذ برنامج عمل برنامج الأمم المتحدة للبيئة الأساسي بفضل المساهمات المرنة المقدمة من الدول الأعضاء وغيرها من الشركاء إلى صندوق البيئة والصناديق الكوكبية لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة. وتُمكّن هذه الصناديق من تقديم حلول مرنة ومبتكرة لمواجهة تغير المناخ وفقدان الطبيعة والتنوع البيولوجي والتلوث والنفايات.

ادعم برنامج الأمم المتحدة للبيئة. استثمر في الإنسان وكوكب الأرض.
www.unep.org/funding

UN
برنامج الأمم
المتحدة للبيئة

www.unep.org
unep-communication-director@un.org