

المرفق ٢

التحقق

الرؤساء المشاركون والمحرون والخبراء

الرئيسان المشاركان في اجتماع الخبراء بشأن المنهجيات عبر القطاعية لتقدير مقدار عدم التيقن ومستوى جودة عملية حصر الغازات

تاكا هيرايشي (اليابان) و برهاني نيينزي (تنزانيا)

محرر المراجعة

ليو ماير (هولندا)

فريق الخبراء المعني بالاختبارات والتحقق على المستويين الوطني والدولي

الرئيسان المشاركان

مايك وودفيلد (المملكة المتحدة) و فوزي سنحاجي (المغرب)

مؤلفو وثائق الخلفية

يوز أوليفر (هولندا)؛ ويلفريد فينيفارتر (النمسا)؛ جان بيبير شانغ (فرنسا)

المشاركون

وليام بريد (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ جنلين شين (الصين)؛ ريكاردو دي لاوريتيس (إيطاليا)؛ ايليف جيرالد (النرويج)؛ مايكل ستروجيز (ألمانيا)؛ سوزان سوباك (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ كيويو تاناابي (وحدة الدعم الفني لبرنامج القوائم الوطنية لحصر انبعاثات غازات الاحتباس الحراري التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ)؛ كارين ترينتون (الوكالة الدولية للطاقة)؛ أندريه فان أمستيل (هولندا).

المحتويات

المرفق ٢ التحقق

٤	١ مقدمة
٥	١-١ المستوى الوطني
٥	٢-١ أدوات المقارنة الدولية الإضافية
٩	٣-١ المقارنات بقياسات الغلاف الجوي على المستويات المحلية والإقليمية والعالمية
١٠	٤-١ المقارنات بالمطبوعات العلمية الدولية والميزانيات العالمية أو الإقليمية واتجاهات المصادر
١٠	٢ الإرشادات العملية للتحقق من قوائم حصر الانبعاثات
١١	١-٢ قوائم الحصر الوطنية
١٢	٢-٢ قوائم الحصر العالمية أو الإقليمية الإجمالية
١٢	٣ التقارير
١٢	المراجع

الأشكال التوضيحية

٨	الشكل ١ مخطط توضيحي لمقارنة معاملات الانبعاث فيما بين البلدان
٨	الشكل ٢ مخطط توضيحي لمقارنة معاملات الانبعاث وأوجه عدم التيقن المقترنة بها فيما بين البلدان

المرفق ٢ التحقق

١ مقدمة

ترمي عمليات التحقق في السياق الحالي إلى المساعدة على تحقيق الموثوقية في عمليات حصر انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. وقد تطبق هذه العمليات على المستويات الإجمالية الوطنية أو العالمية وقد توفر معلومات بديلة بشأن الانبعاثات والاتجاهات السنوية. وقد تسفر عمليات التحقق عما يلي:

١٦ توفير مدخلات لتحسين قوائم الحصر.

١٧ بناء الثقة في تقديرات واتجاهات الانبعاثات.

١٨ المساعدة على تحسين الفهم العلمي المتصل بقوائم الحصر.

وقد تعزز عمليات التحقق أيضا من التعاون الدولي في مجال تحسين عمليات الحصر.

وهناك نهج مختلفة للتحقق. وأحد هذه النهج هو تقييم تقديرات واتجاهات الانبعاثات مثلا كجزء من عملية مراجعة قوائم الحصر في إطار *اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ*. وهناك نهج يستلزم إجراء تقييم لقوائم الحصر الإجمالية على أساس عالمي أو إقليمي بهدف إتاحة مزيد من الفهم العلمي.

ويناقش هذا المرفق عددا من خيارات أو أدوات التحقق. ويتفاوت تطبيق هذه الخيارات أو الأدوات، وكذلك أنواع المعلومات المطلوبة، تبعا للدور الذي تؤديه عملية التحقق والهدف المنشود من إجراءاتها. وقد يشمل التحقق الدولي من قوائم الحصر إجراء مقارنات ببيانات الأنشطة الدولية أو المستقلة ومعاملات الانبعاث وتقديرات عدم التيقن وقياسات الغلاف الجوي والميزانيات العالمية أو الإقليمية واتجاهات المصادر. وتُجرى في العادة عمليات التحقق الدولية بعد إعداد الحصر، بما في ذلك عملية ضمان/مراقبة الجودة (انظر القسم ٢-١ المعنون "قوائم الحصر الوطنية" في هذا المرفق وفي الفصل الثامن المعنون "ضمان ومراقبة الجودة"). وقد يتم التحقق الدولي في حال عدم إجراء عمليات تحقق وطنية. وتتطلب أنشطة التحقق الموارد والوقت والخبرة التقنية والفكرية.

وينبغي إعداد تقارير منظمة عن عمليات التحقق وما تتمخض عنه من نتائج بدون تأخير لتوفير المعلومات لفرق الحصر الوطنية وللمجتمع الدولي، عند الاقتضاء، تبعا للدور الذي يؤديه التحقق والسبب من وراء إجراءاته.

تقنيات التحقق

تشمل تقنيات التحقق عمليات تدقيق الجودة الداخلية، والمقارنات بين قوائم الحصر، ومقارنة مؤشرات الكثافة، والمقارنة بتركيزات الانبعاثات في الغلاف الجوي وقياسات المصادر، ودراسات النمذجة. وينبغي في كل

الحالات النظر في عمليات مقارنة النظم التي تتوافر لها البيانات ومقارنة عمليات الحصول على البيانات جنباً إلى جنب مع نتائج الدراسات. ونتناول أدناه هذه التقنيات ومدى انطباقها على المستوى الوطني والدولي.^١

١-١ المستوى الوطني

يمكن تنفيذ إجراءات التحقق على أجزاء من قوائم الحصر كجزء من عملية ضمان/مراقبة الجودة (انظر الفصل الثامن المعنون "ضمان ومراقبة الجودة") أو على أجزاء من الحصر الكلي أو على الحصر الكلي كعملية منفصلة.

١-١-١ المقارنات ببيانات الانبعاثات الوطنية الأخرى

تمثل المقارنات بتقديرات الانبعاثات المستقلة أو الوطنية أو الإقليمية الأخرى أحد الخيارات السريعة للتحقق من الاستيفاء أو من مستويات الانبعاثات التقريبية أو من مخصصات فئات المصادر أو فئات المصادر الثانوية. وتتوافر هذه القوائم المستقلة بدرجات متفاوتة، غير أن الموارد الممكنة تشمل قوائم الحصر في الولايات أو المقاطعات وكذلك قوائم الحصر التي تعدها المنظمات البحثية بشكل مستقل. وهناك تشابه بين الخطوات المحددة لإجراء عمليات المقارنة الوطنية وبين الخطوات المحددة لإجراء عمليات المقارنة بالبيانات الدولية كما هو مبين في القسم ١-٢ المعنون "قوائم الحصر الوطنية".

٢-١-١ الاختبار المباشر للمصادر

استخدمت في عمليات القياس المباشر للمصادر القياسات المباشرة للمداخن وقياسات أعمدة الدخان والقياسات عن بعد وعناصر الاستشفاف. وتتيح كل هذه النهج أن نعزو التركيزات التي نتوصل إليها بالمشاهدة بشكل مباشر إلى الانبعاثات الناتجة عن مصدر معين. وطالما كان عدم التيقن تمثيلاً فإن مقداره المقترن بالقياس وحسابات الانبعاثات في الاختبارات المباشرة للمصادر يعتبر عادة أقل من مقداره في تقديرات انبعاثات الحصر التي كان يمكن أن تحسب باستعمال طرق أخرى. ولمعرفة المزيد عن هذا الموضوع يمكن الرجوع إلى القسم ٣-١-٧-٨ تحت عنوان "قياسات الانبعاثات المباشرة" من الفصل الثامن المعنون "ضمان ومراقبة الجودة".

٣-١-١ المقارنة بالمطبوعات العلمية الوطنية وغيرها من المطبوعات

على الرغم من أن وكالات حصر الغازات تعد مسؤولة عن تجميع وتقديم القوائم الوطنية لحصر انبعاثات غازات الاحتباس الحراري فقد تكون هناك منشورات مستقلة أخرى ذات صلة (مثل الأدبيات العلمية والتقنية). وبفحص مصادر هذه الأدبيات فقد نحدد مجالات لإجراء مزيد من البحوث وتحسين عملية الحصر.

٢-١ أدوات المقارنة الدولية الإضافية

قد تمثل مقارنة قوائم الحصر الوطنية بمجموعات البيانات الدولية وسيلة مستقلة للتحقق من تقديرات الحصر. ويمكن إجراء عدة أنواع من المقارنات، بما في ذلك المقارنات بتقديرات الانبعاثات الصغودية التي تقوم بتجميعها جهات مستقلة، والمقارنات بقياسات الغلاف الجوي، والمقارنات مع مصادر الأدبيات العلمية الدولية، والمقارنات مع الميزانيات العالمية أو الإقليمية. وتساعد المقارنات مع قوائم الحصر المقدمة من البلدان الأخرى على التحقق من الفرضيات المتعلقة باستعمال معاملات الانبعاث واستيفاء فئات المصادر والنهج الشاملة. وإضافة إلى المقارنات مع قوائم الحصر في بلدان بعينها، من الممكن إجراء مقارنة أكثر انتظاماً لمجموعات أكبر من البلدان.

^١ يرد وصف تفصيلي لبعض هذه الخيارات في الوكالة الأوروبية للبيئة (١٩٩٧)؛ ليم وآخرين (١٩٩٩ أ، ب) وفان أمستيل (١٩٩٩).

١-٢-١ المقارنات السعودية

يمكن إجراء مقارنات سعودية مختلفة بالتوازي لفئة معينة من فئات المصادر. ومن خلال هذه المقارنات يمكن فحص مستويات الانبعاثات الإجمالية ومعاملات الانبعاث وبيانات الأنشطة. ويمكن أن تشمل الأنواع العريضة لهذه المقارنات ما يلي:

- المقارنات بمجموعات البيانات التي تقوم بتجميعها جهات مستقلة لتدقيق الاستيفاء وحجم ومخصصات المصادر.
- المقارنات بين البلدان التي تقارن فيها المدخلات (مثل مستويات الأنشطة أو معاملات الانبعاث الإجمالية أو المعاملات الأخرى المستعملة في عمليات حساب الانبعاثات) في مختلف البلدان في نفس السنة.
- المقارنات بين البلدان التي تقارن فيها اتجاهات الانبعاثات أو المدخلات في مختلف البلدان.

كما يمكن لهذه الأنواع المختلفة من المقارنات أن تساعد على تقييم تقديرات عدم التيقن في قوائم الحصر الوطنية وقوائم حصر الانبعاثات العالمية، وفي تقييم الفروق على مستوى البلد الواحد. وعمليات المقارنة لا تمثل في كل الحالات التحقق من البيانات ذاتها، وإنما التحقق من موثوقية البيانات واتساقها (في الاتجاهات وفيما بين البلدان مثلاً). ويمكن لهذه العمليات أن تمكن المراجعين من تحديد جوانب عدم الاتساق أو المسائل التي قد يلزم فيها إجراء مزيد من التحقق في البيانات التفصيلية. ويتوقف الوقت الذي تستطيع وكالات حصر الغازات أن تقضيه في إجراء أنشطة التحقق المستقلة على الموارد المتاحة وعلى تقييم قيمة هذه الأنشطة مقارنة بغير ذلك من وسائل تحسين جودة الحصر.

ونصف فيما يلي عدة أمثلة لأنواع المقارنات:

- مقارنة التقديرات النزولية والسعودية: يلزم في حالة ثاني أكسيد الكربون المنبعث من احتراق الوقود الأحفوري إجراء حساب مرجعي على أساس الاستهلاك الظاهري لكل نوع من الوقود وفقاً للخطوط التوجيهية للهيئة المعدلة لعام ١٩٩٦ بشأن القوائم الوطنية لحصر انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (الخطوط التوجيهية للهيئة). وقد ينطبق أيضاً هذا النوع من الاختبارات النزولية للاستيفاء ولنطاق القيمة على الحالات الأخرى التي يستند فيها الحصر إلى نهج سعودي. وفي الحالات التي تحسب فيها الانبعاثات كمجموع الأنشطة القطاعية على أساس استهلاك سلعة معينة (مثل أنواع الوقود أو منتجات مثل المركبات الكربونية الفلورية الهيدروجينية أو المركبات الكربونية المشبعة بالفلور أو سادس فلوريد الكبريت) يمكن تقدير الانبعاثات باستعمال أرقام الاستهلاك الظاهري (مثل مجموع الإنتاج الوطني + الوارد - الصادر ± تغيرات المخزون).

- مقارنة قوائم حصر الانبعاثات الوطنية بمجموعات البيانات الدولية التي تقوم بتجميعها هيئات مستقلة: توجد بالفعل بعض قواعد البيانات العالمية. فهناك على سبيل المثال تقديرات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المقترنة باحتراق الوقود الأحفوري التي تجمعها الوكالة الدولية للطاقة ومركز معلومات وتحليل ثاني أكسيد الكربون. وتجمع قوائم حصر كل غازات الاحتباس الحراري العالمية البشرية المنشأ في برنامج أنشطة حصر الانبعاثات العالمية (وهو أحد مكونات البرنامج العالمي للغلاف الأرضي والغلاف الحيوي التابع للهيئة العالمية الدولية لكيمياء الغلاف الجوي) وفي قاعدة بيانات الانبعاثات لبحوث الغلاف الجوي العالمية التي يقوم بتجميعها معهد العلوم البيئية والمعهد الوطني للصحة العامة والبيئة بالتعاون الوثيق مع برنامج أنشطة حصر الانبعاثات العالمية (الوكالة

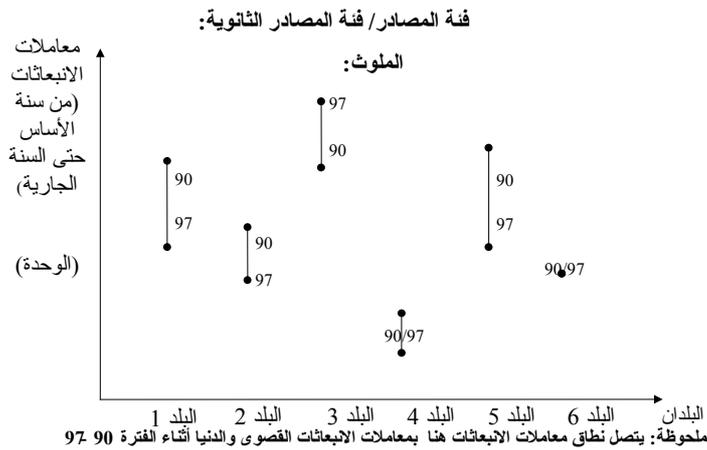
الدولية للطاقة، ١٩٩٩؛ مارلاندا وآخرون، ١٩٩٤؛ غرايديل وآخرون، ١٩٩٣؛ أوليفيه وآخرون، ١٩٩٩). ويمكن لهذه المقارنات أن تساعد على التحقق من استيفاء التقديرات واتساقها ودقتها في حدود نطاق قيمتها. ومع ذلك، ينبغي عند تقييم نتائج هذه المقارنات ألا يغيب عنا أن مختلف مصادر البيانات ليست في كثير من الأحيان مستقلة تماما عن بعضها البعض أو عن مجموعة البيانات المستعملة لحساب الحصر الوطني. ومثال ذلك أن قاعدة بيانات الانبعاثات لبحوث الغلاف الجوي العالمية تبدأ باستعمال بيانات الطاقة المستقاة من الوكالة الدولية للطاقة لحساب انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن احتراق الوقود الأحفوري، وتبدأ مجموعة بيانات مركز معلومات وتحليل ثاني أكسيد الكربون وبرنامج أنشطة حصر الانبعاثات العالمية ببيانات الأمم المتحدة عن الطاقة. بل وإضافة إلى ذلك فإن بيانات الطاقة المتوافرة لدى الوكالة الدولية للطاقة والأمم المتحدة لا تنفصل تماما عن بعضهما البعض. إذ أنه لتقادي ازدواجية العمل فإن الوكالة الدولية للطاقة والأمم المتحدة تتعاونان في تبادل البيانات واستعمال الاستبيانات الموحدة لبعض البلدان.

● *مقارنة بيانات الأنشطة بمجموعات البيانات التي تقوم بتجميعها هيئات مستقلة*: يمكن إجراء مقارنات مشابهة من خلال استعمال بيانات الأنشطة الأساسية للتحقق من الاستيفاء ونطاق القيمة. ويمكن مقارنة هذه البيانات الأساسية بالإحصاءات الدولية التي تقوم بتجميعها هيئات مستقلة (مثل إحصاءات الوكالة الدولية للطاقة ومنظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة). ومع ذلك، ينبغي ألا نتوقع تتطابقا كاملا بين هذه البيانات نظرا لأن بيانات الأنشطة التي تستعملها وكالة الطاقة قد تستقى من مصادر بيانات مختلفة أو ربما تكون نسخة مختلفة عن النسخة المستعملة في البيئات الوطنية التي تقوم بتجميعها المنظمات الدولية. وللاطلاع على بعض الأمثلة يمكن الرجوع إلى شيبير وآخرين (١٩٩٢). وعند التحقق من بيانات الأنشطة يمكن تحديد المؤشرات لأغراض المقارنة الدولية (مثل معدل النشاط لكل نسمة أو لكل موظف أو لكل وحدة من وحدات الناتج المحلي الإجمالي أو لكل عدد من الأسر أو لكل عدد من المركبات وفقا لقطاعات المصادر). ويمكن أن يساعد ذلك على إجراء عمليات تدقيق الحجم ويشير إلى أي قيم متطرفة قد تنجم عن المدخلات أو أخطاء الحساب.

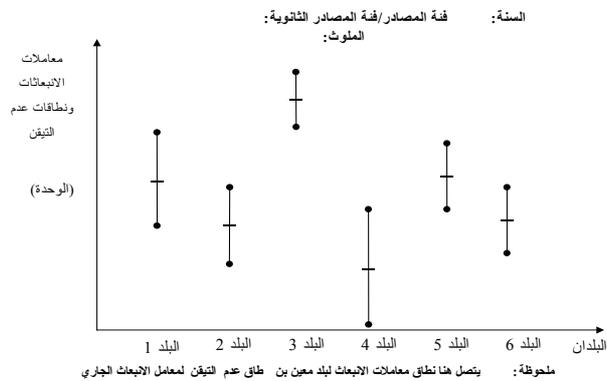
● *مقارنة معاملات الانبعاث فيما بين البلدان*: يمكن عمليا الجمع بين أنواع مختلفة من المقارنات. فيمكن الجمع مثلا بين مقارنات معاملات الانبعاث فيما بين البلدان وبين الاتجاهات التاريخية عن طريق مخطط توضيحي يظهر فيه لمختلف البلدان بيانات السنة المرجعية (١٩٩٠ على سبيل المثال) وبيانات السنة الأخيرة والقيم الدنيا والقصى. ويمكن إجراء هذا التحليل لكل فئة من فئات المصادر وعمليات التجميع الممكنة. وقد تدرج أيضا عند الاقتضاء فئات المصادر الثانوية، مثل أنواع الوقود (انظر الشكل ١ المعنون "مخطط توضيحي لمقارنة معاملات الانبعاث بين البلدان"). ويمكن أيضا إجراء مقارنات بين البلدان باستعمال معاملات الانبعاث الضمنية (وهي النسب النزولية بين تقديرات الانبعاثات وبيانات الأنشطة). وهذا النوع من المقارنة قد يمكن من اكتشاف القيم المتطرفة استنادا إلى التوزيع الإحصائي لقيم عينات البلدان موضوع النظر مع مراعاة أن تفاوت الظروف الوطنية يمكن أن يؤثر بشدة على معاملات الانبعاث الضمنية. وحيث إن معاملات الانبعاث الضمنية تمثل نسب الانبعاثات إلى بيانات الأنشطة فإن المقارنات التي تستند إليها ينبغي أن تساعد على التحقق من معاملات الانبعاثات ومن بيانات الأنشطة على السواء في الحساب الأصلي. وأخيرا فإن المقارنة بين قيم المستوى ١ الافتراضية المحددة من الهيئة وبين القيم المحددة في الأدبيات قد تفيد في تحديد ما يمكن مقارنته وما هو خاص بالبلاد من معاملات الانبعاث المستعملة.

- المقارنات القائمة على أساس تقديرات عدم التيقن: يمكن الاستفادة أيضا من المقارنات القائمة على أساس تقديرات مقادير عدم التيقن المقترنة بمعاملات الانبعاث عندما تتوافر هذه البيانات. ومثال ذلك أن الشكل ٢ المعنون "مخطط توضيحي لمقارنة معاملات الانبعاث وعدم التيقن المقترن بها فيما بين البلدان" يبين في مخطط واحد معامل الانبعاث في السنة الجارية ونطاق عدم التيقن المتصل به في مختلف البلدان. ويمكن إجراء ذلك على فئة معينة من فئات المصادر وعلى فئات المصادر الثانوية، مثل مختلف أنواع الوقود، عند الاقتضاء. وقد تساعد هذه المقارنة على تحديد البيانات ذات القيم المتطرفة التي لا تتشابه نطاقات عدم التيقن المتعلقة بها.
- مقارنة مؤشرات كثافة الانبعاث فيما بين البلدان: يمكن مقارنة مؤشرات كثافة الانبعاثات فيما بين البلدان (مثل الانبعاثات لكل فرد والانبعاثات الصناعية لكل وحدة من القيمة المضافة وانبعاثات وسائل النقل لكل سيارة والانبعاثات الناتجة عن توليد القوى لكل كيلو واط ساعة من الكهرباء المتولدة والانبعاثات من الحيوانات المجترة المدرة للبن لكل طن متري من اللبن المنتج). وتتيح هذه المؤشرات اختبار أولي وتدقيق لنطاق قيمة الانبعاثات. وليس من المتوقع أن تكون مؤشرات كثافة الانبعاث مترابطة عبر الدول. وتعتبر مؤشرات كثافة الانبعاث عن مختلف الممارسات والتطورات التكنولوجية وكذلك عن تفاوت خصائص فئات المصادر. على أن هذه الاختبارات قد تكشف عن مفارقات على مستوى البلدان أو القطاعات.^٢

الشكل ١ مخطط توضيحي لمقارنة معاملات الانبعاث بين البلدان



الشكل ٢ مخطط توضيحي لمقارنة معاملات الانبعاث وأوجه عدم التيقن المقترنة بها



^٢ يمكن الاطلاع على مزيد من أمثلة مؤشرات الطاقة في سيبير وهاس (١٩٩٧) و بوسبيف وآخرين (١٩٩٧).

١-٢-٢ مقارنة تقديرات مستويات عدم التيقن فيما بين البلدان

يبين الفصل السادس المعنون "التطبيق العملي لقياس مقدار عدم التيقن" كيفية تقدير مستويات عدم التيقن وإعداد التقارير عنها. ويمكن مقارنة تقديرات مستويات عدم التيقن في مختلف فئات المصادر بطرق متعددة، منها ما يلي:

- مقارنة تقديرات عدم التيقن في مختلف فئات المصادر والغازات في قائمة الحصر الخاصة بالبلد.
- مقارنة عدم التيقن المقترن بغاز معين في فئات مصادر محددة فيما بين البلدان.
- المقارنة بين تقديرات عدم التيقن المبلغ عنها في قائمة الحصر الوطنية وبين تقديرات عدم التيقن الواردة في قوائم الحصر الإقليمية أو غيرها من قوائم الحصر الوطنية أو في الوثائق المستعملة لأغراض التحقق.

وهناك عوامل كثيرة تؤثر على مقادير عدم التيقن التي يتم تقديرها لغازات مختلفة في فئات مصادر مختلفة ولا يتوقع تماثلها. على أن هذه المقارنات قد تنبه وكالة حصر الغازات إلى المجالات التي من الممكن تحسينها.

١-٣ المقارنات بقياسات الغلاف الجوي على النطاقات المحلية والإقليمية والعالمية

قد توفر المقارنات بقياسات الغلاف الجوي معلومات مفيدة عن صلاحية تقديرات الانبعاثات في سياق الاتجاهات الشاملة للغلاف الجوي في بعض المناطق أو في بعض فئات مصادر الانبعاثات أو المركبات. وقد تستعمل خيارات عدة، منها:

- أخذ عينات من الغلاف الجوي المحلي والإقليمي: قد يستدل على التركيزات الطبيعية في موقع معين من انخفاض مستويات التركيزات وقد يستدل على التركيزات المرتفعة (أعمدة الدخان) من ارتفاع مستويات التركيزات. ويمكن إجراء القياسات في عدة مواقع ثابتة في جهة الرياح وفي عكس جهتها، مما يتيح مقارنة التركيزات المقيسة بالتركيزات المعروفة من خلال النماذج. على أنه من الملائم من ناحية تقييم الانبعاثات إجراء عملية نمذجة عكسية (أي تقدير الانبعاثات عن طريق التركيزات المقيسة). ومثال ذلك استخدام ^{13}C للتعليم الدليلي لتقييم انبعاثات غاز الميثان (ليفين وآخرون، ١٩٩٩) في معاينة الغلاف الجوي. ولا تقتصر هذه الطرق على المناطق داخل الحدود الوطنية. والواقع أنها تناسب الأقاليم التي تتركز فيها الانبعاثات في منطقة صغيرة. وبالنظر إلى وقوع مراكز الصناعة والتلوث في كثير من الأحيان على جانبي الحدود الوطنية فقد يتعذر إجراء تقييم لبلد واحد فقط حيث لا يمكن تقييم الانبعاثات إلا للمنطقة بأسرها. وفي هذه الحالات لا تفيد هذه الطرق إلا على المستوى الثنائي أو الدولي.

- أعمدة الدخان القارية: لعل الفرق القوي بين مناطق المصادر والمناطق التي ليس فيها مصادر (الشجر) نجده عادة بين القارات والمحيطات. وقد يتم إجراء القياسات الروتينية بالقرب من المحيط أو على الجزر البعيدة عن الشاطئ أو على متن السفن. والفرق بين تركيزات الهواء الطبيعية وتركيزات أعمدة الدخان البعيدة عن الشواطئ، مع الاستفادة من تحليل متجهات الرياح أو تحليل المسارات، يشير إلى الانبعاثات على النطاق الواسع. ومثال ذلك أن عددا من غازات الاحتباس الحراري، بما فيها المركبات

الكربونية الفلورية الكلورية وأكسيد النيتروز وغاز الميثان المنبعثة من عمود الدخان القاري في أوروبا، قد تم رصدها في ميس هد (Mace Head) بأيرلندا. واستعملت هذه النتائج بعد ذلك في قياس القوة الكمية لمصدر الانبعاثات الأوروبية من خلال النمذجة العكسية (ديونت وآخرون، ١٩٩٨، أ، ب؛ فيرمبولين وآخرون، ١٩٩٩).

- *المشاهدات عبر الأقمار الصناعية*: تتيح المشاهدات عبر الأقمار الصناعية للمستعملين استرداد صور التركيزات بشكل شبه مستمر لكل أنحاء المعمورة أو لجزء منها.
- *النهج الديناميكية العالمية*: قد تشير أيضا اتجاهات تركيزات بعض المركبات في الغلاف الجوي إلى تغير في التوازن العالمي بين المصادر والثغور. وقد يفيد ذلك على وجه الخصوص في الحالات التي ينخفض فيها التركيز الطبيعي للغاز في الغلاف الجوي. وطبقت هذه النهج على غاز الميثان (دلوغوكنيكي وآخرون، ١٩٩٤) وعلى سادس فلوريد الكبريت (ميس وبرينينكمبير، ١٩٩٨).

وتتيح هذه الطرق تغطية نسبة كبيرة من الانبعاثات العالمية ويمكن رصدها بشكل روتيني. على أنه قد يكون من غير الممكن تقريبا تعقب مصادر أو فئات مصادر الانبعاثات ما لم تكن انبعاثاتها تحتوي على نوع ما من "البصمة" المميزة. وقد تكون هذه "البصمة" نوعا محددًا من نظائر الكربون في حالة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والميثان الناجمة عن استعمال الوقود الأحفوري أو قد تكون صورة زمنية نمطية (تغيرا موسميا أو يوميا) أو تغيرا نطاقيا (مثل التوزيع حسب خطوط العرض).

١-٤ المقارنات بالمطبوعات العلمية الدولية والميزانيات العالمية أو الإقليمية واتجاهات المصادر

قد توفر الأدبيات العلمية الدولية تقديرات أو تحليلات أخرى يمكن مقارنتها بتقديرات الحصر الوطنية. وتنسم المقارنة بين التقديرات وبين هذه الأدبيات بأهمية كبيرة عند التحقق من مستوى جودة الحصر الوطني الرسمي ويمكن استعمالها عند مقارنة أو دمج انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في بلدان مختلفة.

والمقارنة بين قوائم الحصر الوطنية وبين قوائم الحصر العالمية التي تم جمعها بشكل مستقل ومع مستويات الانبعاثات العالمية أو الإقليمية المدرجة كجزء من تحليل أشمل هي وسيلة لتحديث الميزانيات العالمية أو لتوفير معلومات لواضعي قوائم الحصر الوطنية أو كليهما. وربما أمكن تعقب أسباب عدم الاتساق بين مختلف تقارير الانبعاثات الناجمة عن المصادر الرئيسية بشرط توافر معلومات كافية عن التوزيع المكاني والزمني للمصادر، بما في ذلك المصادر الطبيعية (هاينمان، ١٩٩٦، ثاني أكسيد الكربون؛ جانسن وآخرون، ١٩٩٩، وسوباك، ١٩٩٩، الميثان؛ بومان وتيلور، ١٩٩٦، أكسيد النيتروز).

٢ الإرشادات العملية للتحقق من قوائم حصر انبعاثات غازات الاحتباس الحراري

هناك فائدة كبيرة من التحقق من كل واحدة من قوائم حصر غازات الاحتباس الحراري الوطنية على المستوى الدولي (مثل المقارنات فيما بين البلدان). ويمكن لأنشطة التحقق أن تساعد على تحقيق الأغراض التالية:

- دعم أنشطة التحقق الوطنية.
- تحسين الفعالية عن طريق تقادي ازدواجية الجهود المبذولة على الصعيد الوطني.

- توفير مدخلات لتقييم الخطوط التوجيهية للهيئة.
- إعلام الجمهور والعلماء والمراجعين الحكوميين.

٢-١ قوائم الحصر الوطنية

إذا اعتبرت عملية التحقق المستقلة وسيلة قيمة لتحسين تقديرات الحصر فإن من الممارسة السليمة توفير ما يلي:

- الدراية التقنية المستقلة الكافية.
- تقرير وطني عن الحصر.
- تقديرات عدم التيقن ووثائق ضمان ومراقبة الجودة المتضمنة في التقرير.
- التقارير عن عمليات التحقق الوطنية القائمة.

ومن المفيد أيضا تحديد الثغرات في الحصر قبل الشروع في عملية التحقق.

ويشمل الإطار ١ المعنون "التحقق من قوائم الحصر الوطنية" قائمة تلخص وترتب الأدوات المستعملة حسب السهولة التقريبية في تنفيذها. وتعتمد أفضل مجموعات الأدوات التي يستخدمها مستعمل معين على البيانات المتاحة والقيود المفروضة على الموارد (مثل التمويل والوقت والدراية التقنية).

الإطار ١ التحقق من قوائم الحصر الوطنية	
ألف- الاختبارات	<ul style="list-style-type: none"> • التحقق من حالات الانقطاع في اتجاهات الانبعاثات من سنة الأساس (١٩٩٠ في العادة) حتى سنة النهاية.
باء- مقارنات الانبعاثات وما إلى ذلك من السمات:	<ul style="list-style-type: none"> • المقارنة بين النهج المرجعي المتبع في تقدير مستوى انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن احتراق الوقود الأحفوري وبين النهج الأخرى. • المقارنة بين تقديرات الانبعاثات المدرجة في الحصر بحسب فئات المصادر والغازات وبين التقديرات الوطنية المستقلة المجمعة من قواعد البيانات الدولية. • المقارنة بين بيانات الأنشطة وبين التقديرات المستقلة وربما مقارنة بيانات الأنشطة المجمعة من البلدان التي تتشابه فيها فئات المصادر والقطاعات. • المقارنة بين معاملات الانبعاث (الضمنية) في فئات المصادر والغازات وبين التقديرات المستقلة والتقديرات المجمعة من البلدان التي تتشابه فيها فئات المصادر والقطاعات. • المقارنة بين تقديرات كثافة القطاعات في فئات مصادر مختارة وبين التقديرات المجمعة من البلدان الأخرى التي تتشابه فيها فئات المصادر والقطاعات. وتحسب عند اللزوم تقديرات كثافة الانبعاثات استنادا إلى المصنفات الإحصائية الدولية.
جيم- مقارنة أوجه عدم التيقن	<ul style="list-style-type: none"> • المقارنة بين تقديرات عدم التيقن وبين التقديرات المستمدة من تقارير البلدان الأخرى والقيم الافتراضية المحددة من الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ.
دال- القياسات الموقعية	<ul style="list-style-type: none"> • إجراء اختبارات مباشرة على فئات المصادر الرئيسية إن أمكن.

وربما قد تم إجراء بعض هذه الأنشطة كجزء من عمليات ضمان ومراقبة الجودة وقد أدرجت النتائج في تقرير الحصر. وبعد الانتهاء من العمليات المختارة في الإطار ١ وبعد تحديد المسائل التي يلزم مراجعتها تفصيلياً، يمكن الاستعانة بالمعلومات التالية التي قد تدعم أيضاً عمليات التحقق:

- التقارير الوطنية.
 - الأدوات الإضافية، مثل الأدبيات العلمية عن معاملات الانبعاث.
 - النتائج المستخلصة من العينات الجوية ذات الصلة بفئات المصادر الرئيسية والقطاعات.
- وينبغي تلخيص الاستنتاجات والتماس المعلومات من وكالة حصر الغازات. وينبغي أن تنشر استنتاجات عملية التحقق علانية حيثما أمكن.

٢-٢ قوائم الحصر العالمية أو الإقليمية الإجمالية

من المفيد أيضاً فحص معلومات حصر الانبعاثات فيما بين البلدان بالإضافة وكذلك بين مجموع الانبعاثات في مجموعات من البلدان. ويمكن مثلاً لهذه التقييمات أن تقارن بين مجاميع الانبعاثات والاتجاهات العالمية أو الإقليمية وبين تركيزات الانبعاثات في الغلاف الجوي والتغيرات في هذه التركيزات. وقد نحصل على معلومات إضافية بفضل المقارنة بين المجاميع العالمية أو الإقليمية لفئات المصادر المختارة وبين تحليل الدليلي للنظائر. وقد يتيح هذا النوع من التحقق نطاقاً إرشادياً لتقديرات الانبعاثات.

وتتحدد الخطوات الصريحة التي يجب اتخاذها والبيانات المطلوبة بأهداف ونطاق عملية التحقق والتحليل. وقد تقيّد أوجه التعارض التي تكشف عنها عمليات التحقق في قوائم الحصر الوطنية الإجمالية والمقارنات بتركيزات الانبعاثات في الغلاف الجوي في توجيه أولويات البحث في مجال قوائم الحصر الوطنية وعلوم الغلاف الجوي في المستقبل.

٣ التقارير

ينبغي نشر الاستنتاجات حتى تتحقق أقصى فائدة ممكنة من عملية التحقق.

وينبغي أن يشمل التقرير البنود التالية:

- ما تم التحقق منه.
 - كيفية إجراء عملية التحقق.
 - المعايير المطبقة في انتقاء أولويات التحقق.
 - الحدود المقيدة في العمليات التي تم اكتشافها.
 - المعلومات الواردة من المراجعين الخارجيين مع تلخيص التعليقات الرئيسية.
 - الإجراءات التي اتخذتها وكالة حصر الغازات نتيجة لعملية التحقق.
 - التوصيات الناشئة عن الاستنتاجات بشأن تحسين الحصر أو البحوث على المستوى الدولي.
- ولتيسير استعمال تقارير التحقق ونشرها على نطاق واسع، ينبغي اتباع الوحدات الموحدة الموصى بها في الخطوات التوجيهية للهيئة واستعمال اللغات الرسمية المعمول بها في الأمم المتحدة.

المراجع

- Bosseboeuf, D., Chateau, B. and Lapillonne, B. (1997). 'Cross-country comparison on energy efficiency indicators: the on-going European effort towards a common methodology'. *Energy Policy*, 25, pp. 673-682.
- Bouwman A.F. and J. Taylor (1996). 'Testing high-resolution nitrous oxide emission estimates against observations using an atmospheric transport model'. *Global Biogeochemical Cycles*, 10, pp. 307-318.
- Derwent R.G., Simmonds P.G., O'Doherty S. and Ryall D.B. (1998a). 'The impact of the Montreal Protocol on Halocarbon concentrations in Northern Hemisphere baseline and European air masses at Mace Head, Ireland, over a ten year period from 1987-1996'. *Atmos. Environ.*, 32, pp. 3689-3702.
- Derwent R.G., Simmonds P.G., O'Doherty S., Ciais P. and Ryall D.B. (1998b). 'European source strengths and Northern Hemisphere baseline concentrations of radiatively active trace gases at Mace Head, Ireland'. *Atmos Environ.*, 32, pp. 3703-3715.
- Dlugokencky E.J., Steele L.P., Lang P.M. and Mesarie K.A. (1994). 'The growth rate and distribution of atmospheric CH₄'. *J. Geophys. Res.*, 99, pp. 17021-17043.
- European Environmental Agency (EEA) (1997). *Joint EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook*. European Environmental Agency, Copenhagen.
- Graedel T. E., Bates, T.S., Bouwman, A.F., Cunnold, D., Dignon, J., Fung, I., Jacob, D.J., Lamb, B.K., Logan, J.A., Marland, G., Middleton, P., Pacyna, J.M., Placet, M. and Veldt, C. (1993). 'A compilation of inventories of emissions to the atmosphere'. *Global Biogeochemical Cycles*, 7, pp. 1-26.
- Heimann M. (1996). 'Closing the atmospheric CO₂ budget: inferences from new measurements of ¹³C/¹²C and O₂/N₂ ratios.' *IGBP Newsletter*, 28, pp. 9-11.
- International Energy Agency (IEA) (1999). *CO₂ emissions from fuel combustion 1971-1997*. OECD/IEA, Paris, France. ISBN 92-64-05872-9. A diskette service with more detailed sectors/fuels is also available.
- Janssen L.H.J.M., J.G.J. Olivier, A.R. van Amstel (1999). 'Comparison of CH₄ emission inventory data and emission estimates from atmospheric transport models and concentration measurements'. *Environmental Science & Policy*, 2, pp. 295-314.
- Levin I., H. Glatzel-Mattheier, T. Marik, M. Cuntz, M. Schmidt, D.E. Worthy (1999). 'Verification of German methane emission inventories and their recent changes based on atmospheric observations'. *J. Geophys. Res.*, 104, pp. 3447-3456.
- Lim B., P. Boileau, Y. Bonduki, A.R. van Amstel, L.H.J.M. Janssen, J.G.J. Olivier, C. Kroeze (1999a). 'Improving the quality of national greenhouse gas inventories'. *Environmental Science & Policy*, 2, pp. 335-346.
- Lim, B, P. Boileau (1999b). 'Methods for assessment of inventory data quality: issues for an IPCC expert meeting'. *Environmental Science & Policy* 2, pp. 221-227.
- Maiss M. and C.A.M. Brenninkmeijer (1998). 'Atmospheric SF₆: trends, sources and prospects'. *Environ. Sci. Techn.*, 32, pp. 3077-3086.
- Marland G., Andres, R.J. and Boden, T.A. (1994). 'Global, regional, and national CO₂ emissions'. In: *Trends '93: A Compendium of Data on Global Change*, Boden, T.A., Kaiser, D.P., Sepanski, R.J. and Stoss, F.W. (eds.), ORNL/CDIAC-65, Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN, USA, pp. 505-584.
- Olivier J.G.J., A.F. Bouwman, J.J.M. Berdowski, C. Veldt, J.P.J. Bloos, A.J.H. Visschedijk, C.W.M. van der Maas and P.Y.J. Zandveld (1999). 'Sectoral emission inventories of greenhouse gases for 1990 on a per country basis as well as on 1°x1°'. *Environmental Science and Policy*, 2, pp. 241-264.
- Schipper L., Meyers, S., Howarth, R.B., and Steiner, R. (1992). *Energy efficiency and human activity. Past trends, future prospects*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Schipper L., R. Haas (1997). 'The political relevance of energy and CO₂ indicators – an introduction'. *Energy Policy* 25, pp. 639-649.

-
- Subak, S. (1999). 'On evaluating accuracy of national methane inventories'. *Environmental Science Policy*, 2, pp. 229-240.
- Van Amstel A.R, J.G.J. Olivier and L.H.J.M. Janssen (1999). 'Analysis of differences between national inventories and an Emissions Database for Global Atmospheric Research (EDGAR)'. *Environmental Science & Policy*, 2, pp. 275-294.
- Vermeulen A.T., R. Eisma, A. Hensen, J. Slanina (1999). 'Transport model calculations of NW-European methane emissions'. *Environmental Science & Policy*, 2, pp. 315-324.