احكموا على الطاقة النو

أصبحت تكنولوجيا الطاقة النووية ولا تتسبب سوى متوافرة اليوم في قدر ضئيل للغاية من انبعاثات غازات الدفيئة كما يمكن توسيع نطاقها على نحو كبير لتقليص انبعاثات غازات الدفيئة في المستقبل.

لا تتسبب الطاقة النووية سوى بقدر ضئيل للغاية من غازات الدفيئة، ووفقاً لتحليلات الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ، فإن هذه الطاقة تتمتع بالقدرة الأكبر على التخفيف من آثار تغير المناخ بأقل متوسط تكلفة مقارنة بقطاع إمدادات الطاقة برمته.

إن هذه هي الميزات التي يتعين الاستناد إليها لدى الحكم على الطاقة النووية في إطار المداولات المتعلقة بتغير المناخ.

بيد أن الطاقة النووية قد استثنيت من آلية التنمية النظيفة ومبادرة التنفيذ المشترك، علماً بأن هذا الاستثناء لا يستند إلى اعتبارات تتصل بالمناخ.

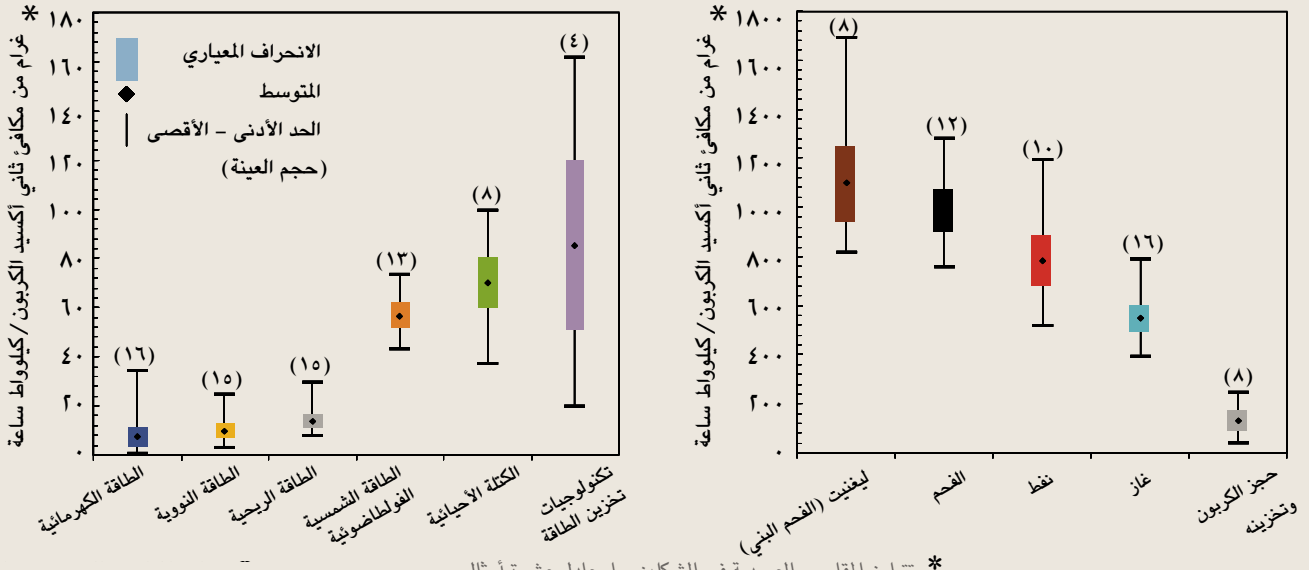
وتشكل آلية التنمية النظيفة ومبادرة التنفيذ المشترك «آليتين مرنتين» شملهما بروتوكول كيوتو الخاص باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ لمساعدة سائر البلدان على بلوغ الغايات التي حددتها المعاهدات والمتصلة بالحد من انبعاثات غازات الدفيئة أو بتقليصها. وتتيح آلية التنمية النظيفة للبلدان التي حددت لها المعاهدات غايات معينة (أي معظم البلدان المتقدمة) بلوغ هذه الغايات جزئياً عبر الاستثمار في مشروع يسهم في تقليص غازات الدفيئة أو إزالتها في بلد لم تحدد له المعاهدات أية غاية (أي معظم البلدان النامية). وتنطوي آلية التنفيذ المشترك على الأمر ذاته إلا أنها لا تسري سوى على البلدان ذات الغايات المحددة بموجب المعاهدات. إلا أن هاتين الآليتين تستثنيان صراحة مشاريع الطاقة النووية.

وتتمثل المشاغل الأساسية المتصلة بالطاقة النووية في أنها قد تكون غير آمنة وغير اقتصادية كما قد تتصل بصناعة الأسلحة، غير أن المفاوضات بشأن تغير المناخ ليست المنتدى المناسب للنظر في أي من هذه المشاغل.

فبالنسبة لموضوع الأمان، توفر اتفاقية الأمان النووي آلية دولية فعالة لاستعراض الأمان. أما بالنسبة لتقدير التكاليف، فإن المستثمرين هم الأكثر أهلية للتنبؤ بما هو مغر من الناحية الاقتصادية حالياً وفي المستقبل. وفيما يتعلق بانتشار الأسلحة، فثمة معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية التي تم تمديد العمل بها إلى أجل غير مسمى، كما أن الالتزام المتزايد بالبروتوكول الإضافي يعزز اتفاقات الضمانات المبرمة بموجب هذه المعاهدة.

وقد خلصت لجنة التنمية المستدامة التابعة للأمم المتحدة إلى أنه، ورغم اختلاف البلدان بشأن دور الطاقة النووية في تحقيق التنمية المستدامة، «فإن اختيار الطاقة النووية هو قرار يخص البلدان نفسها». ولا ينبغي على الاتفاقيات المعنية بتغير المناخ حرمان الدول من حقها في الاختيار.

الشكل ١ : انبعاثات غازات الدفيئة خلال دورة حياة مجموعة مختارة من التكنولوجيا المستخدمة لتوليد الطاقة الكهربائية



* تتباين المقاييس العمودية في الشكلين بما يعادل عشرة أمثال.

ملاحظة :

[فايسر، د.، «دليل بشأن انبعاثات غازات الدفيئة الصادرة عن تكنولوجيات توريد الكهرباء»، الطاقة ٣٢ (٢٠٠٧) ١٥٤٣-١٥٥٩]

الرسم الأيمن: التكنولوجيات العاملة بالوقود الأحفوري , الرسم الأيسر: التكنولوجيات العاملة بالوقود غير الأحفوري.

ووية بحسب جدارتها

بقلم: هانس هولغر روغنر، فيرينتس ل. توت، وألان ماكدونالد

وتكمن الفرصة الأكبر بالنسبة للتنمية المستدامة – في تلبية احتياجات الحاضر دون تقويض قدرة الأجيال القادمة على تلبية احتياجاتها المستقبلية– في إتاحة المجال لتلك الأجيال القادمة في اتخاذ قراراتها بنفسها بشأن خيارات إمدادات الطاقة، وفي السماح لهذه الخيارات بالتنافس فيما بينها بصورة متكافئة.

قدر ضئيل للغاية من انبعاثات غازات الدفيئة

يقارن الشكل ١ بين انبعاثات غازات الدفيئة التي تصدرها دورة الحياة الكاملة للطاقة النووية – تعدين اليورانيوم؛ وإنتاج الوقود؛ وبناء المحطات النووية وتشغيلها وإخراجها من الخدمة؛ والتصرف في النفايات – والانبعاثات الصادرة عن دورة حياة التكنولوجيات الأخرى المستخدمة لتوليد الطاقة. وتجدر الإشارة إلى أن المقياس المستخدم في الرسم الأيمن الخاص بتكنولوجيا الوقود غير الأحفوري أصغر من المقياس المستخدم في الرسم الأيسر، إذ يبدأ بالصفر وينتهي عند ١٨٠ غم من مكافئ ثاني أكسيد الكربون/كيلوواط ساعة. أما مقياس الوقود الأحفوري في الرسم الأيسر فيبدأ بالصفر وينتهي عند ١٨٠٠ غم من مكافئ ثاني أكسيد الكربون/كيلوواط ساعة.

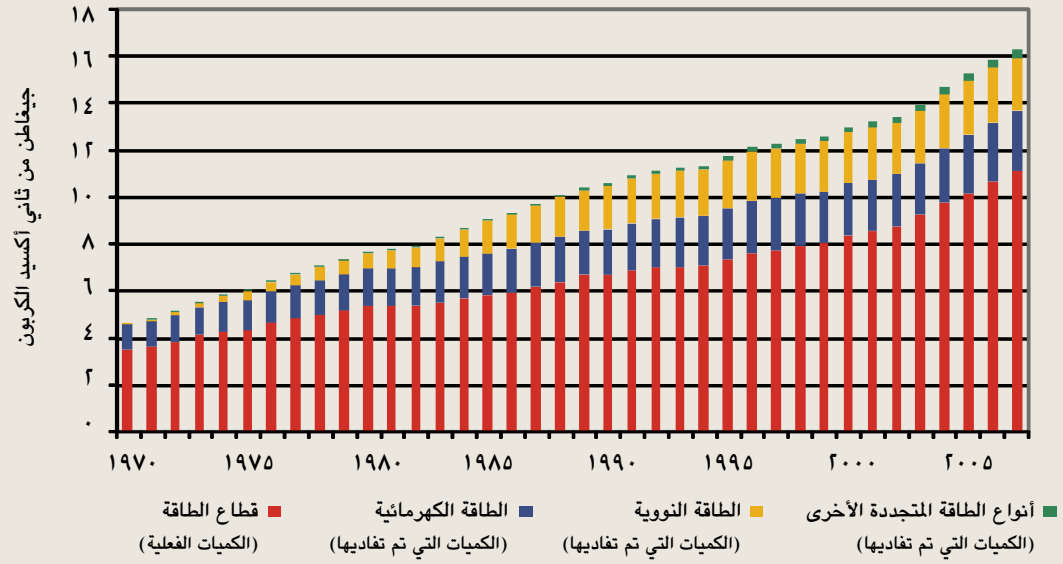
ويتسبب إنتاج الطاقة الكهرمائية أو النووية أو الريحية بأقل كمية من انبعاثات غازات الدفيئة طوال دورة حياتها، إذ تقل بما يربو على مقدار أسيّ واحد عن الانبعاثات الصادرة عن المحطات العاملة بالوقود الأحفوري وبنحو الثلثين عن الانبعاثات التقديرية المترتبة على توليد الطاقة الشمسية الفولطاضوئية وطاقة الكتلة الحيوية. ويبلغ متوسط الانبعاثات من الطاقة النووية قرابة ١٠ غم من مكافئ ثاني أكسيد الكربون/كيلوواط ساعة، وهو رقم مشتق من ١٥ تقديراً تتراوح بين ٢,٨ و٢٤ غم من مكافئ ثاني أكسيد الكربون/ كيلوواط ساعة. ولكن، ونظراً للطبيعة المتقطعة لمصادر الطاقة المتجددة، فإن الكثير منها عاجز عن توفير الحمل الأساسي للكهرباء على نحو موثوق.

وبالتالي، وبينما يمكن للطاقة الشمسية والريحية تكميل توليد الحمل الأساسي من الكهرباء، إلا أنها لا تقدر أن تحل بالكامل محل الطاقة الكهرمائية أو الطاقة النووية.

وتتأتى معظم انبعاثات غازات الدفيئة من أنشطة دورة الوقود في المرحلة التي تسبق محطة الطاقة، بما فيها عمليات تعدين اليورانيوم وإنتاجه وإثراؤه وإنتاج الوقود.

وينجم معظم الاختلاف في التقديرات المتصلة بالطاقة النووية عن اختلاف الفرضيات بشأن التكنولوجيات المستخدمة لإثراء اليورانيوم، وتحديداً إن كان الإثراء قد تم باستخدام تكنولوجيا الانتشار الغازي أو الطرد المركزي وما هو مصدر الكهرباء المستخدم لتشغيل معمل إثراء اليورانيوم، إذ لا تتطلب تكنولوجيا

الشكل ٢: انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون في العالم المتأتية من قطاع الكهرباء والانبعاثات التي تم تفاديها بفضل ثلاثة أنواع من التكنولوجيات التي تولد كمية قليلة من الكربون



المصدر: حسابات الوكالة استناداً إلى وكالة الطاقة الدولية / منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، إحصاءات وأرصدة الطاقة العالمية: أرصدة الطاقة في الدول غير الأعضاء في منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، باريس (٢٠٠٨).

الطرد المركزي سوى ٢٪ من كمية الكهرباء الضرورية لتشغيل المحطات العاملة بالانتشار الغازي. وإذا ساد الافتراض بأن الكهرباء المستخدمة في عملية الإثراء قد أنتجت في محطات توليد الطاقة باستخدام الفحم، فإن الكميات التقديرية لغازات الدفيئة المنبعثة تكون مرتفعة. أما إذا ساد الافتراض بأن الكهرباء المستخدمة في عمليات الإثراء تتأتى من الطاقة النووية أو الكهرمائية أو الريحية، فإن هذه التقديرات تكون متدنية.

ومع تزايد اللجوء إلى محطات الطرد المركزي لتحل محل المحطات العاملة بالانتشار الغازي التي تغلق أبوابها، ولما كانت كميات متزايدة من الطاقة المستخدمة في معامل الإثراء تتأتى من مصادر الكهرباء ذات الإنتاج الضئيل للكربون، فإن انبعاثات غازات الدفيئة التي تنتجها دورة حياة الطاقة النووية ستميل إلى الاقتراب من الحد الأدنى للنطاق الوارد في الشكل ١.

انبعاثات غازات الدفيئة التي يتم تفاديها فعلاً بفضل الطاقة النووية

تشكل الطاقة النووية أحد مصادر إمداد الكهرباء في العالم منذ ما يربو على ٥٠ عاماً. ويعمل في العالم حالياً ٤٣٧ مفاعلاً للطاقة، بينما تتراوح حصة الطاقة النووية من الإنتاج العالمي للكهرباء بين ١٤٪ و١٦٪ منذ أواسط الثمانينات من القرن العشرين. وبالتالي، أدت الطاقة النووية فعلاً إلى تفادي قدر هائل من انبعاثات غازات الدفيئة، وهو القدر نفسه من الانبعاثات التي تم تفاديها بفضل الطاقة الكهرمائية.

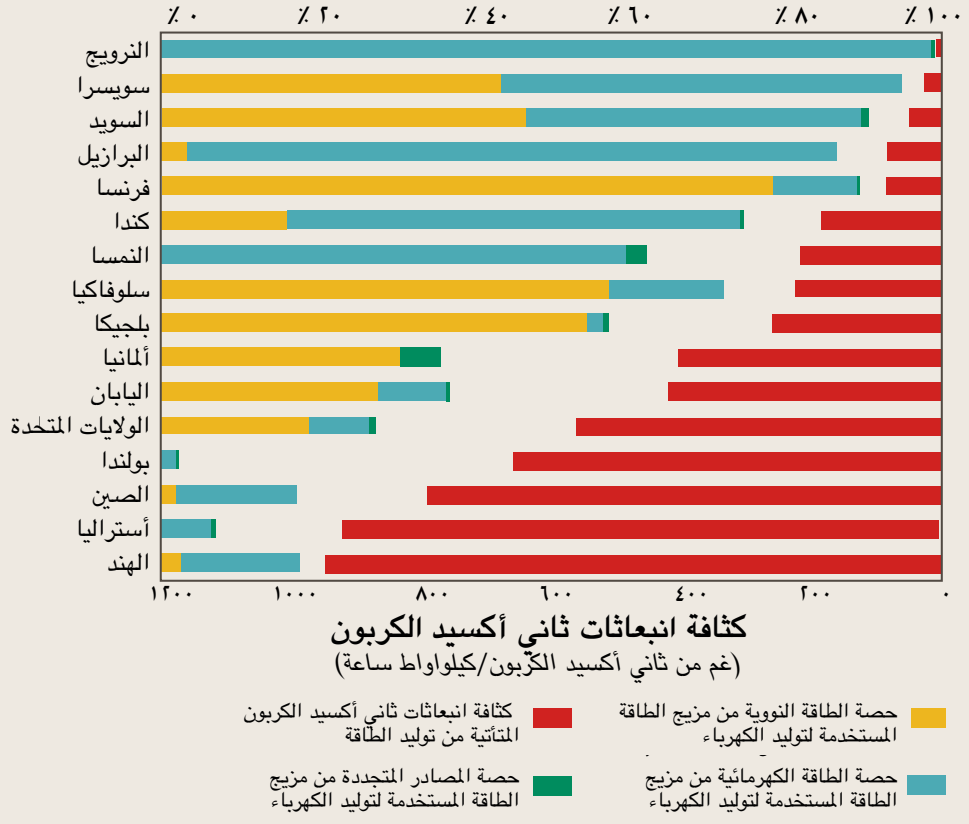
وتبين الخطوط الحمراء في الشكل ٢ الاتجاه التاريخي لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون المتأتية من توليد الكهرباء في العالم. وبلغ إجمالي هذه الانبعاثات المتأتية من توليد الكهرباء في العالم في عام ٢٠٠٧ مثلاً نحو ١١ جيغاطن، إلا أن التقديرات تشير إلى أنه كان سيبلغ ١٦,٤ جيغاطن لو لم تتوافر الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة ومن الطاقة الكهرمائية والنووية.

وتتوقف هذه التقديرات لكمية الانبعاثات التي تم تفاديها إلى حد كبير على مصدر الطاقة الذي نفترض استخدامه لتوليد الكهرباء البديلة في ظل غياب مصادر الطاقة المتجددة أو الطاقة الكهرمائية أو النووية. وتستند التقديرات الواردة في الشكل ٢ على الافتراض بأن الكهرباء المتأتية من مصادر الطاقة الثلاثة هذه قد أنتجت بفضل زيادة التوليد باستخدام الفحم والنفط والغاز الطبيعي بالتناسب مع حصة كل واحد منها في مزيج الكهرباء. ويقلل هذا النهج على الأرجح من كثافة الانبعاثات التي تم تفاديها بفضل الطاقة النووية في السبعينات وأوائل الثمانينات من القرن العشرين، إذ كان الغرض من الكثير من محطات الطاقة النووية الجديدة التي أقيمت غداة الأزمات النفطية في السبعينات تقليص الاعتماد على النفط والغاز، وكانت ستقام محلها على الأرجح محطات لتوليد الطاقة باستخدام الفحم بدلاً من محطات تستخدم مزيجاً تناسبياً من الفحم والنفط والغاز.

ويبين الشكل ٣ الترابط على المستوى الوطني بين تدني انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون وارتفاع حصة الطاقة الكهرمائية أو النووية. ويوضح الرسم بأن البلدان ذات نسب انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون التي تقل عن ٢٠٪ من المتوسط العالمي، أي أنها تقل عن ١٠٠ غم من مكافئ ثاني أكسيد الكربون/ كيلوواط ساعة تولد ٨٠٪ أو أكثر من الكهرباء إما من الطاقة الكهرمائية (النرويج والبرازيل مثلاً) أو من الطاقة النووية (فرنسا مثلاً) أو من مزيج من هذين النوعين من الطاقة (سويسرا والسويد على سبيل المثال).

وعلى الجانب الآخر من النطاق، ترد البلدان ذات نسب انبعاث غاز ثاني أكسيد الكربون المرتفعة التي قد تصل إلى ٨٠٠ غم من مكافئ ثاني أكسيد الكربون/ كيلوواط ساعة أو أكثر، والتي إما أن مزيجها الكهربائي لا يتضمن الطاقة النووية أو الكهرمائية (على غرار أستراليا) أو أنه يتضمن كميات محدودة من الكهرباء من هذين المصدرين (كالصين والهند).

الشكل ٣: حصة مصادر الطاقة غير الأحفورية في قطاع الكهرباء وكثافة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في بلدان مختارة في عام ٢٠٠٦



المصدر: حسابات الوكالة استناداً إلى وكالة الطاقة الدولية / منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي، انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المتأتية من احتراق الوقود، المجلد ٢٠٠٨ الإصدار الأول.

إمكانية كبيرة لتجنب انبعاثات غازات الدفيئة في المستقبل

يورد التقرير التجميعي الرابع الصادر عن الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ تقديرات لمدى قدرة خيارات توليد الكهرباء المختلفة على تقليص انبعاثات غازات الدفيئة في المستقبل، ولا سيما الخيارات المتمثلة في تبديل أنواع الوقود الأحفوري المستخدمة، والطاقة النووية والكهرمائية والريحية، والطاقة الأحيائية، والطاقة الحرارية الأرضية، والطاقة الشمسية الفولطاضوئية، وتركيز الطاقة الشمسية، واستخدام الفحم والغاز مع تكنولوجيا حجز الكربون وتخزينه. وتبدأ عملية التحليل التي أجراها الفريق بالسيناريو المرجعي الوارد في «نشرة الطاقة العالمية ٢٠٠٤» التي أصدرتها وكالة الطاقة الدولية/منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي. ومن ثم فإن التحليل يقدر انبعاثات غازات الدفيئة التي يمكن تفاديها حتى عام ٢٠٣٠ بفضل اعتماد شتى أنواع تكنولوجيا توليد الكهرباء على نحو يفوق الحصة المحددة لها وفق السيناريو المرجعي.

ويفترض التحليل استخدام كل نوع من أنواع التكنولوجيا هذه بقدر ما هو ممكن اقتصادياً وتقنياً، مع مراعاة بعض القيود العملية كدوران المخزون والقدرة الإنتاجية وتنمية الموارد البشرية وتقبل الجمهور. وتبين التقديرات مدى إمكانية زيادة استخدام كل واحدة من التكنولوجيا الأقل إنتاجاً للكربون عند مستويات تكلفة مختلفة (مقارنة بالسيناريو المرجعي).

وتتمثل تكاليف ذلك في الفرق بين كلفة التكنولوجيا القليلة الإنتاج للكربون وكلفة التكنولوجيا التي تحل محلها. ويبين الشكل ٤ التقديرات الخاصة بالتكنولوجيات التي تزيد قدرتها على تقليل الانبعاثات عن ٠,٥ غم لكل طن من مكافئ غاز ثاني أكسيد الكربون، بينما يمثل عرض كل مستطيل في هذا الشكل قدرة تلك التكنولوجيا على تقليل الانبعاثات بحسب نطاقات كلفة الكربون الواردة على المحور الصادي. ويدل الرقم الوارد أعلى أو أسفل كل مستطيل على عرض هذا المستطيل. وبالتالي، تبلغ قدرة الطاقة النووية (المستطيلات الصفر) على تقليل الانبعاثات ٠,٩٤ غم لكل طن من مكافئ غاز ثاني أكسيد الكربون عندما تكون كلفة الكربون أدنى من الصفر يضاف إليها ٠,٩٤ غم لكل طن من مكافئ غاز ثاني أكسيد الكربون عندما تصل كلفة الكربون إلى ٢٠ دولاراً لكل طن من غاز ثاني أكسيد الكربون. (وفقاً للتقرير الصادر عن الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ، فإن الخيارات التي تقل كلفتها عن الصفر هي تلك الخيارات التي تعادل فوائدها–كتقليص تكاليف الطاقة وتقليص انبعاث الملوثات محلياً وفي المنطقة–أو تفوق كلفتها بالنسبة للمجتمع، فيما عدا الفوائد المتصلة بتجنب حدوث تغير مناخي). وبالتالي يبلغ المجموع بالنسبة للطاقة النووية ١,٨٨ غم لكل طن من مكافئ غاز ثاني أكسيد الكربون.

ويبين الشكل بأن الطاقة النووية تمتلك أعلى قدرة على تقليل الانبعاثات بأدنى متوسط للتكلفة في قطاع إمداد الطاقة برمته. وتأتي الطاقة الكهرمائية في المرتبة الثانية من حيث تدني كلفة تقليلها للانبعاثات بيد أن حجمها هو الأصغر مقارنة بالخيارات الخمسة قيد البحث هنا.

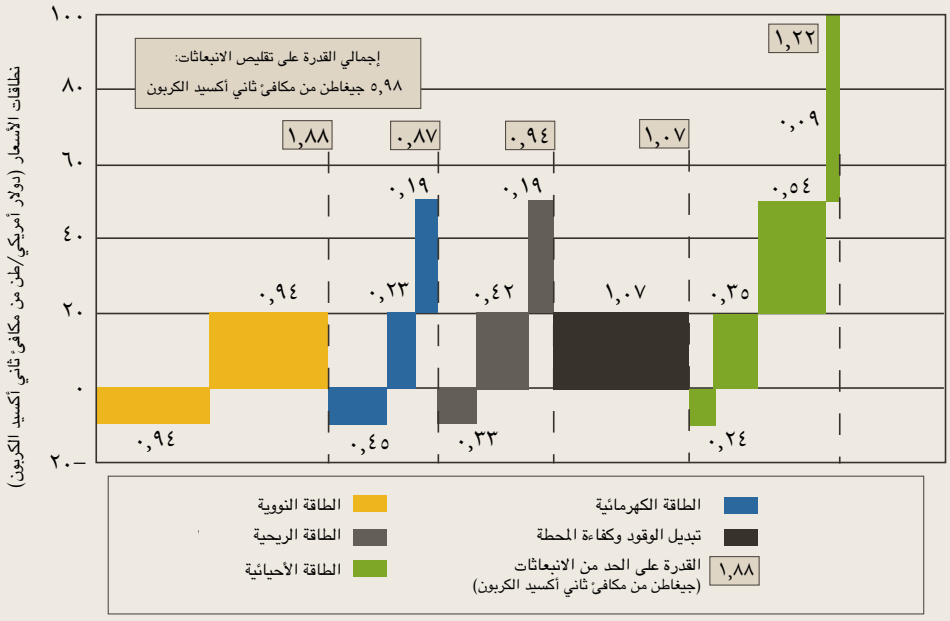
أما قدرة الطاقة الريحية على تقليل الانبعاثات فتتوزع على ثلاثة نطاقات للتكلفة، بيد أنه يمكن استخدام ما يربو على ثلث هذه الطاقة بكلفة تقل عن الصفر. وتتمتع الطاقة الأحيائية بقدرة هائلة على تقليص إجمالي الانبعاثات بيد أن أقل من نصف هذه الطاقة قد يتوافر بكلفة تقل عن ٢٠ دولاراً لكل طن من مكافئ ثاني أكسيد الكربون بحلول عام ٢٠٣٠.

الخلاصة

لما كان ٦٠ بلداً يفكر في تضمين الطاقة النووية في مزيج الطاقة المستخدمة، فإن الدور الذي تؤديه هذه الطاقة على الساحة العالمية سينمو بالتأكيد. ومن الضرورة بمكان أن تحكم الاتفاقيات المبرمة غداة اتفاق كيوتو على الطاقة النووية بحسب جدارتها وتأثيرها على تغير المناخ، وأن تدرج مشاريع الطاقة النووية ضمن آليتي التنمية النظيفة والتنفيذ المشترك.

يرأس هانس – هولغر روغنر قسم التخطيط والدراسات الاقتصادية في الوكالة.
البريد الإلكتروني: h.h.rogner@iaea.org
يعمل فيرينتس ل. طوط كأحد كبار الخبراء الاقتصاديين في قسم التخطيط والدراسات الاقتصادية في الوكالة.
البريد الإلكتروني: f.l.toth@iaea.org
يشغل ألان مكدونالد منصب رئيس فريق تنسيق البرنامج في إدارة الطاقة النووية في الوكالة.
البريد الإلكتروني: a.mcdonald@iaea.org

الشكل ٤: قدرة مجموعة مختارة من تكنولوجيات توليد الكهرباء على تقليص الانبعاثات في عام ٢٠٣٠ عند نطاقات أسعار مختلفة



مساهمة فريق العمل الثالث في التقرير التجميعي الرابع الذي أعده الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ (الناشرون ب. ميتز، أو. ر. ديفيدسون، ب.ر. بوش، ر. ديف، ل.أ ميير)، منشورات جامعة كامبريدج (٢٠٠٧).