

العمليات الصناعية

الرؤساء المشاركون والمحرون والخبراء

الرئيسان المشاركان لاجتماع الخبراء بشأن الانبعاثات الناجمة عن العمليات الصناعية والغازات الجديدة

وي جيهونغ (الصين) و ستيف سايدل (الولايات المتحدة الأمريكية)

محرر المراجعة

أودون روسلاند (النرويج)

فريق الخبراء المعني بانبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الصناعة

الرئيس المشارك

ميلوس تيشي (الجمهورية التشيكية)

مؤلفو ورقات الخلفية

دافيد كونيلي (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ مايكل جيبس (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ ب. سويكا (الولايات المتحدة الأمريكية)

المشاركون

وايلي باربور (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ ستانيسلاف بوغدانوف (بلغاريا)؛ مارفن برانسكوم (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ مايكل جيبس (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ فيرجينيا غورسيفسكي (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ تاكا هيرايشي (اليابان)؛ هايكه مينهارت (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ جو مانجينو (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ كاثارينا ماريكوف (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ/منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية)؛ جوليا مارتينيز (المكسيك)؛ مايكل ميلر (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ جوس أوليفيه (هولندا)؛ آستريد أولسون (السويد)؛ هندريك فان أوس (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ نيوتن باسيورنيك (البرازيل)؛ كريستين ريبدال (النرويج)؛ آرثر ريبينسكي (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ مايكل ستروجيز (ألمانيا)؛ بيتر دي توات (جنوب أفريقيا)؛ ماثيو وليامسون (الولايات المتحدة الأمريكية)

فريق الخبراء المعني بانبعاثات أكسيد النيتروز من إنتاج حمض الأديبيك وحمض النيتريك

الرئيس المشارك

ماك مكفار لاند (الولايات المتحدة الأمريكية)

مؤلفا ورقات الخلفية

هايكه مينهارت (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ رون ريمر (الولايات المتحدة الأمريكية)

المشاركون

وايلي باربور (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ ستانيسلاف بوغدانوف (بلغاريا)؛ تاكا هيرايشي (اليابان)؛ جو مانجينو (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ جوس أوليفيه (هولندا)؛ آستريد أولسون (السويد)؛ مايكل ستروجيلز (ألمانيا)؛ ميلوس تيشي (الجمهورية التشيكية)؛ مات وليامسون (الولايات المتحدة الأمريكية)

فريق الخبراء المعني باتبعات المركبات الكربونية المشبعة بالفلور الناجمة عن إنتاج الألومنيوم

الرئيسان المشاركان

مايكل اتكينسون (أستراليا) ؛ وليام أغيماغ-بونسو (غانا)

مؤلفو ورقات الخلفية

فيكرام باكشي (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ إريك ج. دولين (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ مايكل ج. جيبس (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ كارين لوسن و ديانا باب (الولايات المتحدة الأمريكية)

المشاركون

فيكرام باكشي (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ ويللي جبرك (المملكة المتحدة)؛ غاي بوشار (كندا)؛ إريك دولين (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ يوشن هارنيس (ألمانيا) بوروشوتام كونوار (نيبال)؛ بيرنارد ليبير (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ فيليب ليفاسير (فرنسا)؛ بترا مارينهولتس (ألمانيا)؛ جيري ماركس (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ جون بولن (أستراليا)؛ سالي راند (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ إيمانويل ريفيير (فرنسا)؛ كريستين ريبدال (النرويج)؛ ديبورا أوتينجر-شيفر (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ كيوتو تانايا (اليابان)

فريق الخبراء المعني باتبعات سادس فلوريد الكبريت من إنتاج المغنيسيوم

الرئيسان المشاركان

بيل بالمر (كندا)؛ وبيتر دي توات (جنوب أفريقيا)

مؤلف ورقة الخلفية

بيل بالمر (كندا)

المشاركون

كاي أبيل (أستراليا)؛ سكوت بارتوس (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ لويل برانرز (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ كاترين اليرتون (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ وليام إيرفنج (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ توشياكي أوغيتا (اليابان)؛ ناتاليا باراسيوك (أوكرانيا)؛ تاكويما سويزو (اليابان)؛ توم ترييب (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ شن جنلن (الصين)

فريق الخبراء المعني باتبعات سادس فلوريد الكبريت من المعدات الكهربائية وغيرها من المصادر

الرئيسان المشاركان

يوس أوليفيه (هولندا) ونيوتن باسيورنيك (البرازيل)

مؤلفو ورقات الخلفية

جوس غ.ي. أوليفيه (هولندا) و يوست باكير (هولندا)

المشاركون

رينر بيتش (ألمانيا)؛ لويل براذرز (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ إريك دولين (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ كاثرين بيرتون (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ يوشن هارنيس (ألمانيا)؛ بيترا مارينهولتز (ألمانيا)؛ بيل بالمر (كندا)؛ ناتاليا باراسيوك (أوكرانيا)؛ ابوالد بريسيغر (ألمانيا)؛ مايكل ستروجيز (ألمانيا)؛ تاكويما سويزو (اليابان)؛ شن جنلان (الصين)

فريق الخبراء المعني بانبعثات المركبات الكربونية المشبعة بالفلور والمركبات الكربونية الفلورية الهيدروجينية وسادس فلوريد الكبريت الناجمة عن صناعة أشباه الموصلات

الرئيسان المشاركان

أليكسي كوكورين (الاتحاد الروسي) و سالي راند (الولايات المتحدة الأمريكية)

مؤلفا ورقات الخلفية

سكوت بارتوس (الولايات المتحدة الأمريكية) و س. شيرد بيرتون (الولايات المتحدة الأمريكية)

المشاركون

كينيث آيتشيسون (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ سكوت بارتوس (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ لوري بو (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ شيرد بيرتون (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ دافيد غرين (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ فيليب ليفاسير (فرنسا)؛ مايكل موسيلا (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ جيري مايرز (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ توشياكي أوغيتا (اليابان)؛ ايمانول ريفير (فرنسا)؛ ديبورا أوتينغر شيفر (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ بيتر دي توات (جنوب أفريقيا)

فريق الخبراء المعني بانبعثات بدائل المواد المستنفدة للأوزون

الرئيسان المشاركان

آرشي ماك كولوك (المملكة المتحدة) و رينالدو فورت الإبن (الولايات المتحدة الأمريكية)

مؤلفو ورقات الخلفية

رينالدو فورت الإبن (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ آرشي ماك كولوك (المملكة المتحدة)؛ بولين ميدجلي (المملكة المتحدة)

المشاركون

راضي أغاروال (الهند)؛ بول أشفورد (المملكة المتحدة)؛ وارد اتكينسون (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ جيمس بيكر (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ بيير بوالو (كندا)؛ مارفن برانسكوم (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ مرغريت فان بروميلين (هولندا)؛ نيك كامبل (المملكة المتحدة)؛ أنيتا سيسيرو (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ دينيس كلوديك (فرنسا)؛ يوشي فوجيموتو (اليابان)؛ فرانسيس غرونشار (بلجيكا)؛ توشيو هيراتا (اليابان)؛ نيكلاس هون (أمانة اتفاقية الأمم المتحدة الاطارية بشأن تغير المناخ)؛ اليسا ايربولا (فنلندا)؛ مايك جيفس (بلجيكا)؛ فرد كيلر (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ أليكسي كوكورين (الاتحاد الروسي)؛ كانديدو لومبا (البرازيل)؛ جوليا مارتيناس (المكسيك)؛ توماس مارتسن (الهيئة الحكومية

الدولية المعنية بتغير المناخ/منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية)؛ آرثر نوجوك (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ يوتاكا أوباتا (اليابان)؛ جون أوينز (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ كريستوف بيتيجان (فرنسا)؛ ماريت فيكتوريا بترسن (النرويج)؛ ابوالد بريسغر (ألمانيا)؛ اريك راسموسن (الدنمرك)؛ ماساتاكسا سابوري (اليابان)؛ ديبورا أوتينغر شيفر (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ ستيفين سايدل (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ لن سواتكوفسكي (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ دوين غاري تايلر (كندا)؛ دانيال فيردونيك (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ دنكان يلين (المملكة المتحدة)

فريق الخبراء المعني بتقدير انبعاثات ثلاثي فلورو الميثان من صناعة كلورو ثنائي فلورو الميثان

الرئيسان المشاركان

نيك كامبل (المملكة المتحدة) وجوليا مارتيناس (المكسيك)

مؤلفا ورقات الخلفية

مارفن برانسكوم (الولايات المتحدة الأمريكية) ووليام ارفينغ (الولايات المتحدة الأمريكية)

المشاركون

مارفن برانسكوم (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ مارك كريسماس (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ تاكا هيرايشي (اليابان)؛ وليام ارفينغ (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ ستيفين سايدل (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ ماثيو وليامسون (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ وي جيهونغ (الصين)

المحتويات

الفصل ٣: العمليات الصناعية

٩	..... عرض مجمل
١٠	..... ١-٣ انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الصناعة
١٠	..... ١-١-٣ إنتاج الأسمنت
٢٢	..... التذييل ١-٣-١- تعريف أصناف الأسمنت
٢٤	..... ٢-١-٣ إنتاج الجير
٣٠	..... ٣-١-٣ صناعة الحديد والصلب
٣٧	..... ٢-٣ انبعاثات أكسيد النيتروز من إنتاج حمض الأديبيك وحمض النيتريك
٣٧	..... ١-٢-٣ المسائل المنهجية
٤٣	..... ٢-٢-٣ التقارير والوثائق
٤٤	..... ٣-٢-٣ ضمان ومراقبة جودة عمليات الحصر
٤٦	..... ٣-٣ انبعاثات مركبات الكربون المشبعة بالفلور من إنتاج الألمنيوم
٤٦	..... ١-٣-٣ المسائل المنهجية
٥٤	..... ٢-٣-٣ التقارير والوثائق
٥٥	..... ٣-٣-٣ ضمان ومراقبة جودة عمليات الحصر
٥٧	..... ٤-٣ انبعاثات سادس فلوريد الكبريت من إنتاج المغنيسيوم
٥٧	..... ١-٤-٣ المسائل المنهجية
٦١	..... ٢-٤-٣ التقارير والوثائق
٦١	..... ٣-٤-٣ ضمان ومراقبة جودة عمليات الحصر
٦٤	..... ٥-٣ انبعاثات سادس فلوريد الكبريت من المعدات الكهربائية والمصادر الأخرى
٦٤	..... ١-٥-٣ المعدات الكهربائية
٧٨	..... ٢-٥-٣ المصادر الأخرى لسادس فلوريد الكبريت
٨٣	..... ٣-٥-٣ إنتاج سادس فلوريد الكبريت
	..... ٦-٣ انبعاثات مركبات الكربون المشبعة بالفلور والمركبات الكربونية الفلورية الهيدروجينية وسادس
٨٦	..... أكسيد الكبريت الناجمة عن تصنيع أشباه الموصلات
٨٦	..... ١-٦-٣ المسائل المنهجية
٩٧	..... ٢-٦-٣ التقارير والوثائق
٩٨	..... ٣-٦-٣ ضمان ومراقبة جودة عمليات الحصر
١٠٠	..... ٧-٣ انبعاثات بدائل المواد المستنفدة للأوزون
١٠٠	..... عرض مجمل (٣-٧-١ إلى ٣-٧-٧)
١٠٠	..... المسائل المنهجية العامة المتعلقة بفئات مصادر بدائل المواد المستنفدة للأوزون
	..... التقارير والوثائق المتعلقة بكل فئات المصادر الثانوية لبائل المواد المستنفدة
١٠٦	..... للأوزون
١٠٧	..... ضمان ومراقبة جودة كل فئات المصادر الثانوية لبائل المواد المستنفدة للأوزون
١٠٨	..... ١-٧-٣ الفئة الثانوية لمصادر بخاخات الأيروسول
١١٣	..... ٢-٧-٣ الفئة الثانوية لمصادر المذيبات
١١٨	..... ٣-٧-٣ الفئة الثانوية لمصادر الرغاوى
١٢٦	..... ٤-٧-٣ الفئة الثانوية لمصادر التبريد الثابت
١٣٥	..... ٥-٧-٣ الفئة الثانوية لمصادر تكييف الهواء في المركبات
١٤٤	..... ٦-٧-٣ الفئة الثانوية لمصادر الوقاية من الحرائق
١٥٠	..... ٧-٧-٣ الفئة الثانوية لمصادر التطبيقات الأخرى
١٥٥	..... ٨-٣ تقدير انبعاثات ثلاثي فلورو الميثان من صناعة كلورو ثنائي فلورو الميثان
١٥٥	..... ١-٨-٣ المسائل المنهجية
١٥٨	..... ٢-٨-٣ التقارير والوثائق
١٥٩	..... ٣-٨-٣ ضمان ومراقبة جودة عمليات الحصر
١٦١	..... المراجع

الأشكال التوضيحية

١٢	شجرة قرارات لتقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من إنتاج الأسمنت	الشكل ١-٣
٢٦	شجرة قرارات لإنتاج الجير	الشكل ٢-٣
٣٣	شجرة قرارات لصناعة الحديد والصلب	الشكل ٣-٣
٣٩	شجرة قرارات لانبعاثات أكسيد النيتروز من إنتاج حمض الأديبيك وحمض النيتريك	الشكل ٤-٣
٤٧	شجرة قرارات لانبعاثات مركبات الكربون المشبعة بالفلور من الألومنيوم	الشكل ٥-٣
٥٩	شجرة قرارات لانبعاثات سادس فلوريد الكبريت من إنتاج المغنيسيوم	الشكل ٦-٣
٦٥	شجرة قرارات لسادس فلوريد الكبريت المنبعث من المعدات الكهربائية	الشكل ٧-٣
٧٩	شجرة قرارات للاستخدامات الأخرى لسادس فلوريد الكبريت	الشكل ٨-٣
٨٥	شجرة قرارات لإنتاج سادس فلوريد الكبريت	الشكل ٩-٣
٨٧	شجرة قرارات انبعاثات مركبات الكربون الفلورية الناجمة عن تصنيع أشباه الموصلات	الشكل ١٠-٣
١٠١	شجرة قرارات عامة لكل بدائل المواد المستنفدة للأوزون	الشكل ١١-٣
١٠٩	شجرة قرارات لانبعاثات الفعالية (المستوى ٢) من الفئة الثانوية لمصادر بخاخات الأيروسول	الشكل ١٢-٣
١١٥	شجرة قرارات لانبعاثات الفعالية (المستوى ٢) من الفئة الثانوية لمصادر المذيبات	الشكل ١٣-٣
١٢٠	شجرة قرارات لانبعاثات الفعالية (المستوى ٢) الناجمة عن الفئة الثانوية لمصادر الرغوى	الشكل ١٤-٣
١٢٨	شجرة قرارات لانبعاثات الفعالية (المستوى ٢) من الفئة الثانوية لمصادر التبريد	الشكل ١٥-٣
١٣٦	شجرة قرارات لانبعاثات الفعالية (المستوى ٢) الناجمة عن الفئة الثانوية لمصادر تكييف الهواء في المركبات	الشكل ١٦-٣
١٤٦	شجرة قرارات لانبعاثات الفعالية (المستوى ٢) الناجمة عن الفئة الثانوية لمصادر الوقاية من الحرائق	الشكل ١٧-٣
١٥٢	شجرة قرارات لانبعاثات الفعالية (المستوى ٢) الناجمة عن الفئة الثانوية لمصادر التطبيقات الأخرى	الشكل ١٨-٣
١٥٦	شجرة قرارات لانبعاثات ثلاثي فلورو الميثان الناتجة عن صناعة كلورو ثنائي فلورو الميثان	الشكل ١٩-٣

الجدول

١٧	النسبة المئوية للكلنكر في خليط إنتاج الأسمنت	الجدول ١-٣
١٨	مثال لحساب مقدار عدم التيقن في إنتاج الأسمنت استنادا إلى الخطوات المبينة في الشكل ٣-١	الجدول ٢-٣
٢٢	أمثلة لجزء الكلنكر في "وصفات" الأسمنت الممزوج (استنادا إلى المقاييس الأمريكية)	الجدول ٣-٣ ألف
٢٢	تصنيف أنواع الأسمنت (استنادا إلى المقاييس الأوروبية) (الجزء الأول من الموصفات القياسية الألمانية ١١٦٤))	الجدول ٣-٣ باء
٢٧	المعالم الأساسية لحساب معاملات الانبعاثات المقترنة بإنتاج الجير	الجدول ٤-٣
٢٧	تصحيح بيانات الأنشطة المتعلقة بالجير المطفا	الجدول ٥-٣
٣٤	معاملات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من تحضير الفلزات (طن متري من ثاني أكسيد الكربون/طن متري من عامل الاختزال)	الجدول ٦-٣
٤٠	المعاملات الافتراضية لإنتاج حمض الأديبيك	الجدول ٧-٣
٤١	المعاملات الافتراضية لإنتاج حمض النيتريك	الجدول ٨-٣
٥١	المعاملات الافتراضية لحساب انبعاثات مركبات الكربون المشبعة بالفلور الناجمة عن إنتاج الألومنيوم (طرق المستوى ٢)	الجدول ٩-٣
٥٢	معاملات الانبعاثات الافتراضية ونطاقات عدم التيقن المتعلقة بحساب انبعاثات مركبات الكربون المشبعة بالفلور الناجمة عن إنتاج الألومنيوم (بحسب نوع التكنولوجيا المستخدمة)	الجدول ١٠-٣
٥٥	الممارسات السليمة للإبلاغ عن المعلومات المتعلقة بانبعاثات مركبات الكربون المشبعة بالفلور الناجمة عن إنتاج الألومنيوم بحسب المستوى	الجدول ١١-٣
	المعاملات الافتراضية لانبعاثات سادس فلوريد الكبريت من المعدات الكهربائية- المستوى ٢	الجدول ١٢-٣

٧١	(جزء سادس فلوريد الكبريت في السنة)	
	مستويات عدم التيقن في معاملات الانبعاثات الافتراضية لسادس فلوريد الكبريت الناتج عن المعدات الكهربائية	الجدول ٣-١٣
٧٥	.....
	الممارسة السليمة في الإبلاغ عن المعلومات المتعلقة بانبعاثات سادس فلوريد الكبريت من المعدات الكهربائية	الجدول ٣-١٤
٧٦	.....
	المعاملات الافتراضية لانبعاثات المركبات الكربونية الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور وسادس فلوريد الكبريت الناجمة عن تصنيع أشباه الموصلات	الجدول ٣-١٥
٩٢	.....
	المعلومات اللازمة لتحقيق الشفافية الكاملة في تقديرات الانبعاثات الناجمة عن صناعة أشباه الموصلات	الجدول ٣-١٦
٩٨	.....
	معاملات الانبعاثات الافتراضية للمركبات الكربونية الفلورية الهيدروجينية/مركبات الكربون المشبعة بالفلور المتولدة عن الرغاوى المغلقة الخلية	الجدول ٣-١٧
١٢١	.....
	معاملات الانبعاثات الافتراضية لتطبيقات المركبات الكربونية الفلورية الهيدروجينية - ١٣٤ أ- (الفئة الثانوية لمصادر الرغاوى) (المستقاة من المعلومات القائمة عن المركبات الكربونية الفلورية الكلورية/مركبات الكربون المشبع بالفلور المجمع من البحوث الوطنية/الدولية)	الجدول ٣-١٨
١٢١	.....
	معاملات الانبعاثات الافتراضية لتطبيقات المركبات الكربونية الفلورية الهيدروجينية-٢٤٥- أ/المركبات الكربونية الفلورية الهيدروجينية 365mfc (الفئة الثانوية لمصادر الرغاوى)- المستقاة من المعلومات القائمة عن المركبات الكربونية الفلورية الكلورية/مركبات الكربون المشبع بالفلور المجمع من البحوث الوطنية/الدولية)	الجدول ٣-١٩
١٢٢	.....
	استخدام بدائل المواد المستنفدة للأوزون في صناعة عوامل نفخ الرغاوى (انبعاثات منتجات الرغاوى بحسب الغاز بدائل المواد المستنفدة للأوزون)	الجدول ٣-٢٠
١٢٤	.....
	توثيق الممارسات السليمة المتعلقة بالتبريد الثابت	الجدول ٣-٢١
١٣٣	.....
	أفضل التقديرات (أحكام الخبراء) بشأن شحنة وعمر ومعاملات الانبعاثات الناجمة عن أجهزة التبريد الثابتة	الجدول ٣-٢٢
١٣٤	.....
	معالم الانبعاث الافتراضية لبدائل المواد المستنفدة للأوزون من الفئة الثانوية لمصادر تكييف الهواء في المركبات(النهج السعودي)	الجدول ٣-٢٣
١٣٩	.....
	معالم الانبعاث الافتراضية المحددة من الهيئة لبدائل المواد المستنفدة للأوزون الناجمة عن الفئة الثانوية لمصادر تكييف الهواء في المركبات (النهج النزولي)	الجدول ٣-٢٤
١٤١	.....
	توثيق الممارسات السليمة في تكييف هواء المركبات	الجدول ٣-٢٥
١٤٣	.....
	معالم الانبعاث الافتراضية المحددة من الهيئة للفئة الثانوية لمصادر الوقاية من الحرائق (النهج السعودي)	الجدول ٣-٢٦
١٤٧	.....
	معالم الانبعاث الافتراضية المحددة من الهيئة لتطبيقات الاحتواء (الفئة الثانوية لمصادر التطبيقات الأخرى)	الجدول ٣-٢٧
١٥٣	.....

٣ العمليات الصناعية

عرض مجمل

يتناول هذا الفصل فئات مصادر العمليات الصناعية المبينة في الخطوط التوجيهية للهيئة المعدلة لعام ١٩٩٦ بشأن القوائم الوطنية لحصر انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (الخطوط التوجيهية للهيئة). ويقدم الفصل إرشادات الممارسة السليمة المتعلقة بفئات مصادر الانبعاثات الرئيسية، بما في ذلك: إنتاج الأسمنت، وإنتاج الجير، وصناعة الحديد والصلب، وإنتاج حمض الأديبيك وحمض النيتريك، وإنتاج الألومنيوم، وإنتاج المغنيسيوم، وانبعاثات سادس فلوريد الكبريت المتولدة عن المعدات الكهربائية وعن مصادر أخرى، وانبعاثات مركبات الكربون المشبعة بالفلور والمركبات الكربونية الفلورية الهيدروجينية وسادس فلوريد الكبريت الناجمة عن صناعة أشباه الموصلات، وانبعاثات بدائل المواد المستنفدة للأوزون وهي تشمل سبعا من فئات المصادر الثانوية، و صناعة كلورو ثنائي فلورو الميثان.

ولم يتم بعد وضع إرشادات الممارسة السليمة لفئات المصادر التالية المبينة في الفصل الثاني من الخطوط التوجيهية للهيئة المعنون "العمليات الصناعية": استخدام الحجر الجيري والدولوميت (بما في ذلك استخدامهما في صناعة الحديد والصلب)، وإنتاج واستخدام رماد الصودا، وإنتاج واستخدام مختلف المنتجات المعدنية، وإنتاج النشادر، وإنتاج الكريبيد، وإنتاج المواد الكيميائية الأخرى، والسبائك الحديدية، وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الألومنيوم، وإنتاج الفلزات الأخرى، وسادس فلوريد الكبريت المستخدم في مسابك الألومنيوم والمغنيسيوم، وصناعات اللب والورق، وصناعات الأغذية والمشروبات. وبطبيعة الحال ينبغي على وكالات حصر الغازات أن تستمر في تطبيق الخطوط التوجيهية للهيئة على فئات المصادر تلك. ويمكن أيضا أن تطبق على تلك الفئات الأجزاء الشاملة من إرشادات الممارسة السليمة الواردة في الفصول من السادس إلى الثامن والمرفقات.

ووفقا للخطوط التوجيهية للهيئة فإن كل انبعاثات المركبات الكربونية الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور وسادس فلوريد الكبريت، بما في ذلك الانبعاثات التي تحدث في القطاعات غير الصناعية، ينبغي إدراجها في قطاع العمليات الصناعية (انظر الإرشادات المبينة في الأقسام من ٣-٣ إلى ٣-٨). وينبغي النظر في "مقدار التدمير" في كل واحدة من معادلات الانبعاث. وهناك حاليا قليل من ممارسات المعالجة التي تدمر المركبات الكربونية الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور وسادس فلوريد الكبريت. على أنه قد يتم في المستقبل تطوير عمليات تدمير معالجة بغية الحد من الانبعاثات.

ولإضفاء مزيد من الوضوح على هذا الفصل فإن أرقام المستويات تقدم في بعض الأحيان كأسماء بديلة لطرق تم وصفها في الخطوط التوجيهية للهيئة دون أن تعطى أرقاماً. كذلك فقد تم تبيان مستويات إضافية في بعض الحالات من خلال عملية تحديد إرشادات الممارسة السليمة في فئة معينة من فئات المصادر. وبالنسبة لفئات مصادر العمليات الصناعية فإن النهج القائم على أساس المستويات كما هو مبين في الأقسام وشجرات القرارات ينبغي تفسيره على النحو التالي (انظر الإرشادات الواردة في القسم ٧-٢ تحت عنوان "تحديد فئات المصادر الرئيسية الوطنية" من الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب").

- إذا كانت فئة المصادر غير رئيسية ولكن بيانات وموارد وكالة حصر الغازات تتيح إجراء عملية حساب الانبعاثات باستخدام طريقة ذات مستوى ٢ أو أعلى، فإن وكالة حصر الغازات مشجعة بطبيعة الحال على القيام بذلك (بدلاً من استخدام نهج المستوى ١).

- إذا كانت فئة المصادر الرئيسية وكانت وكالة حصر الغازات غير قادرة على جمع البيانات واستخدام الطريقة (أو المستوى) المقترح للممارسة السليمة، فمن الممارسة السليمة استخدام الطريقة ذات مستوى ١ لحساب الانبعاثات وتوثيق السبب وراء استخدام هذه الطريقة.

١-٣ انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الصناعة

لقد ظهر في القسم ١-٢ المعنون "عرض مجمل للعمليات الصناعية" من المجلد الثالث للخطوط التوجيهية للهيئة أن الفصل بين العوامل الوسيطة واستخدامات الطاقة وبين تحديد النواتج الثانوية للوقود من العمليات، هو مجال يتسم بصعوبة خاصة في مجال إحصاءات الطاقة. ولتقادي الازدواجية أو السهو في حساب ثاني أكسيد الكربون، ينبغي للقائمين بتجميع انبعاثات الطاقة والانبعاثات المرتبطة بالصناعة أن يتعاونوا تعاوناً وثيقاً وأن يقرنوا بياناتهم الأساسية المتعلقة باستخدام الوقود. ويعد التعاون الوثيق مهماً بصفة خاصة في صناعة الحديد والصلب حيث، وانطلاقاً من **الخطوط التوجيهية**، يعتبر استهلاك الكوك (أو الفحم) صناعياً نظراً لأن الغرض الرئيسي من أكسدة الكوك (أو الفحم) هو إنتاج الحديد الغفل، لا إنتاج الحرارة من أجل العملية الصناعية. وهناك مجال آخر ممكن لازدواجية العد، وهو "انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن استخدام الحجر الجيري والدولوميت" التي ينبغي أخذها في الحسبان في القسم المحدد لها (القسم ٥-٢ المعنون "استخدام الحجر الجيري والدولوميت" من المجلد الثالث في **الخطوط التوجيهية للهيئة**) وليس ضمن الفئات الأخرى لمصادر العمليات الصناعية الواردة في **الخطوط التوجيهية للهيئة** حيث هناك إشارة إلى استخدامهما، كما في حالة الفئة الثانوية لمصادر الحديد والصلب.

١-١-٣ إنتاج الأسمنت

١-١-٣-٣ المسائل المنهجية

تتولد انبعاثات ثاني أكسيد الكربون أثناء إنتاج الكلنكر الذي يعد مكوناً وسيطاً في عملية صناعة الأسمنت. وأثناء إنتاج الكلنكر، يسخن (يكلس) الحجر الجيري، وهو يتكون في معظمه (٩٥ في المائة) من كربونات الكالسيوم، كي يتم إنتاج الجير وثاني أكسيد الكربون كنواتج ثانوية. ويتفاعل الجير بعد ذلك مع السليكا والألومنيوم وأكاسيد الحديد الموجودة في المواد الخام للحصول على معادن الكلنكر (وهي تتألف في الأغلب الأعم من سليكات الكالسيوم الهيدروكسيد) ولكن هذه التفاعلات لا تولد مزيداً من ثاني أكسيد الكربون. ويتمثل التحدي الرئيسي الذي ينطوي عليه تقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المتولدة عن إنتاج الأسمنت في التغلب على الصعوبة المتمثلة في احتمال تفاوت نسب الكلنكر في الأسمنت ونسب محتوى الجير في الكلنكر.

اختيار الطريقة

يبين المخطط الشجري لقرارات في الشكل ١-٣ المعنون "شجرة قرارات لتقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من إنتاج الأسمنت" الممارسات السليمة لاختيار الطريقة الملائمة. ونظراً لانبعاث ثاني أكسيد الكربون أثناء الإنتاج الوسيط للكلنكر فإن من الممارسة السليمة تقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون باستخدام بيانات إنتاج الكلنكر ومحتوى الجير في الكلنكر وتصحيح البيانات من الفاقد الذي يأتي مما يسمى رماد أفران الأسمنت (المستوى ٢). وإذا لم يكن ممكناً الحصول مباشرة على بيانات إنتاج الكلنكر، فينبغي استنباط إنتاج الكلنكر من إنتاج الأسمنت وإجراء التصحيح الناتج عن إحصاءات واردات وصادرات الكلنكر (المستوى ١). وحالما يتم التوصل إلى تقدير لإنتاج الكلنكر، يتم تقدير

انبعاثات ثاني أكسيد الكربون للطريقة ذات المستوى ١ من خلال عملية مشابهة لطريقة المستوى ٢. ولا تعتبر من طرق الممارسة السليمة تلك الطريقة البسيطة المبينة في الخطوط التوجيهية للهيئة المتمثلة في ضرب معامل انبعاثات افتراضي للأسمنت في إنتاج الأسمنت بدون تصحيح واردات/صادرات الكلنكر.

طريقة المستوى ٢: استخدام بيانات إنتاج الكلنكر

من أدق طرق الممارسة السليمة استخدام إجمالي البيانات المتعلقة بإنتاج الكلنكر على مستوى المنشأة الصناعية أو المستوى الوطني والبيانات المتعلقة بمحتوى الجير في الكلنكر، ويعبر عنها كعامل انبعاث باتباع المعادلة ١-٣:

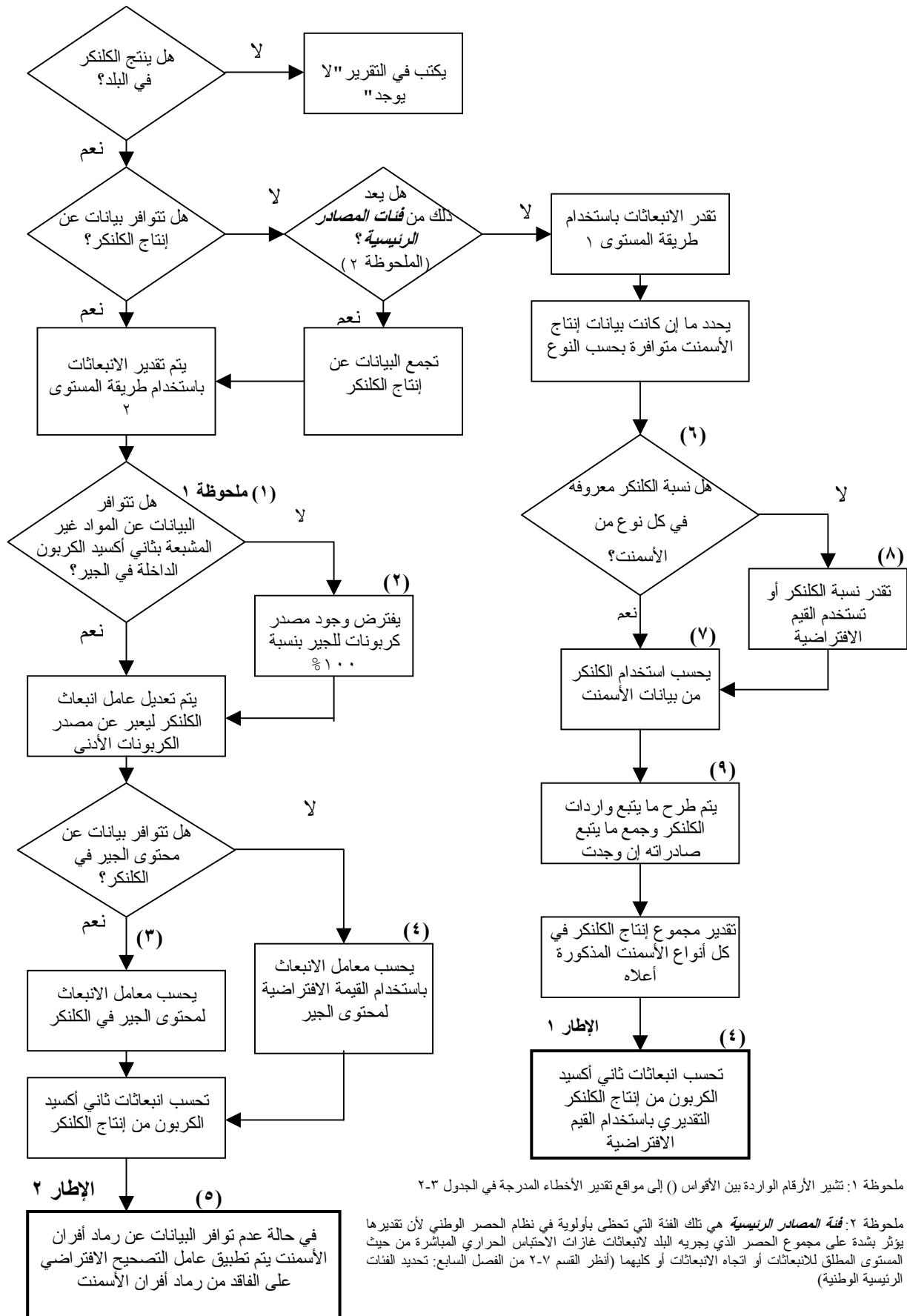
المعادلة ١-٣

$$\text{Emissions} = \text{EF}_{\text{clinker}} \bullet \text{Clinker Production} \bullet \text{CKD Correction Factor}$$

الانبعاثات = معامل انبعاثات الكلنكر • إنتاج الكلنكر • معامل تصحيح رماد أفران الأسمنت

ويفترض هذا النهج أن كل الجير يأتي من مصدر كربونات (مثل كربونات الكالسيوم في الحجر الجيري). وأما إذا توافرت بيانات عن المصادر غير المشبعة بثاني أكسيد الكربون فينبغي تعديل (تخفيض) معامل انبعاثات الكلنكر.

الشكل ٣-١ شجرة قرارات لتقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من إنتاج الأسمنت



ورماد أفران الأسمنت هو غبار غير مكلس إلى تام التكليس يتكون في أفران الأسمنت^١ ويمكن إعادة معالجة هذا الغبار جزئياً أو كلياً في الفرن. ويمكن اعتبار أي غبار لا تعاد معالجته مفقوداً بالنسبة للنظام من حيث انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. ومن الممارسة السليمة تصحيح ثاني أكسيد الكربون لما هو موجود في الغبار المكلس الذي لا تعاد معالجته (المفقود) لأن هذا الغبار لن يدخل في الكلنكر المنتج. ويمكن أن يتفاوت مقدار ثاني أكسيد الكربون المفقود ولكنه يتراوح في العادة بين نحو ١,٥ في المائة في أي مصنع حديث ونحو ٨ في المائة في أي مصنع يفقد الكثير من غبار أفران الأسمنت الشديد التكليس (فان أوس، ١٩٩٨). ونظراً لندرة البيانات عن غبار أفران الأسمنت فإن المعامل الافتراضي لتصحيح غبار أفران الأسمنت هو ١,٠٢ (أي بإضافة ٢ في المائة إلى ثاني أكسيد الكربون المحسوب للكلنكر). وإذا لم يكن هناك اعتقاد بوجود فارق من غبار أفران الأسمنت في النظام فسوف تؤخذ قيمة معامل التصحيح ١,٠٠ (فان أوس، ١٩٩٨).

طريقة المستوى ١: استخدام بيانات إنتاج الأسمنت

كما جاء من قبل، فإن حساب انبعاثات ثاني أكسيد لكاربون مباشرة من إنتاج الأسمنت (أي باستخدام معامل انبعاث ثابت على أساس الأسمنت) يتعارض مع الممارسة السليمة. وبدلاً من ذلك، وفي حالة عدم توافر معلومات عن إنتاج الكلنكر على المستوى الوطني، قد تستخدم بيانات إنتاج الأسمنت لتقدير إنتاج الكلنكر مع مراعاة أنواع الأسمنت المنتجة وإدراج تصحيح لتجارة الكلنكر الدولية (الصادرات والواردات) عند الاقتضاء كما هو مبين في المعادلة ٢-٣:

المعادلة ٢-٣

Estimated Clinker Production = Cement Production • Clinker Fraction

- Imported Clinker + Exported Clinker

إنتاج الكلنكر التقديري = إنتاج الأسمنت • نسبة الكلنكر

- واردات الكلنكر + صادرات الكلنكر

وينبغي جمع البيانات عن نسبة الكلنكر الخاصة بكل مصنع إن توفرت، وإلا فإنه يمكن استخدام نسبة افتراضية للكلنكر. وإذا لم يكن ممكناً تجزئة إنتاج الأسمنت بحسب النوع وإذا كان يعتقد بوجود إنتاج لنوعي الأسمنت الممزوج وأسمنت

^١ كل أفران الأسمنت تقريباً تنتج غبار أفران الأسمنت الذي يتألف في معظمه من خليط من المواد الخام المكلسة وغير المكلسة والكلنكر. ولا يتوفر إلا قليلاً من البيانات عن مجموع إنتاج غبار أفران الأسمنت وتركيبه والتخلص منه، إذ أن هذه تتبع التكنولوجيات المستخدمة في المصنع ويمكن أن تتغير بمرور الزمن. وبشكل عام فإن مقدار غبار أفران الفحم المنتج يمكن تقديره بما يساوي نحو ١,٥ إلى ٢ في المائة من وزن إنتاج الكلنكر (فان أوس، ١٩٩٨). ويمكن إعادة معالجة غبار أفران الفحم مباشرة أو يمكن استعادته عن طريق الترسيب أو الترشيح الكهربائي السكوني (بيوت الأكياس) من مداخل العادم (التي لا تطلق في الغلاف الجوي إلا في المصانع البدائية في البلدان النامية). وقد يعالج غبار أفران الأسمنت المستعاد كمادة خام تستخدم في أغراض أخرى أو قد تنقل إلى حفرة لدفن القمامة. ويمكن أن تكون درجة إعادة الإعادة إلى الفرن محدودة نظراً لأن من شأن غبار أفران الأسمنت أن يؤدي إلى تراكم الملوثات، مثل المركبات القلوية. وأما غبار أفران الأسمنت الذي لا يعاد إلى الفرن فإنه يعتبر مفقوداً في النظام من حيث انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. وجزء الكربونات المكلسة أو المكلسة جزئياً الذي يتألف منه غبار أفران الأسمنت المفقود يمثل توليداً لثاني أكسيد الكربون المستخدم في التكليس والذي لا يدخل في حساب مقدار الكلنكر المنتج. ومن المحتمل أن ثاني أكسيد الكربون الإضافي يساوي نحو ١,٥ إلى ٢ في المائة من ثاني أكسيد الكربون المحسوب للكلنكر في البلدان المتقدمة التي تستخدم مصانع حديثة والتي تقوم بإعادة معالجة معتدلة لغبار أفران الأسمنت في الأفران (فان أوس، ١٩٩٨). وأما في المصانع التي لا تجري إلا قليلاً من عمليات المعالجة فإن النسبة المئوية تكون مرتفعة نوعاً ما (٣ في المائة مثلاً) وإذا كان غبار أفران الأسمنت المفقود يتألف في معظمه من المواد المكلسة فإن ثاني أكسيد الكربون الإضافي يمكن أن

بورتلاند على السواء فمن الممارسة السليمة افتراض نسبة الكلنكر ٧٥ في المائة. وإذا كان معلوما أن كل إنتاج الأسمنت هو في الأساس أسمنت بورتلاند فمن الممارسة السليمة حينئذ استعمال نسبة افتراضية للكلنكر بقيمة ٩٥ في المائة. وأما افتراض قيمة ٩٨,٣ في المائة لنسبة الكلنكر كما هو مقترح في الخطوط التوجيهية للهيئة فإنها قيمة شديدة الارتفاع.^٢

اختيار معاملات الانبعاثات

يتطلب المستويان ١ و ٢ معاملات انبعاث للكلنكر استنادا إلى الكيمياء الرياضية كما هو مبين في المعادلة ٣-٣:

المعادلة ٣-٣

$$EF_{\text{CLINKER}} = 0.785 \cdot \text{CAO CONTENT (WEIGHT FRACTION) IN CLINKER}$$

معامل انبعاث الكلنكر = ٠,٧٨٥ • المحتوى من الجير (جزء الوزن) في الكلنكر

وعامل الضرب (٠,٧٨٥) هو نسبة وزن ثاني أكسيد الكربون الجزيئي إلى الجير في الكلسيت المعدني الخام الذي يشتق منه كل أو معظم الجير الموجود في الكلنكر. ويمكن أن يتفاوت المحتوى من الجير نوعا ما بحسب البلدان والتسهيلات.

طريقة المستوى ٢

من الممارسة السليمة عند استخدام الطريقة ذات المستوى ٢، أن يقدر المحتوى من الجير في الكلنكر عن طريق جمع البيانات من المصانع أو الشركات كل على حدة. ومتوسط المحتوى من الجير في الكلنكر لا يتغير عموما تغيرا كبيرا كل عام، ولذلك يمكن تقديره بشكل دوري (كل ٥ سنوات مثلا) في كل بلد.^٣ وفي حالة عدم إمكانية الحصول على بيانات عن المحتوى من الجير لدى مصانع بعينها فيمكن استخدام نسبة افتراضية من الوزن قدرها ٠,٦٥ (انظر القسم ٢-٣ المعنون "إنتاج الأسمنت" في المجلد الثالث من الخطوط التوجيهية للهيئة).^٤

وتستند المعادلة ٣-٣ إلى افتراض أن الجير في الكلنكر يأتي من كربونات الكالسيوم. ولئن كان الحجر الجيري وما يتصل به من مواد الكربونات هو المصدر الرئيسي للجير المحتوي في الكلنكر فقد تكون هناك مصادر إضافية للجير (مثل خبث الحديدوز) لدى بعض المصانع. ولا تولد هذه الفرضية بشكل عام إلا خطأ صغيرا على أبعد تقدير، وأما إذا كان معلوما وجود مصادر أخرى للجير مستعملة بكميات

^١ يصل إلى نسبة أعلى (٦-٨ في المائة مثلا). ولا يرجح أن يزيد الحد الأقصى لثاني أكسيد الكربون الإضافي في معظم البلدان على ٥ في المائة من ثاني أكسيد الكربون في الكلنكر (فان أوس، ١٩٩٨).

^٢ قام حساب هذه النسبة على المحتوى الافتراضي للجير في الأسمنت (٦٣,٥ في المائة) وعلى النسبة الافتراضية للجير في الكلنكر (٦٤,٦ في المائة)، وهي تسفر عن نسبة للكلنكر في الأسمنت أعلى من نسبة معظم أنواع أسمنت بورتلاند النقية.

^٣ متوسط محتوى الجير في الكلنكر المستخدم في بلد ما هو المتوسط المرجح لمحتويات الجير في الكلنكر في مختلف المصانع المرجح بمستويات الإنتاج المناسبة (أي المضروبة بمعامل تصحيح غبار أفران الأسمنت المتعلقة بها) بحساب الأوزان. وينبغي للبلد الإبلاغ عن هذا المتوسط لأغراض المقارنة وضممان/مراقبة الجودة.

^٤ على الرغم من أن المصنع يتحكم عموما بدقة بمحتوى الجير في كل نوع محدد من الأسمنت (ما بين ١ إلى ٣ في المائة) فإن محتوى الجير في الكلنكر قد يتفاوت تبعاً لنوع الأسمنت المنتج.

كبيرة في تغذية الأفران فينبغي طرح الجير الناتج عن المواد غير المشبعة بثاني أكسيد الكربون من الكلنكر. على أنه لا تتوافر بشكل عام البيانات الكمية المتعلقة بالمواد الخام المستهلكة في إنتاج الكلنكر.

طريقة المستوى ١

من الممارسة السليمة من المستوى ١ أن يستخدم نفس المحتوى الافتراضي للجير بنسبة ٦٥ في المائة مثلما في طريقة المستوى ٢، وهو ما يسفر عن معامل انبعاث يبلغ (٠,٥١ طن متري من ثاني أكسيد الكربون لكل طن متري من الكلنكر. على أنه إذا توافرت بيانات كافية عن المحتوى من الجير في الكلنكر فينبغي تقدير معامل انبعاث ثاني أكسيد الكربون على النحو المبين في طريقة المستوى ٢ (انظر الشكل ٣-١ المعنون "شجرة قرارات لتقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من إنتاج الأسمنت").

اختيار بيانات الأنشطة

طريقة المستوى ٢: بيانات إنتاج الكلنكر

الهدف من جمع البيانات عن فئة هذه المصادر هو الوصول إلى قيمة لإنتاج الكلنكر. ومن الممارسة السليمة جمع بيانات إنتاج الكلنكر مباشرة من الإحصاءات الوطنية أو يفضل جمعها من المصانع كل على حدة. وقد تشمل بيانات المصانع معلومات عن المحتوى من الجير في الكلنكر وربما عن مصادر الجير من غير الكربونات.

طريقة المستوى ١: بيانات إنتاج الأسمنت

إذا لم تتوفر بيانات وطنية عن إنتاج الكلنكر ولم يتح جمعها فإن البديل المفضل هو تقدير إنتاج الكلنكر استناداً إلى بيانات إنتاج الأسمنت. ويتطلب ذلك معرفة بإنتاج الأسمنت وكذلك تركيب الأسمنت والكلنكر في بلدان بعينها. وقد يتولد خطأ كبير في حساب الانبعاثات عند استخدام إنتاج الأسمنت وافترض نسبة افتراضية للكلنكر.

وينبغي النظر في العديد من المسائل عند تقدير إنتاج الكلنكر.

أولاً، من المسائل المهمة الاختيار بين تجميع البيانات بطريقة صعودية أو نزولية^٥. فتجميع البيانات من المنتجين كل على حدة بدلاً من استخدام المجاميع الوطنية سيزيد من دقة التقدير لأن هذه البيانات ستراعي التغيرات في الظروف على مستوى المصنع. ويتسم ذلك بأهمية خاصة عند تحديد الفروق الممكنة في تركيب الأسمنت والتذبذبات في الإنتاج السنوي (مثل استخدام المواد الوسيطة المستخدمة في صناعة الكلنكر بدلاً من الإنتاج في أرملة مختلفة).

وثانياً، ينبغي النظر في المحتوى من الكلنكر في الأسمنت والمحتوى من الجير في الكلنكر. ومن الممارسة

^٥ يعني ذلك في سياق إنتاج الأسمنت حصر البيانات على مستوى البلد مقابل حصرها على مستوى المصنع.

السليمة جمع بيانات تفصيلية عن إنتاج الأسمنت بحسب النوع لأن كل نوع من الأسمنت يحتوي على نسبة مختلفة من الكلنكر. وتختلف نسبة الكلنكر بين البلدان وينبغي الاهتمام بالتأكد من عدم تعارضها مع التعريف المحلي لأنواع الأسمنت (انظر الجدول ٣-١ المعنون "النسبة المئوية للكلنكر في خليط إنتاج الأسمنت" والجدول ٣-٣-ألف المعنون "أمثلة لنسب الكلنكر في 'صفات' الأسمنت الممزوج (استنادا إلى المقاييس الأمريكية) والجدول ٣-٣-باء المعنون "تصنيف أنواع الأسمنت (استنادا إلى المقاييس الأوروبية) (الجزء الأول من المواصفات القياسية الألمانية ١١٦٤)). ومن الأهمية البالغة تحديد أنواع الأسمنت المنتجة أو المدرجة في بيانات إنتاج الأسمنت لأن عددا من أنواع الأسمنت غير أسمنت بورتلاند المعروف قد تدرج في إحصاءات الأسمنت. وقد تتفاوت نسب الكلنكر كثيرا في هذه الأنواع من الأسمنت. وقد يتفاوت المحتوى من الجير في الكلنكر في شتى أنواع الأسمنت المنتجة ولكنه سيظل ثابتا نوعا ما من سنة إلى أخرى في نوع معين من أنواع الأسمنت. وإذا توافرت بيانات عن كل من نسبة الكلنكر والمحتوى من الجير على مستوى المصانع فيمكن استخدام هذه البيانات للوصول إلى متوسط على مستوى المصنع أو على مستوى البلد.

وثالثا، إذا لم يكن ممكنا تقسيم إنتاج الأسمنت بحسب النوع وتقدير نسبة الكلنكر في الأسمنت بشكل موثوق فيمكن استخدام قيم افتراضية لنسب الكلنكر/الأسمنت ولمحتوى الجير فيه. وكما هو مبين في الجدول ٣-١ فإن القيمة الافتراضية البالغة ٩٨,٣ في المائة المحددة في *الخطوط التوجيهية للهيئة* ستقضي بشكل عام إلى إفراط في تقدير انبعاثات ثاني الكربون. وهناك كثير من وكالات حصر الغازات التي تبلغ عن بيانات إنتاج الأسمنت الهيدرولي، غير أن هذا المصطلح يمكن أن يندرج تحته العديد من أنواع الأسمنت وقد تنشأ تقديرات مفرطة عن افتراض أنها بنسبة ١٠٠ في المائة إنتاج لأسمنت بورتلاند. ويمكن أن تتراوح نسبة الكلنكر بين قيمة مرتفعة تبلغ ٩٥-٩٧ في المائة في أسمنت بورتلاند وبين ٢٥ في المائة أو أقل في أسمنت الخبث المعدني (انظر الجدول ٣-٣-ألف المعنون "أمثلة لنسبة الكلنكر في 'صفات' الأسمنت الممزوج (استنادا إلى المقاييس الأمريكية) والجدول ٣-٣-باء المعنون "تصنيف أنواع الأسمنت (استنادا إلى المقاييس الأوروبية) (الجزء الأول من المواصفات القياسية الألمانية ١١٦٤)). ولذلك إذا لم يكن ممكنا تقسيم إنتاج الأسمنت بحسب النوع وإذا كان هناك شك في أن الإنتاج يتكون من الأسمنت الممزوج وأسمنت بورتلاند على السواء، فإنه من الممارسة السليمة افتراض نسبة للكلنكر قدرها ٧٥ في المائة. وإذا كان معلوما أن كل إنتاج الأسمنت هو في الأساس من نوع بورتلاند فإن من الممارسة السليمة استخدام قيمة افتراضية للكلنكر بنسبة ٩٥ في المائة. ويفترض في كلتا الحالتين أن الكلنكر يحتوي على جزء من الجير نسبته ٦٥ في المائة.

الاستيفاء

مصانع إنتاج الكلنكر هي بشكل عام كبيرة ومعروفة في كل بلد. ونتيجة ذلك فإن بيانات الكلنكر قد تتوفر في قواعد البيانات الإحصائية الوطنية أو يمكن جمعها بسهولة حتى وإن لم تكن البيانات منشورة في الإحصاءات الوطنية. وبيانات إنتاج الأسمنت أو الكلنكر التي يتم الحصول عليها من الإحصاءات الوطنية قد لا تكون مستوفية في بعض البلدان حيث يأتي جزء كبير من الإنتاج من العديد من الأفران الصغيرة وبخاصة الأفران البئرية الرأسية التي يصعب الحصول على بيانات عنها.

الجدول ١-٣ النسبة المئوية للكلنكر في خليط إنتاج الأسمنت					
النسبة المئوية للمواد المضافة (بزولان + خبث المعادن) في الأسمنت الممزوج (٣)					خليط إنتاج الأسمنت في البلد (أسمنت بورتلاند/الأسمنت الممزوج) (١)
%٧٥	%٤٠	%٣٠	%٢٠	%١٠	
٢٤	٥٧	٦٦	٧٦	٨٥	صفر/١٠٠
٢٦	٦٣	٧١	٧٩	٨٧	٨٥/١٥
٤٢	٦٦	٧٤	٨١	٨٨	٧٥/٢٥
٤٥	٦٨	٧٥	٨٢	٨٨	٧٠/٣٠
٥٢	٧٢	٧٨	٨٤	٨٩	٦٠/٤٠
٦٠	٧٦	٨١	٨٥	٩٠	٥٠/٥٠
٦٦	٨٠	٨٤	٨٧	٩١	٤٠/٦٠
٧٤	٨٤	٨٦	٨٩	٩٢	٣٠/٧٠
٧٧	٨٥	٨٨	٩٠	٩٣	٢٥/٧٥
٨٤	٨٩	٩١	٩٢	٩٤	١٥/٨٥
أسمنت بورتلاند المباشر المحتوي على نسبة ٩٥ في المائة من الكلنكر					صفر/١٠٠
<p>(أ) يشير خليط الإنتاج في البلد إلى مجمل أنواع المنتجات في البلد، فمثلاً "٢٥/٧٥" تعني أن ٧٥ في المائة من مجموع الإنتاج هو من أسمنت بورتلاند والباقي من الأسمنت الممزوج. ويفترض أن كل الأسمنت الهيدرولي هو من نوع بورتلاند أو الممزوج أو كليهما أو الزولان النقي. في عمليات البناء، الخليط التقريبي للإنتاج هو ٤٠/٦٠ إلى ٣٠/٧٠ من أسمنت بورتلاند/الأسمنت الممزوج في عمود نسبة ٧٥ في المائة من المواد المضافة. ويفترض عدم وجود أنواع أخرى من الأسمنت الهيدرولي (مثل الأسمنت الألوميني).</p> <p>(ب) يتيح إدراج الخبث المعدني توفير أساس لخليط بورتلاند أو أسمنت بورتلاند المحتوي على خبث الفرن العالي أو كليهما. ويفترض أن كل أنواع البورتلاند في الأسمنت الممزوج تحتوي على ٩٥ في المائة من الكلنكر. وتحسب القيم على هذا النحو: النسبة المئوية لأسمنت بورتلاند • ٩٥% + النسبة المئوية للمزج • [١٠٠- النسبة المئوية للمادة المضافة] • ٩٥%.</p> <p>المصدر: فان أوس (١٩٩٨).</p>					

وضع متسلسلة زمنية متسقة

من الممارسة السليمة حساب الانبعاثات المتولدة عن إنتاج الكلنكر باستخدام نفس الطريقة المتبعة كل عام في المتسلسلة الزمنية. وفي الحالات التي لا تتوفر فيها بيانات لدعم طريقة أكثر دقة في كل سنوات المتسلسلة الزمنية فمن الممارسة السليمة إعادة حساب هذه الثغرات وفقاً للإرشادات الواردة في الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب".

تقييم عدم التيقن

إذا توافرت بيانات الكلنكر فإن عدم التيقن في معامل الانبعاثات يساوي عدم التيقن المقترن بنسبة الجبر وبالفرضية المتمثلة في أنه مشتق كله من كربونات الكالسيوم. وحيث إن مقدار عدم التيقن في التحليل الكيميائي يتراوح بين ١ و ٢ في المائة فسوف تقترن هذه النسبة أيضاً بمعامل الانبعاثات. وتبلغ نسبة عدم التيقن في بيانات إنتاج الكلنكر ١-٢ في المائة. وإذا كان لابد من تقدير إنتاج الكلنكر استناداً إلى إنتاج الأسمنت فإن الخطأ سيبلغ نحو ٣٥ في المائة، الجدول ٣-٢ المعنون "مثال لحساب تقديرات أوجه عدم التيقن المقترنة بإنتاج الأسمنت استناداً إلى الخطوات المبينة في الشكل ٣-١". ومثال ذلك أن محاولة قد أجريت لتقدير الأخطاء لكل خطوة منفردة أثناء تقدير الانبعاثات (انظر الأرقام من (١) إلى (٩) في الشكل ٣-١ المعنون "شجرة قرارات لتقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من إنتاج الأسمنت"). ويبين الجدول ٣-٢ النتائج، وهي نتائج تشير إلى الحجم الكبير الذي يمكن أن يبلغه الخطأ عند استخدام

مستويات مختلفة.

وتم الجمع بين أوجه عدم التيقن المقترنة بالمكونات في الجدول ٢-٣ أدناه كما لو كانت أخطاء عظيمة- دنيا متماثلة. ولقد تم اعتماد هذه الطريقة لأن معظم توابع عدم التيقن هي غير غاوصية ويمكن لبعضها أن يكون منهجيا. ونخلص من هذا التحليل إلى أن تقدير الانبعاثات من خلال بيانات إنتاج الأسمت يسفر عن خطأ لا يتجاوز ٢٠ إلى ٤٠ في المائة (تبعاً لوجهة النظر المتبعة بشأن القيم الواردة في الجدول ٣-٢ وحيث قد تم الإشارة إلى النطاقات). وأما إجراء التقدير من خلال البيانات المباشرة المتعلقة بإنتاج الكلنكر فإنه يقلل من الخطأ ليصل إلى نحو ١٠ في المائة. وينبغي التعامل مع هذه النطاقات باعتبارها أخطاء منهجية عند تطبيق الطرق المبينة في الفصل السادس المعنون "التطبيق العملي لقياس مقدار عدم التيقن".

الجدول ٢-٣			
مثال لحساب مقدار عدم التيقن في إنتاج الأسمت استناداً إلى الخطوات المبينة في الشكل ١-٣			
الخطوة	الخطأ ^(١)	تعليق	الطريقة المتبعة
(١)	٢-١%	عدم التيقن المقترن ببيانات الإنتاج على مستوى المصانع. وبشكل عام فإن المصانع لا تقوم بوزن الكلنكر بطريقة أفضل من ذلك. يفترض أن الإبلاغ مستوفي.	المستوى ٢
(٢)	٣-١%	الخطأ المقترن بافتراض أن كل الجير المحتوى في الكلنكر مصدره كربونات الكالسيوم.	المستوى ٢
(٣)	٢-١%	عدم التيقن المقترن بالبيانات المتعلقة بمحتوى الجير في الكلنكر على مستوى المصانع. وهذه هي أفضل حالات الخطأ في التحليل الكيميائي على أساس الإنتاج.	المستوى ٢
(٤)	٨-٤%	الخطأ في افتراض متوسط للجير في الكلنكر بنسبة ٦٥ في المائة (نسبة الجير في العادة هي ٦٠-٦٧ في المائة).	المستويان ١ و ٢
(٥)	٥%	أفضل حالات الخطأ عند افتراض معرفة وزن وتركيب غبار أفران الأسمت.	المستوى ٢
(٦)	٢-١%	لا تقوم المصانع عموماً بوزن إنتاج الأسمت أفضل من ذلك. يفترض أن الإبلاغ مستوفي.	المستوى ١
(٧)	٢٠%	الخطأ الناجم عن سوء الإبلاغ أو عن مزوجات أسمنتية متعددة في صيغتها.	المستوى ١
(٨)	٣٥%	يفترض في "أسوأ الحالات" وجود ٧٠ في المائة من إجمالي الأسمت من النوع الممزوج الذي يحتوي في وصفته على ٥٠ في المائة من مواد غير الكلنكر.	المستوى ١
(٩)	٥%	خطأ الإبلاغ ولكنه أكثر دقة عما في حالة الأسمت (رقم تعريف الكلنكر أقل شمولاً).	المستوى ١
ملخص تقديرات الأخطاء في الانبعاثات (انظر الفصل السادس المعنون "التطبيق العملي لقياس مقدار عدم التيقن")			
	٤٠-٢٠%	خطأ المستوى ١ الذي يفترض أن بيانات إنتاج الكلنكر مشتقة من بيانات إنتاج الأسمت (مع استثناء الأخطاء الإضافية الناتجة عن تصحيح تجارة الكلنكر الدولية والتي تغني عن تقدير المستوى الوطني لإنتاج الكلنكر استناداً إلى إنتاج الأسمت).	
	١٠-٥%	خطأ المستوى ٢ الذي يفترض اشتقاق المعلومات من بيانات إنتاج الكلنكر.	
(أ) تشير الأرقام إلى الشكل ١-٣ وهي تمثل الخطأ "الأعظم"، أي افتراض تابع توزيع من الشكل المستطيل كاحتمال مرجح. ويستند الخطأ التقديري في كل خطوة وما يرتبط به من حسابات معينة، إلى الخبرة في جمع البيانات وحسابها. المصدر: فان أوس (١٩٩٨).			

٣-١-١-٢-٢ التقارير والوثائق

من الممارسة السليمة توثيق وأرشفة كل المعلومات المطلوبة لإعداد تقديرات حصر الانبعاثات الوطنية على النحو المبين في القسم ٨-١٠-١ تحت عنوان "الوثائق الداخلية والأرشفة" من الفصل الثامن المعنون "ضمان ومراقبة

الجودة." وفيما يلي بعض الوثائق والتقارير المتعلقة بفئة المصادر هذه:

طريقة المستوى ٢

وهي تشمل البيانات التالية للمستوى ٢ :

- ١٠٠١ بيانات إنتاج الكلنكر والمحتوى من الجير.
- ١٠٠٢ البيانات المتعلقة بالمواد الأخرى غير الكربونات التي تغذي الفرن.
- ١٠٠٣ الفاقد من غبار أفران الأسمنت (يشار إلى ما إن كانت القيم الافتراضية مستخدمة).

طريقة المستوى ١

وهي تشمل البيانات التالية للمستوى ١ :

- ١٠٠١ إنتاج الأسمنت حسب النوع.
- ١٠٠٢ واردات/صادرات الكلنكر.
- ١٠٠٣ نسبة الكلنكر إلى الأسمنت لكل نوع من الأسمنت (يشار إلى ما إن كانت القيم الافتراضية مستخدمة).
- ١٠٠٤ محتوى الجير في الكلنكر (يشار إلى ما إن كانت القيم الافتراضية مستخدمة).
- ١٠٠٥ الفاقد من غبار أفران الأسمنت (يشار إلى ما إن كانت القيم الافتراضية مستخدمة).

وإضافة إلى ذلك ينبغي لوكالات حصر الغازات مراعاة القيام بما يلي للمستويين ١ و ٢ على السواء:

- ١٠٠١ أن تحدد بوضوح ما إن كانت المعطيات المستعملة هي القيم الافتراضية المعينة من الهيئة أم أنها معطيات خاصة بالبلد.
- ١٠٠٢ تقديم كل المعلومات اللازمة لإعادة حساب التقدير وتوفير الوثائق المتعلقة بإجراءات ضمان/مراقبة الجودة.
- ١٠٠٣ للحفاظ على متسلسلة زمنية متسقة داخليا للانبعاثات، يتم، كلما تغيرت الطرق الوطنية المتبعة، إعادة حساب الانبعاثات الكلية في سنة الأساس (من ١٩٩٠ حتى السنة الجارية). ويستدعي ذلك أيضا توثيق إضافي ومناقشة للتغيرات.
- ١٠٠٤ إذا كانت السرية تمثل مسألة مهمة في أي نوع من أنواع الإنتاج فيتم تجميع التقديرات إلى أدنى قدر مطلوب للحفاظ على السرية.

ملحوظة: ينبغي عند حساب انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن احتراق الوقود (الفصل الأول المعنون "الطاقة" من المجلد الثالث من الخطوط التوجيهية للهيئة) النظر في مخلفات الوقود في أفران الأسمنت (الإطارات ومخلفات الزيوت وأنواع الطلاء وما إلى ذلك) التي قد لا تكون مضمنة في ميزانية الطاقة. ويجب ألا يكون هناك خلط بين هذه

الانبعاثات وبين الإبلاغ عن الانبعاثات الناجمة عن العمليات الصناعية.

٣-١-١-٣ ضمان/مراقبة جودة الحصر

من الممارسة السليمة إجراء اختبارات لمراقبة الجودة على النحو المبين في الجدول ٨-١ المعنون "المناهج العامة لمراقبة الجودة في عمليات الحصر ذات المستوى ١" من الفصل الثامن المعنون "مراقبة وضمان الجودة"، وإجراء مراجعة من قبل الخبراء لتقديرات الانبعاثات. وقد يكون من الملائم أيضا إجراء اختبارات إضافية لمراقبة الجودة كما هو مبين في القسم ٨-٧ المعنون "مناهج مراقبة الجودة الخاصة بأصناف المصادر (المستوى ٢)" من الفصل الثامن وربما هناك إجراءات ضمان الجودة يمكن تطبيقها، وبخاصة في حالة استخدام طرق المستويات العليا لتحديد الانبعاثات المتولدة عن فئة هذه المصادر. وتشجع وكالات حصر الغازات على استعمال طرق المستويات العليا في ضمان/مراقبة الجودة/لغات المصادر الرئيسية كما هو محدد في الفصل السابع المعنون "الاختبار المنهجي وإعادة الحساب".

وإضافة إلى الإرشادات الواردة في الفصل الثامن فإننا نبين فيما يلي بعض الإجراءات ذات الصلة بفئة المصادر هذه.

مقارنة تقديرات الانبعاثات باتباع نهج مختلفة

إذا طبق النهج السعودي في جمع بيانات الأنشطة فينبغي لوكالات حصر الغازات حينئذ مقارنة تقديرات الانبعاثات بالتقديرات المحسوبة باستعمال البيانات الوطنية المتعلقة بإنتاج الأسمت أو الكلنكر (النهج النزولي). وينبغي تسجيل نتائج هذه المقارنات لأغراض التوثيق الداخلي، بما في ذلك توضيح أي تضارب.

مراجعة معاملات الانبعاثات

ينبغي لوكالات حصر الغازات أن تقارن معاملات الانبعاثات الوطنية الإجمالية مع معاملات الانبعاثات الافتراضية المحددة من الهيئة حتى تقرر ما إن كان معامل الانبعاثات الوطني معقولا مقارنة بالمعامل الافتراضي المحدد من الهيئة. وينبغي توضيح وتوثيق الفروق بين المعاملات الوطنية والمعاملات الافتراضية، ولاسيما إذا كانت تمثل ظروفًا متباينة. وإذا كان النهج النزولي هو المستعمل مع عدم توافر إلا بيانات محدودة عن مصانع بعينها فينبغي لوكالات حصر الغازات أن تقارن معاملات الانبعاثات على مستوى الموقع أو المصنع مع معاملات الانبعاثات الإجمالية المستعملة في إجراء التقدير الوطني. ومن شأن ذلك أن يعطي إشارة عن مدى المعقولية أو الشمول التمثيلي.

اختبار بيانات الأنشطة عن مواقع محددة

ينبغي لوكالات حصر الغازات استعراض جوانب عدم الاتساق في البيانات المتعلقة بين المواقع المختلفة، حتى تحدد ما إن كانت هذه الاختلافات تعبر عن أخطاء أو تقنيات مختلفة في القياس أو ما إن كانت ناجمة عن فروق حقيقية في الانبعاثات أو ظروف التشغيل أو التكنولوجيا. وبخصوص إنتاج الأسمت، فينبغي لوكالات حصر الغازات أن تقارن بيانات المصنع (المحتوى من الجير في الكلنكر والمحتوى من الكلنكر في الأسمت) مع المصانع الأخرى.

وينبغي لوكالات حصر الغازات أن تكفل تحديد معاملات الانبعاثات وبيانات الأنشطة وفقا لطرق القياس المعترف بها والمثبتة دوليا. وإذا قصرت ممارسات القياس عن الوفاء بهذا المعيار فينبغي حينئذ تحري الدقة في تقييم استعمال هذه الانبعاثات أو بيانات الأنشطة، وينبغي إعادة النظر في تقديرات عدم التيقن وتوثيق الظروف التي يتم إجراؤه فيها. وإذا كانت معايير القياس مرتفعة وكانت إجراءات ضمان/مراقبة الجودة مطبقة في معظم المواقع، فيجب مراجعة مقادير عدم التيقن في تقديرات الانبعاثات نحو الانخفاض.

مراجعة الخبراء^٦

ينبغي على وكالات الحصر أن تشمل منظمات التجارة والصناعة الرئيسية المقترنة بإنتاج الأسمت والكلنكر في عمليات المراجعة. وينبغي البدء بهذا في مرحلة مبكرة من عملية إجراء الحصر حتى يتسنى توفير المعلومات اللازمة لوضع ومراجعة الطرق المتبعة والحصول على البيانات. وتتسم مراجعة الخبراء بأهمية خاصة بالنسبة للمحتوى من الجير في الكلنكر ومصادر الجير والفروق في تركيب الأسمت والاختلافات في الإنتاج السنوي.

ومن المفيد لهذه الفئة من المصادر أن يكون هناك مراجعة من طرف ثالث، وبخاصة فيما يتصل بجمع البيانات الأولية وأعمال القياس والتدوين والحساب والتوثيق.

^٦ يتناول الفصل الثامن المعنون "ضمان ومراقبة الجودة" أنواع مراجعة الخبراء، وهي تشمل المراجعة من قبل المثلاء ومراجعة من قبل طرف ثالث ومراجعات التدقيق. ويستخدم مصطلح "مراجعة الخبراء" في هذا الفصل لتغطية كل جوانب المراجعة، بما في ذلك مراجعة التدقيق.

التذييل ٣-١: تعريف أنواع الأسمنت

تشمل بيانات الأسمنت في العادة كل أشكال الأسمنت الهيدرولي وقد تشمل أنواعا، مثل أسمنت الخبث المعدني، لا تحتوي على مقادير كبيرة من الكلنكر وما يقترن بها من إطلاق لثاني أكسيد الكربون الناجم عن عملية التكليس. وهناك الكثير من البلدان التي تنتج وتستعمل أنواع الأسمنت الممزوج وأسمنت الخبث المعدني وأسمنت البزولان. ويعرض الجدولان ٣-٣-ألف و ٣-٣-باء بيانات عن بعض أهم أكثر أنواع الأسمنت شيوعا في الولايات المتحدة الأمريكية والبلدان الأوروبية على التوالي.

الجدول ٣-٣-ألف				
أمثلة لنسبة الكلنكر في "وصفات" الأسمنت الممزوج (استنادا إلى المقاييس الأمريكية)				
اسم نوع الأسمنت	الرمز	الوصفة	النسبة المئوية للكلنكر	ملاحظات
بورتلاند	'PC'	PC ١٠٠%	٩٧-٩٥	
أسمنت أعمال البناء	'MC'	PC ٢/٣	٦٤	تتفاوت الوصفة تفاوتًا كبيرًا
أسمنت بورتلاند المعدل بالخبث المعدني	I(SM)	خبث معدني > ٢٥%	٩٣-٧٠<	
أسمنت بورتلاند المحتوي على خبث الأفران العالية	IS	خبث معدني ٧٠-٢٥%	٧٠-٢٨	
بزلان بورتلاند	IP and P	بزلان ٤٠-١٥%	٨١/٧٩-٢٨	الأساس هو PC أو IS
أسمنت بورتلاند المعدل بالبزلان	I(PM)	بزلان > ١٥%	٩٥/٩٣-٢٨	الأساس هو PC أو IS
أسمنت الخبث المعدني	S	خبث معدني ٧٠%	٢٩/٢٨>	يمكن استعمال الجير بدلا من الكلنكر
المصدر: فان أوس (١٩٩٨) استنادا إلى ASTM (1966a)				

الجدول ٣-٣-باء				
تصنيف أنواع الأسمنت (استنادا إلى المقاييس الأوروبية) (الجزء الأول من الموصفات القياسية الألمانية DIN ١١٦٤)				
اسم الأسمنت	الرمز	الوصفة	النسبة المئوية للكلنكر	
أسمنت بورتلاند	CEM I	-	٩٧-٩٥	
أسمنت بورتلاند المعدل بالخبث المعدني	CEM II/A-S	الخبث المعدني ٢٠-٦%	٩٠-٧٧	
	CEM II/B-S	الخبث المعدني ٣٥-٢١%	٧٦-٦٢	
بزلان بورتلاند	CEM II/A-P	البزلان ٢٠-٦%	٩٠-٧٧	
	CEM II/B-P	البزلان ٣٥-٢١%	٧٦-٦٢	
أسمنت بورتلاند المحتوي على الرماد المتطاير	CEM II/A-V	برماد متطاير ٢٠-٦%	٩٠-٧٧	
أسمنت بورتلاند المحتوي على طفلة الزيت	CEM II/A-T	طفلة الزيت ٢٠-٦%	٩٠-٧٧	
	CEM II/B-T	طفلة الزيت ٣٥-٢١%	٧٦-٦٢	
أسمنت بورتلاند المحتوي على الحجر الجيري	CEM II/A-L	الحجر الجيري ٢٠-٦%	٩٠-٧٧	
أسمنت بورتلاند المعدل بالخبث المعدني للرماد المتطاير	CEM II/A-SV	الرماد المتطاير ٢٠-١٠%	٨٦-٧٧	
	CEM II/B-SV	الخبث المعدني ٢١-١٠%	٨٦-٧٦	
أسمنت بورتلاند المحتوي على خبث الأفران العالية	CEM III/A	الخبث المعدني للأفران العالية ٦٥-٣٦%	٦١-٣٤	
	CEM III/B	الخبث المعدني للأفران العالية ٨٠-٦٦%	٣٣-١٩	
المصدر: الموصفات القياسية الألمانية DIN (١٩٩٤).				

ويمكن توصيف أنواع الأسمنت على النحو التالي:

- **الأسمنت الهيدرولي:** هو أي أسمنت يجمد ويتيبس في الماء.
- **أسمنت بورتلاند:** هو خليط من الكلنكر والجبس وتبلغ نسبة الكلنكر فيه نحو ٩٥-٩٧ في المائة من مجموع وزن الأسمنت (نسبة ٩٥ في المائة هي قيمة افتراضية شائعة). وهناك كثير من البلدان التي تسمح بإضافة نسبة ضئيلة (١-٥ في المائة) من المواد الخاملة أو مواد التمليط الباسطة. وقد تشمل بعض بيانات إنتاج "أسمنت بورتلاند" أنواع الأسمنت الممزوج.
- **الأسمنت الممزوج:** هو خليط (مؤلف أحيانا من حبيبات مختلفة) من أسمنت بورتلاند أو الكلنكر مع وجود إضافات، مثل حبيبات خبث الأفران العالية المطحونة والبزولان (مثل الرماد المتطاير وأبخرة السليكا والطفل المحروق). وتؤلف هذه المواد المضافة نسبة مئوية متغيرة وغير فريدة من مجموع الأسمنت ولكنها تتراوح بشكل عام بين ١٥ و ٤٠ في المائة حيث يؤلف الكلنكر بذلك نحو ٥٧-٨١ في المائة.
- **أسمنت الخبث المعدني:** وهو يحتوي على نسب عالية (>٧٠ في المائة) من حبيبات خبث الأفران العالية المطحونة وأما النسبة المتبقية فإما أن تكون من أسمنت بورتلاند (أو الكلنكر) أو الجير أو كليهما. وبعض أنواع أسمنت الخبث المعدني لا تحتوي على أي أسمنت بورتلاند. وحبيبات خبث الأفران العالية هي في ذاتها نوع من الأسمنت (كمادة رابطة) لها خواص هيدرولية معتدلة ولكنها تكتسب خواص أسمنتية محسنة عندما تتفاعل مع الجير الحر (والماء).
- **أسمنت البناء:** تتفاوت وصفات أسمنت البناء ولكن تليثها في العادة من أسمنت بورتلاند أو الكلنكر وثالث من المواد المضافة، مثل الجير أو الحجر الجيري.
- **الأسمنت الألوميني:** هو أسمنت هيدرولي يصنع بحرق مزيج من الحجر الجيري والبوكسيت. ويحتوي الأسمنت الألوميني في العادة على نسبة من الجير تتراوح بين نحو ٣٠ و ٤٢ في المائة أو نحو ٤٥-٦٥ في المائة من المحتوى من الجير في كلنكر أسمنت بورتلاند.
- **الأسمنت البزولاني:** يمكن أن يشير إلى نوع من الأسمنت الممزوج المحتوي على كمية كبيرة من البزولان ولكنه يشير بشكل أدق إلى الأسمنت المصنوع في معظمه من البزولان ومن عامل منشط، مثل الكلس لتزويده بالجير ولكنه لا يحتوي على مقادير كبيرة من أسمنت بورتلاند أو كلنكر أسمنت بورتلاند.
- **البزولان:** هو مادة سليكونية ليست أسمنتية في ذاتها ولكنها تكتسب خواص الأسمنت الهيدرولي عند تفاعلها مع الجير الحر والماء. وتشمل الأمثلة الشائعة للبزولان أنواع البزولان الطبيعي (مثل أنواع معينة من الرماد أو الفتات البركاني، وأنواع معينة من التراب الدياتومي، والطين والطفل المحروق) وأنواع البزولان الصناعي (مثل أبخرة السليكا والرماد المتطاير).

٣-١-٢ إنتاج الجير

٣-١-٢-١ المسائل المنهجية

يتولد ثاني أكسيد الكربون عن إنتاج الجير نتيجة^٧ التحلل الحراري (التكلس) لكاربونات الكالسيوم في الحجر الجيري المستخدم في إنتاج الجير الحي أو من خلال تفكك الدولوميت^٨ المستخدم في إنتاج الجير الحي المدلمت. ومن الممارسة السليمة لتقدير الانبعاثات الناجمة عن إنتاج الجير أن يحدد كل إنتاج الجير والجير الحي المدلمت استنادا إلى بيانات إنتاج الجير. ويتوقف مدى الدقة على الحصول على إحصاءات عن إنتاج الجير بالكامل وتحديد نسبة مختلف أنواع الجير. وتعالج الخطوط التوجيهية للهيئة هاتين النقطتين بإيجاز حيث تقدم معامل انبعاثات النهاية العليا كقيمة افتراضية لتقادي التقليل من تقدير الانبعاثات.

اختيار الطريقة

تحتوي الخطوط التوجيهية للهيئة على المعادلة التالية لتقدير الانبعاثات:

المعادلة ٤-٣

$$\text{CO}_2 \text{ Emissions} = \text{Emission Factor (EF)} \bullet \text{Lime Production}$$

انبعاثات ثاني أكسيد الكربون = معامل الانبعاثات • إنتاج الجير

حيث:

معامل الانبعاثات = ٧٨٥ كيلو غراما من ثاني أكسيد الكربون لكل طن متري من جير الكالسيوم الحي، و ٩١٣ كيلو غراما من ثاني أكسيد الكربون لكل طن متري من الجير الحي المدلمت.

ويمكن تطبيق المعادلة ٤-٣ إما على الإحصاءات الوطنية أو على مستوى المنتجين. ومن الممارسة السليمة تقييم الإحصاءات الوطنية المتاحة للتحقق من استيفائها ومن نسبة الحجر الجيري إلى الدولوميت المستخدم في إنتاج الجير. وترد في القسم الذي يتناول الاستيفاء قائمة بالصناعات التي تستخدم الجير وقد تتجه. وينبغي أن يشمل تجميع البيانات مقادير الإنتاج ومتوسط التركيب على السواء. ويتوقف اختيار طرق الممارسة السليمة على الظروف الوطنية (كما هو مبين في الشكل ٣-٢ المعنون "شجرة قرارات لإنتاج الجير").

اختيار معاملات الانبعاثات

في المعادلة ٤-٣ من الخطوط التوجيهية للهيئة، تقابل معاملات الانبعاثات الافتراضية ١٠٠ في المائة من الجير (أو الجير الحي المدلمت) في الكلس (النسب الكيميائية المتكافئة) ويمكن أن تقضي إلى الإفراط في تقدير الانبعاثات نظرا لأن الجير

^٧ تتناول الخطوط التوجيهية للهيئة أيضا الانبعاثات الناجمة عن استخدام الحجر الجيري ولكن هذا التقرير لا يقدم إرشادات للممارسة السليمة المتعلقة بفترة هذه المصادر وبعض فئات المصادر الأخرى ذات الصلة. ولم يتم بعد وضع إرشادات للممارسة السليمة لافتراض أن الانبعاثات المتولدة عن فئة هذه المصادر صغيرة ولا تتوافر بيانات عنها.

ومحتوى أكسيد المغنيسيوم (إن وجد) قد يقل عن ١٠٠ في المائة. ومن الممارسة السليمة تطبيق المعادلة ٣-٥-ألف أو المعادلة ٣-٥-باء أو كليهما لتعديل معاملات الانبعاثات ولمراعاة المحتوى من الجير أو الجير الحي المدلمت (انظر الجدول ٣-٤ المعنون "المعالم الأساسية لحساب معاملات الانبعاثات المقترنة بإنتاج الجير"):

المعادلة ٣-٥-ألف

$$EF_1 = \text{Stoichiometric Ratio (CO}_2 / \text{CaO)} \bullet \text{CaO Content}$$

$$EF_1 = \text{النسبة المتكافئة (ثاني أكسيد الكربون/الجير)} \bullet \text{المحتوى من الجير}$$

حيث:

$$EF_1 = \text{معامل انبعاث الجير الحي}$$

المعادلة ٣-٥-باء

$$EF_2 = \text{Stoichiometric Ratio (CO}_2 / \text{CaO} \bullet \text{MgO)} \bullet \text{(CaO} \bullet \text{MgO) Content}$$

$$EF_2 = \text{النسبة المتكافئة (ثاني أكسيد الكربون/الجير الحي المدلمت)} \bullet \text{المحتوى من (الجير الحي المدلمت)}$$

حيث:

$$EF_2 = \text{معامل انبعاث الجير الحي المدلمت}$$

ويعرض الجدول ٣-٤ المعنون "المعالم الأساسية لحساب معاملات الانبعاثات المقترنة بإنتاج الجير" بيانات عن النسبة المتكافئة ونطاقات المحتويات من الجير والجير الحي المدلمت وما يترتب عن ذلك من معاملات الانبعاثات الافتراضية المتعلقة بأنواع الجير الرئيسية المنتجة. وللجير ثلاثة أنواع رئيسية، هي:

- الجير العالي الكالسيوم (جير + شوائب).
- الجير الحي المدلمت (جير حي مدلمت + شوائب).
- الجير الهيدرولي (جير + سليكات الكالسيوم) وهو مادة بين الجير والأسمنت.

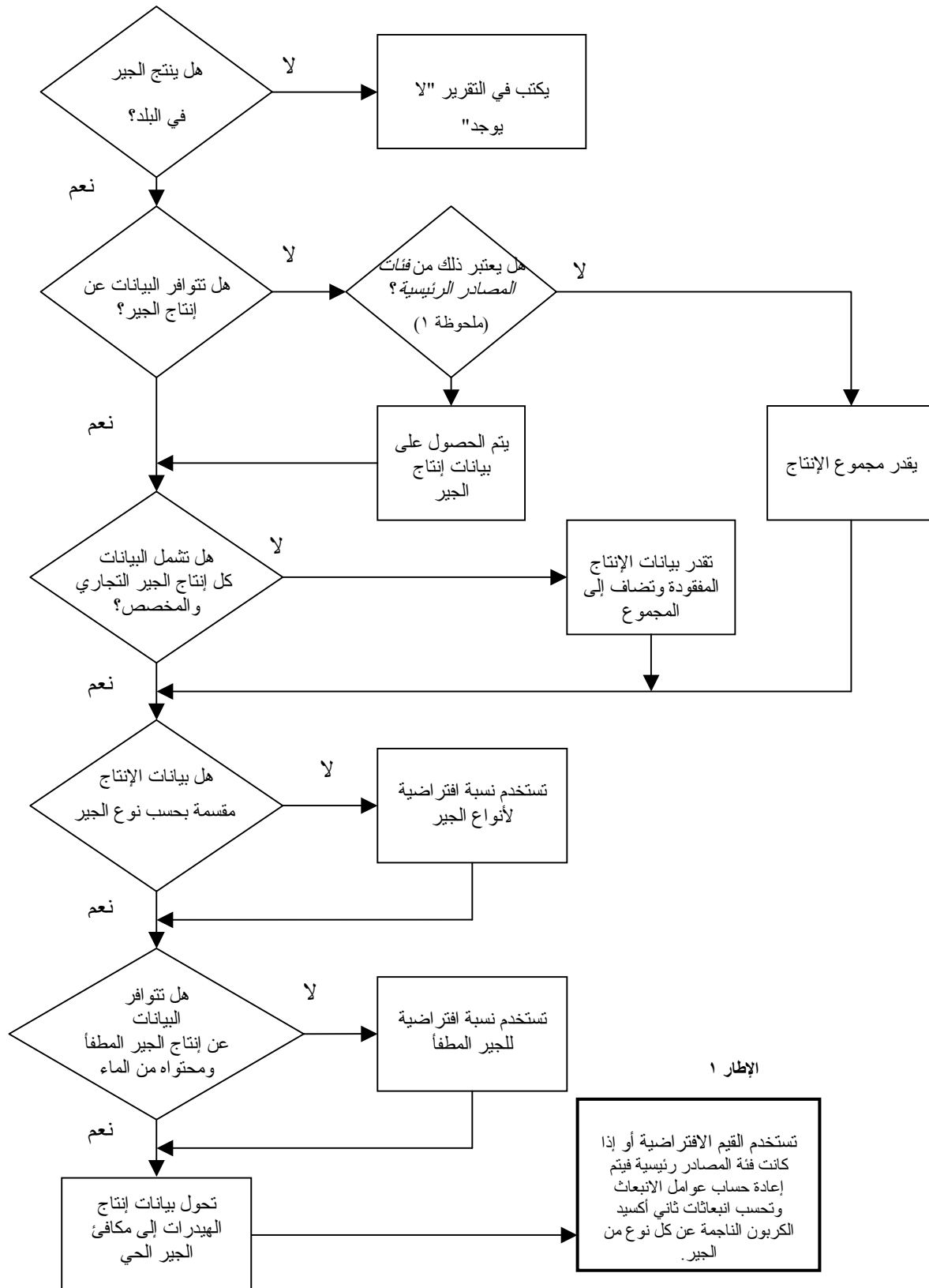
والسبب الرئيسي للتمييز بين هذه الأنواع الثلاثة هو اختلاف النسب المتكافئة في النوعين الأولين وأما النوع الثالث فينخفض محتواه من الجير انخفاضاً كبيراً. ولا توجد صيغة كيميائية دقيقة لكل نوع من الجير لأن كيمياء الجير المنتج تتحدد بكمياء الحجر الجيري أو الدولوميت المستعمل في صناعة الجير.

وتتحسن تقديرات الانبعاثات بمراعاة أنواع الجير. وعليه فإن من الممارسة السليمة عند تحديد تركيب الجير أن تختبر الخاصيتان التاليتين: (١) نسبة مختلف أنواع الجير الثلاثة و (٢) نسبة الجير المطفا في الإنتاج.

وفي حالة عدم توافر بيانات تفصيلية عن أنواع الجير فإن القيمة الافتراضية للجير العالي الكالسيوم/الجير المدلمت هي ٨٥/١٥ (ميلر، ١٩٩٩) وينبغي افتراض أن نسبة الجير المطفا هي صفر ما لم تتوافر معلومات أخرى.

^٨ المركبات الكيميائية غير المتكافئة، مثل المخاليط البلورية المتشكلة المحتوية على الكالسيوم والمغنيسيوم في مركباتها مثل الأكاسيد والكاربونات، يعبر عنها في العادة بالصيغ الكيميائية $\text{CaO} \bullet \text{MgO}$ و $\text{CaCO}_3 \bullet \text{MgCO}_3$ على التوالي.

الشكل ٣-٢ شجرة قرارات إنتاج الجير



الملاحظة ١: فئة المصادر الرئيسية هي تلك الفئة التي تحظى بأولوية في نظام الحصر الوطني لأن تقديرها يؤثر بشدة على مجموع الحصر الذي يجريه البلد لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري المباشرة من حيث المستوى المطلق للانبعاثات أو اتجاه الانبعاثات أو كليهما (أنظر القسم ٢-٧ المعنون "تحديد فئات المصادر الرئيسية الوطنية" من الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب")

الجدول ٤-٣						
المعالم الأساسية لحساب معاملات الانبعاثات المقترنة بإنتاج الجير						
نوع الجير	النسبة المتكافئة (١)	النسبة المئوية لنطاق محتوى الجير	النسبة المئوية لنطاق محتوى الجير المدلمت	القيمة الافتراضية لمحتوى الجير/ الجير الحي المدلمت (٢)	معامل الانبعاثات الافتراضي (١) • (٢)	تقدير عدم التيقن المقترن بتقديرات الانبعاثات
الجير العالي الكالسيوم ^(١)	٠,٧٩	٩٨-٩٣	٢,٥-٠,٣	٠,٩٥	٠,٧٥	±٢%
الجير المدلمت ^(ب)	٠,٩١	٥٧-٥٥	٤١-٣٨	٠,٩٥ أو ٠,٨٥ ^(ج)	٠,٧٧ أو ٠,٨٦ ^(ج)	±٢%
الجير الهيدرولي ^(ب)	٠,٧٩	٩٢-٦٥		٠,٧٥	٠,٥٩	±١٥%

المصدر:

(أ) ميلر (١٩٩٩ب) استنادا إلى الجمعية الأمريكية لاختبار المواد (١٩٩٦ب) وشواسكوف (١٩٩٥).
 (ب) ميلر (١٩٩٩أ) استنادا إلى بوينتون (١٩٨٠).
 (ج) تتوقف هذه النسبة على التكنولوجيا المستعملة في إنتاج الجير. وتقدر القيمة الأعلى في حالة البلدان المتقدمة والقيمة الأقل للبلدان النامية.

اختيار بيانات الأنشطة

تشمل بيانات الأنشطة المستوفية بيانات عن إنتاج الجير وبيانات عن تركيبه على السواء (بما في ذلك أنواع الجير ونسبة الجير المطفأ).

تصحيح نسبة الجير المطفأ: يمكن إطفاء الجير وتحويله إلى هيدروكسيد الكالسيوم $(Ca(OH)_2)$ أو هيدروكسيد الكالسيوم-هيدروكسيد المغنيسيوم $(Ca(OH)_2 \cdot Mg(OH)_2)$ ^٩.

وإذا كانت x هي نسبة الجير المطفأ و y هو المحتوى من الماء فيه فإن من الممارسة السليمة ضرب الإنتاج بمعامل تصحيح قدره $١ - (y \cdot x)$. ويبين الجدول ٥-٣ أدناه نطاقات مقدار الماء (y) في مختلف أنواع الجير. والقيم الافتراضية هي $x = ٠,١٠$ ؛ $y = ٠,٢٨$ ومعامل التصحيح الناتج عنها هو $٠,٩٧$ (ميلر، ١٩٩٩).

الجدول ٥-٣			
تصحيح بيانات الأنشطة المتعلقة بالجير المطفأ			
نوع الجير	النسبة المئوية للمحتوى النظري للماء في الجير المطفأ	النسبة المئوية لمحتوى الماء في الجير المطفأ التجاري	معامل تصحيح المحتوى الافتراضي من الماء
الجير العالي الكالسيوم	٢٤,٣	٢٨-٢٦	٠,٢٨
الجير المدلمت	٢٧,٢	٣١-١٧	٠,٢٨
الجير الهيدرولي	-	-	-

المصدر: ميلر (١٩٩٩ب) استنادا إلى الجمعية الأمريكية لاختبار المواد (١٩٩٦ب) وشواسكوف (١٩٩٥).

^٩ يمكن أن يعني مصطلح "الجير المطفأ" الجير المطفأ الجاف أو المعجون أو السائل المائي. وبافتراض وجود تمييع كامل و ١٠٠ في المائة من الجير الحي النقي فإن نسبة ماء التمييع في الجير العالي الكالسيوم هي ٢٤ في المائة وفي الجير المدلمت ٢٧ في المائة. ومطلوب من الناحية العملية لاستيفاء عملية التمييع أن تستعمل كمية من الماء تزيد عن المقدار المحدد نظريا (ميلر، ١٩٩٩).

الاستيفاء

يعد استيفاء بيانات الأنشطة (مثل إنتاج الجير) سمة حاسمة من سمات الممارسة السليمة. والإنتاج المبلغ عنه لا يمثل في العادة سوى جزء من الإنتاج الفعلي إذا اعتبرنا أن إنتاج الجير هو ذلك المنتج الذي يباع في الأسواق. وأما استعمال الجير أو إنتاجه كمادة وسيطة لا تباع في الأسواق فلا يتم مراعاته جيدا أو الإبلاغ عنه. ومثال ذلك أن كثيرا من المصانع التي تنتج الصلب ورماد الصودا الاصطناعي وكربيد الكالسيوم^{١٠} والمغنيسيا وفلز المغنيسيوم وكذلك مسابك النحاس ومصانع السكر تنتج الجير ولكنها قد لا تبلغ وكالات حصر الغازات عنه. كما أنه لا يرجح الإبلاغ عن إنتاج الجير في الصناعات التي تعيد توليد الجير من مخلفات كربونات الكالسيوم (مثل مصانع اللب والورق). وقد يفرض إغفال هذه البيانات إلى التقليل من تقدير إنتاج الجير في بلد ما بعامل اثنين أو أكثر.

وضع متسلسلة زمنية متسقة

من الممارسة السليمة حساب الانبعاثات الناجمة عن إنتاج الجير باستعمال نفس الطريقة المتبعة في كل سنوات المتسلسلة الزمنية. وفي حالة عدم توافر البيانات لدعم طريقة أكثر دقة في كل سنوات المتسلسلة الزمنية فمن الممارسة السليمة إعادة حساب هذه الثغرات وفقا للإرشادات الواردة في الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب".

تقييم عدم التيقن

النسبة المتكافئة هي رقم دقيق ولذلك فإن عدم التيقن المقترن بمعامل الانبعاثات هو عدم التيقن المقترن بتركيب الجير، ولاسيما الجير الهيدرولي الذي تبلغ نسبة عدم التيقن المقترن به ١٥ في المائة في معامل الانبعاثات (٢ في المائة نسبة عدم التيقن في الأنواع الأخرى). ولذلك فإن مجموع عدم التيقن هو ١٥ في المائة على أبعد تقدير (انظر الجدول ٣-٤ المعنون "المعالم الأساسية لحساب معاملات الانبعاثات المقترنة بإنتاج الجير").

ويرجح أن يكون عدم التيقن في بيانات الأنشطة أعلى كثيرا من عدم التيقن في معاملات الانبعاثات، وذلك استنادا إلى التجربة في تجميع بيانات الجير (انظر الاستيفاء في القسم السابق أعلاه). وإغفال إنتاج الجير غير التسويقي قد يفرض إلى خطأ بنسبة +١٠٠ في المائة أو أكثر. وتصحيح الجير المطلقا يزيد من عدم التيقن السابق بنحو ± ٥ في المائة.

٣-١-٢-٢ التقارير والوثائق

من الممارسة السليمة توثيق وأرشفة كل المعلومات المطلوبة لإجراء تقديرات حصر الانبعاثات الوطنية كما هو مبين في القسم ٨-١٠-١ من الفصل الثامن المعنون "ضمان ومراقبة الجودة". ومن غير العملي إدراج كل الوثائق في تقرير الحصر الوطني. ومع ذلك ينبغي أن يشمل الحصر ملخصات للطرق المتبعة وإشارات

^{١٠} كما يقوم بعض منتجي الكربيد بإعادة توليد الجير من المنتجات الثانوية لهيدروكسيد الكالسيوم، مما لا يؤدي إلى إطلاق انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. وعند تجهيز كربيد الكالسيوم، يخلط الجير الحي بفحم الكوك ويسخن في أفران كهربائية. ويتم إعادة توليد الجير في هذه العملية باستعمال مخلفات هيدروكسيد الكالسيوم (الجير المطفأ) $[CaC_2 + 2 H_2O \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2]$ وليس كربونات الكالسيوم $[CaCO_3]$. وهكذا يسخن هيدروكسيد الكالسيوم في الفرن لمجرد طرد الماء $Ca(OH)_2 \rightarrow CaO + H_2O + heat$ ولا ينطلق أي ثاني أكسيد كربون إلى الغلاف الجوي.

مرجعية إلى مصادر البيانات حتى تتسم تقديرات الانبعاثات المبلغ عنها بالشفافية وحتى يتسنى تعقب الخطوات التي اتبعت في حسابها.

وللحفاظ على الاتساق الداخلي في المتسلسلة الزمنية، يعاد حساب المتسلسلة الزمنية برمتها كلما تغيرت الطرق الوطنية المتبعة. وإذا كانت السرية تمثل مسألة مهمة في أي نوع من أنواع الإنتاج فيتم تجميع التقديرات إلى أدنى قدر مطلوب للحفاظ على السرية.

٣-١-٢-٣ ضمان/مراقبة جودة الحصر

من الممارسة السليمة إجراء اختبارات لمراقبة الجودة كما هو مبين في الجدول ٨-١ المعنون "إجراءات مراقبة جودة المستوى العام للحصر من المستوى ١" في الفصل الثامن المعنون "ضمان ومراقبة الجودة" ومراجعة خبراء لتقديرات الانبعاثات. وقد يكون من الملائم أيضا إجراء اختبارات إضافية لمراقبة الجودة كما هو مبين في القسم ٨-٧ المعنون "طرائق مراقبة الجودة الخاصة بفئة المصادر (المستوى ٢)" من الفصل الثامن واتباع إجراءات ضمان الجودة، وبخاصة عند استخدام طرق المستويات العليا لتحديد الانبعاثات الناجمة عن فئة هذه المصادر. وتُشجَع وكالات حصر الغازات على استعمال المستوى الأعلى لضمان/مراقبة الجودة المتعلقة بفئات المصادر الرئيسية كما هو محدد في الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب".

وإضافة إلى الإرشادات الواردة في الفصل الثامن فإننا نعرض فيما يلي لبعض الإجراءات ذات الصلة بفئة المصادر هذه.

مقارنة تقديرات الانبعاثات الناتجة عن اتباع نهج مختلفة

إذا طبق النهج الصعودي، ينبغي لوكالات حصر الغازات حينئذ مقارنة تقديرات الانبعاثات بالتقديرات المحسوبة باستعمال البيانات الوطنية المتعلقة بإنتاج الجير (النهج النزولي). وينبغي تسجيل نتائج هذه المقارنات لأغراض التوثيق الداخلي، بما في ذلك توضيح أي تضارب.

التحقق من بيانات الأنشطة

ينبغي لوكالات حصر الغازات تأكيد صحة تعريفات مختلف أنواع الجير المنتجة في البلد (أي محتوى الجير وأكسيد المغنيسيوم والجير الحي العالي الكالسيوم والجير الحي المدلمت). وينبغي لها أن تتحقق من استيفاء الإحصاءات الوطنية المتعلقة باستعمال الحجر الجيري والجير والدولوميت وذلك بمقارنتها بالقائمة الافتراضية للصناعات التي تستخدم الحجر الجيري والواردة في صفحة ٢-٩ في المجلد الثالث من الخطوط التوجيهية للهيئة.

٣-١-٣ صناعة الحديد والصلب

١-٣-١-٣ المسائل المنهجية

ينتج الحديد الخام باختزال خامات أكسيد الحديد في الأفران العالية على الأغلب، وذلك في العادة باستعمال الكربون المحتوى في الكوك أو الفحم النباتي (ويستكمل في بعض الأحيان بالفحم أو النفط) كوقود وعامل اختزال على السواء. ويساعد على إتمام هذه العملية في معظم أفران الحديد استعمال صهور الكربونات (الحجر الجيري). وتتولد انبعاثات إضافية حيث يطلق صهور الحجر الجيري أو الدولوميت ثاني أكسيد الكربون أثناء اختزال الحديد الغفل في الفرن العالي، ولكننا نتناول فئة هذه المصادر باعتبارها انبعاثات منطلقة من الحجر الجيري (انظر القسم ٢-٥ المعنون "استعمال الحجر الجيري والدولوميت" في المجلد الثالث من *الخطوط التوجيهية للهيئة*). وفيما عدا مقدار صغير يبقى في خام الحديد، ينطلق كل محتوى الكربون في الكوك والصور نتيجة للاحتراق والتكلس. كما تتولد الانبعاثات بدرجة أقل أثناء إنتاج الصلب، وهي في الأساس عملية إزالة (عن طريق الأكسدة عموماً) لمعظم الكربون الموجود في خام الحديد.

وللكربون دور مزدوج كوقود وعامل اختزال. ومن المهم عدم حدوث ازدواجية في عد الكربون الناتج عن استهلاك الكوك أو عوامل الاختزال الأخرى إذا كان ذلك قد تم بالفعل كاستهلاك للوقود في قطاع الطاقة. وحيث إن الغرض الرئيسي لأكسدة الكربون هو اختزال خام أكسيد الحديد إلى حديد خام أو حديد غفل (يستعمل الكربون كعامل اختزال)، فإن الانبعاثات تعتبر ناجمة عن العمليات الصناعية ويفضل الإبلاغ عنها على هذا النحو. وأما إن كان الأمر على غير ذلك فينبغي التنويه عنه صراحة في الحصر. وينبغي أن تشمل هذه الفئة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المتولدة عن استعمال غاز الأفران العالية كوقود إذا كان الإبلاغ عن الانبعاثات في قطاع العمليات الصناعية.

اختيار الطريقة

تتطرق *الخطوط التوجيهية للهيئة* إلى عدة نهج لحساب انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن إنتاج الحديد والصلب. ويعتمد اختيار طريقة الممارسة السليمة على الظروف الوطنية كما هو مبين في المخطط الشجري للقرارات في الشكل ٣-٣ المعنون "شجرة قرارات لصناعة الحديد والصلب". فأما طريقة المستوى ١ فإنها تحسب الانبعاثات الناجمة عن احتراق عامل الاختزال (مثل الكوك من الفحم، والفحم، وكوك البترول) باستعمال معاملات الانبعاثات المشابهة لمعاملات الانبعاثات المستعملة في تقدير الانبعاثات الناجمة عن الاحتراق. وطريقة المستوى ١ بسيطة نوعاً ما وتميل قليلاً إلى المبالغة في تقدير الانبعاثات. وأما طريقة المستوى ٢ فهي تشبه طريقة المستوى ١ ولكنها تشمل تصحيحاً للكربون المخزن في الفلزات المنتجة. وإضافة إلى ذلك فإن *الخطوط التوجيهية للهيئة* تشير إلى نهج بالغ البساطة، وهو ضرب إنتاج الحديد والصلب بمعامل انبعاث محدد على أساس الإنتاج. على أن هذه الطريقة لا تعتبر ممارسة سليمة.

ولا نتناول هنا انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المتولدة عن الحجر الجيري المستعمل كصهور في عملية الاختزال لأنها متضمنة في القسم ٢-٥ المعنون "الحجر الجيري والدولوميت" في المجلد الثالث من *الخطوط التوجيهية للهيئة*.^{١١}

^{١١} تتطلب أفران الحديد أن يكون الحجر الجيري على درجة من النقاء أعلى مما يمكن أن يكون مطلوباً لإنتاج الكلنكر (الأسمنت). وتشير *الخطوط التوجيهية للهيئة* إلى مرجع لوكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة الأمريكية USEPA يفترض أن ٢٥٠ كيلو غراماً من الجير تستعمل لكل طن متري من الحديد. بيد أن هذه القيمة تتفاوت بتفاوت درجة نقاء الخام ونوع الفرن.

طريقة المستوى ٢

تستند طريقة المستوى ٢ إلى تعقب الكربون خلال عملية الإنتاج. وتعد هذه الطريقة أكثر دقة من طريقة المستوى ١، ولكنها تتسم أيضا بكثافة استعمال البيانات. ومن شأن تقدير الانبعاثات على أساس بيانات عن مصانع محددة في طريقتي المستويين ١ و ٢ على السواء أن يتقاضي ازدواجية عد الانبعاثات أو إغفال عددها. وباستخدام طريقة المستوى ٢، تحسب على حدة الانبعاثات الناجمة عن إنتاج الحديد والانبعاثات الناجمة عن إنتاج الصلب. ولتحقيق أكبر قدر من الدقة فإن من الممارسة السليمة إجراء تقديرات للانبعاثات على مستوى المصانع فإن من الممارسة السليمة استعمال بيانات إنتاج الحديد/الصلب المجمعة على المستوى الوطني والتي يتم خصمها من قطاع احتراق الوقود. وبذلك فإن المعرفة التفصيلية بالقواعد المتبعة في إحصاءات وحصر الطاقة على المستوى الوطني تعد لازمة لتقاضي الازدواجية أو السهو في العد.

الحديد: من الممارسة السليمة استعمال المعادلة التالية المأخوذة عن الخطوط التوجيهية للهيئة:

المعادلة ٦-٣ - ألف

$$\text{Emissions}_{\text{pig iron}} = \text{Emission Factor}_{\text{reducing agent}} \bullet \text{Mass of Reducing Agent} + (\text{Mass of Carbon in the Ore} - \text{Mass of Carbon in the Crude Iron}) \bullet 44 / 12$$

الانبعاثات الحديد الغفل = معامل الانبعاثات عامل الاختزال • كتلة عامل الاختزال + (كتلة الكربون في الخام - كتلة الكربون في الحديد الخام) • ١٢/٤٤

ويمكن أن تشمل عوامل الاختزال الكوك والفحم والنباتي وكوك البترول. ويعرض الجدول ٦-٣ معاملات الانبعاثات الافتراضية المأخوذة عن الجدول ١٢-٢ المعنون "معاملات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناجمة عموما عن إنتاج الفلزات (طن متري من ثاني أكسيد الكربون/طن متري من عامل الاختزال)" لأكثر عوامل الاختزال شيوعا. وتستخدم في تقنيات الاختزال المباشرة عوامل اختزال أخرى، مثل أول أكسيد الكربون أو الهيدروجين أو الغاز الطبيعي. وينبغي في هذه الحالات استعمال معاملات الانبعاثات للمصانع المنفردة أو الخاصة بالبلد. ووفقا للخطوط التوجيهية للهيئة فإن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المتولدة عن صهور الحجر الجيري يتم الإبلاغ عنها كانبعاثات ناجمة عن استعمال الحجر الجيري والدولوميت (انظر القسم ٥-٢ المعنون "استعمال الحجر الجيري والدولوميت" في المجلد الثالث من الخطوط التوجيهية للهيئة).

ويبلغ مقدار الكربون في الخام صفرا تقريبا ويحتوي الحديد الخام على نحو ٤ في المائة من الكربون.

الصلب: تستند الانبعاثات الناجمة عن إنتاج الصلب (وذلك مثلا باستعمال فرن الأكسجين القاعدي أو فرن المجرمة المكشوفة أو فرن القوس الكهربائي) إلى الفرق بين محتويات الكربون في الحديد (٣ إلى ٥ في المائة) وفي الصلب (٠,٥ إلى ٢ في المائة). وإضافة إلى ذلك فإن من الممارسة السليمة في حالة إنتاج الصلب باستعمال أفران الأقواس الكهربائية أن يضاف الكربون المنطلق من الأقطاب المستهلكة إلى الانبعاثات (١-١,٥ كيلو غرام تقريبا من الكربون لكل طن متري من الصلب):^{١٢}

^{١٢} يضاف الجير إلى أفران الأقواس الكهربائية وينبغي مراعاة ما يتولد عنه من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في قطاع القسم الخاص باستعمال الجير (انظر القسم ٥-٢ في المجلد الثالث من الخطوط التوجيهية للهيئة). ويستند معامل انبعاثات الكربون إلى فقدان الكربون من القطب كقيمة متوسطة للعملية التالية: تصنع الأقطاب في أفران الأقواس الكهربائية من الكربون- سواء من الغرافيت أو معجون سودبيرغ. وفي الحالات التي توضع فيها الأقطاب فوق الصلب المنصهر (السائل) فإن القوس الكهربائي يؤكسد الكربون ويحوطه إلى أول

المعادلة ٣-٦-٦

$$\text{Emissions}_{\text{crude steel}} = (\text{Mass of Carbon in the Crude Iron used for Crude Steel Production} - \text{Mass of Carbon in the Crude Steel}) \bullet 44 / 12 + \text{Emission Factor}_{\text{EAF}} \bullet \text{Mass of Steel Produced in EAF}$$

الانبعاثات الصلب الخام = (كتلة الكربون في الحديد الخام المستعمل في تحضير الصلب الخام - كتلة الكربون في الصلب الخام) • ١٢/٤٤ + معامل الانبعاثات فرن القوس الكهربائي • كتلة الصلب المنتج باستعمال فرن القوس الكهربائي

ومجموع الانبعاثات الناجمة عن تحضير الحديد والصلب هي مجرد مجموع المعادلتين ٣-٦-٦ أ و ٣-٦-٦ ب السابقتين:

المعادلة ٣-٧

$$\text{Total emissions} = \text{Emissions}_{\text{pig iron}} + \text{Emissions}_{\text{crude steel}}$$

مجموع الانبعاثات = الانبعاثات الحديد الغفل + الانبعاثات الصلب الخام

طريقة المستوى ١

عند اتباع طريقة المستوى ١، لا يدرج تخزين الكربون في الحديد الغفل والصلب الخام حيث إنه مدرج في طريقة المستوى ٢. ومن شأن ذلك أن يبسط من عملية الحساب، أي أنه لا يلزم الحصول على معلومات عن محتوى الكربون في الفلزات المنتجة. وعند استعمال طريقة المستوى ١ فمن الممارسة السليمة حساب الانبعاثات على النحو التالي:

المعادلة ٣-٨

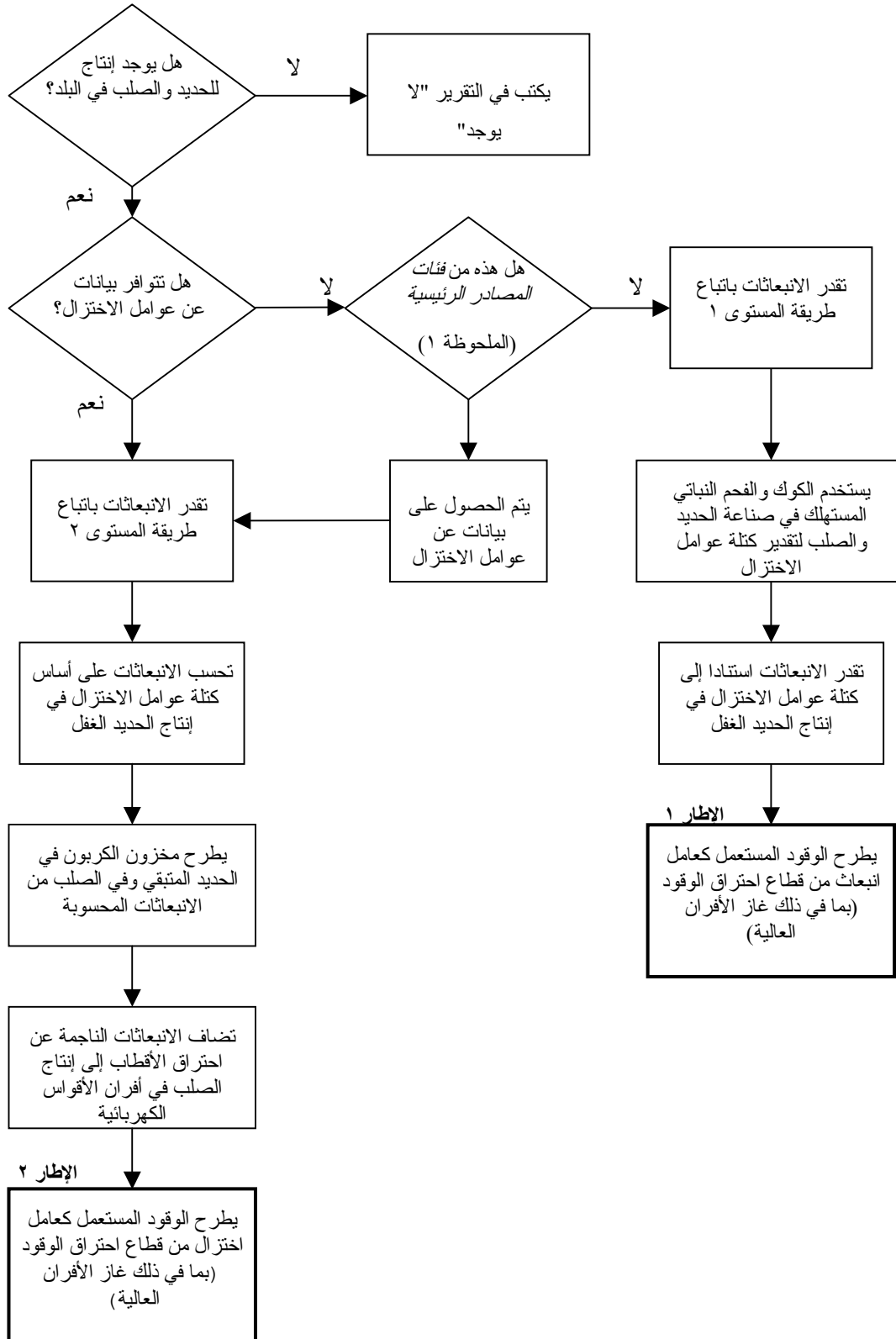
$$\text{Emissions} = \text{Mass of Reducing Agent} \bullet \text{Emission Factor}_{\text{reducing agent}}$$

الانبعاثات = كتلة عامل الاختزال • معامل الانبعاثات عامل الاختزال

ويمكن استعمال بيانات استهلاك الكوك والفحم النباتي في صناعة الحديد والصلب لتقدير كتلة عوامل الاختزال إن لم يتيسر الحصول على معلومات عن أنواع الوقود المستعملة كعامل اختزال الخاص بالمصنع (مع طرح نفس المقدار من قطاع احتراق الوقود). ولا تؤثر هذه الخطوة إلا على التخصيص القطاعي لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون وليس على مجموع المقدار. والخطأ المتولد عن إغفال شطر الكربون المخزن في طريقة المستوى ٢ سيبلغ ١-٥ في المائة إذا استعمل كل إنتاج الحديد الغفل في تحضير الصلب الخام و ١٠ في المائة على أقصى تقدير إذا استخدم كل الحديد الغفل لأغراض أخرى (مثل مسابك الحديد الزهر). وبذلك فإن هذه الطريقة ستسفر عن مبالغة طفيفة في تقدير المصدر.

أو ثاني أكسيد الكربون. ويتفاوت معدل توليد الغاز تبعاً لنوع القطب وغير ذلك من مختلف العوامل. كما أن الحرارة تؤكسد الكربون في الصلب المنصهر فتختزله من نحو ٤ في المائة في حالة الحديد الخام إلى ٢ في المائة أو أقل (أقل من ١ في المائة في العادة) في حالة الصلب. ويغمس القطب أحياناً في الصلب المنصهر لزيادة محتوى الكربون فيه على فرض أنه يفقد مقداراً كبيراً من الكربون جراء الاحتراق. وفي هذه الحالة يزال الكربون من القطب ولكنه قد يسفر أو قد لا يسفر عن توليد ثاني أكسيد الكربون. وإذا تم ضبط الفرن بشكل صحيح، فلن يسمح إلا بتآكل قدر كافٍ من القطب لإعادة محتوى الكربون في الصلب إلى المستوى المطلوب. وأما إن كان الفرن لا يعمل بكفاءة يزداد تآكل القطب ثم يرفع القطب إلى ما فوق مستوى الصلب المنصهر ويحترق الكربون الزائد في الصلب المنصهر.

الشكل ٣-٣ شجرة قرارات لصناعة الحديد والصلب



الملحوظة ١: فئة المصادر الرئيسية هي تلك الفئة التي تحظى بأولوية في نظام الحصر الوطني لأن تقديرها يؤثر بشدة على مجموع الحصر الذي يجريه البلد لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري المباشرة من حيث المستوى المطلق للانبعاثات أو اتجاه الانبعاثات أو كليهما (أنظر القسم ٧-٢ المعنون "تحديد فئات المصادر الرئيسية الوطنية" من الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب").

الملحوظة ٢: لا تندرج هنا انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المتولدة عن الحجر الجيري المستعمل كصهور في عملية اختزال حيث إنها متضمنة في القسم ٢-٥ في الجزء الثالث من **الخطوط التوجيهية لهيئة**.

اختيار معاملات الانبعاثات

إذا لم تتوافر البيانات عن بلدان محددة على مستوى المصانع فيمكن الحصول على معاملات الانبعاثات الافتراضية لعوامل الاختزال المستعملة في تحضير الحديد الغفل من الجدول ٢-١٢ في المجلد الثالث من *الخطوط التوجيهية للهيئة* (انظر الجدول ٢-٣ المعنون "معاملات انبعاث ثاني أكسيد الكربون من تحضير الفلزات (طن متري من ثاني أكسيد الكربون/طن متري من عامل الاختزال)").

الجدول ٢-٣	
معاملات انبعاث ثاني أكسيد الكربون من تحضير الفلزات (طن متري من ثاني أكسيد الكربون/طن متري من عامل الاختزال)	
عامل الاختزال	معامل الانبعاثات ^(١)
الفحم ^(ب)	٢,٥
الكوك من الفحم ^(ب)	٣,١
كوك البترول	٣,٦

(أ) إذا لم تتوافر معلومات أفضل عن المحتوى الفعلي للكربون على المستوى الوطني أو لم يمكن حسابه من البيانات الواردة في الفصل الأول في المجلد الثالث من *الخطوط التوجيهية للهيئة*.

(ب) مستمدة من البيانات الواردة في الفصل الأول في المجلد الثالث من *الخطوط التوجيهية للهيئة*.

المصدر: الجدول ٢-١٢ في الدليل المرجعي من *الخطوط التوجيهية للهيئة*.

وتستخدم في تقنيات الاختزال المباشر عوامل اختزال أخرى، مثل أول أكسيد الكربون أو الهيدروجين أو الغاز الطبيعي، ولكل منها معامل انبعاث محدد. ومن الممارسة السليمة استعمال معاملات الانبعاثات للصلب المنتج في أفران الأقواس الكهربائية الخاصة بالمصنع. وإذا لم تتوافر بيانات على مستوى المصانع فينبغي استعمال معامل انبعاث افتراضي لأكسدة الأقطاب. ولاستهلاك الأقطاب في إنتاج الصلب باستعمال أفران الأقواس الكهربائية ينبغي في طريقة المستوى ٢ استعمال معامل انبعاث افتراضي قيمته ٥ كيلو غرامات من ثاني أكسيد الكربون لكل طن متري من الصلب المنتج في أفران الأقواس الكهربائية (تيتشي، ١٩٩٩).

اختيار بيانات الأنشطة

طريقة المستوى ٢

ينبغي جمع بيانات الأنشطة على مستوى المصانع. وأهم هذه البيانات هو ما يتعلق منها بمقدار عامل الاختزال المستعمل في تحضير الحديد. وإذا لم تكن في حالة *فئة مصادر رئيسية* ولم تتوافر البيانات الخاصة بالمصانع فيمكن تقدير كتلة عامل الاختزال باستعمال نهج المستوى ١ (انظر أدناه). وإضافة إلى ذلك فإن مقدار الحديد الغفل المنتج وكذلك المقادير المستعملة لتحضير الصلب الخام ومحتويات الكربون فيها ينبغي جمعها جنباً إلى جنب مع البيانات المتعلقة بمقدار الصلب الخام المنتج في أفران الأقواس الكهربائية ومقدار الحديد في الخام ومحتواه من الكربون.

طريقة المستوى ١

لا تتطلب طريقة المستوى ١ سوى مقدار عامل الاختزال المستعمل في تحضير الحديد. وإذا لم تتوافر بيانات عن كتلة عامل الاختزال الخاصة بالمصانع فيمكن تقديرها بطرح مقدار الوقود المستخدم لاختزال خام الحديد في صناعة الحديد والصلب

(التصنيف الصناعي الدولي الموحد، ١٩٩٠) من الوقود المستهلك ويتم الإبلاغ عنها في قطاع الطاقة. ويمكن حساب مقدار الوقود المستعمل في الاختزال من توازن كتلة الصيغة الكيميائية المستخدمة لاختزال خام الحديد. ولا يؤثر هذا التقدير التقريبي سوى على توزيع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بين العمليات الصناعية وقطاع الطاقة.

الاستيفاء

عند تقدير الانبعاثات الناجمة عن هذه الفئة فإن ثمة خطر في ازدواجية أو إغفال العد في العمليات الصناعية أو في قطاع الطاقة. وحيث إن أكسدة الكوك تستعمل في المقام الأول لتحضير الحديد الغفل فإن ما يتولد عنها من انبعاثات يعتبر ناجما عن العمليات الصناعية وينبغي الإبلاغ عنها على هذا النحو. وأما إن كان الأمر على خلاف ذلك فينبغي التنويه عنه صراحة في الحصر. وينبغي لوكالات حصر الغازات إجراء اختبار لازدواجية العد/الاستيفاء. وسوف يتطلب ذلك معرفة جيدة بالحصر في تلك الفئة.

وضع متسلسلة زمنية متسقة

ينبغي حساب الانبعاثات الناجمة عن تحضير الحديد والصلب باستعمال نفس الطريقة المتبعة في كل سنوات المتسلسلة الزمنية. وفي الحالات التي لا تتوفر فيها البيانات لدعم طريقة أكثر دقة في كل سنوات المتسلسلة الزمنية فينبغي إعادة حساب هذه الثغرات وفقا للإرشادات الواردة في الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب".

تقييم عدم التيقن

أهم نوع من بيانات الأنشطة في المستويين ١ و ٢ على السواء هو مقدار عامل الاختزال المستعمل في إنتاج الحديد. ووفقا للفصل الثاني المعنون "الطاقة" فإن بيانات الطاقة تقترن بها نسبة نمطية من عدم التيقن تبلغ نحو ٥ في المائة (نحو ١٠ في المائة في البلدان التي ليست لديها إحصاءات متطورة للطاقة). ولحساب مخزون الكربون فإن المستوى ٢ يتطلب بيانات إضافية عن مقادير الحديد الغفل وصافي إنتاج الصلب الخام المقترن التي لها درجة عدم التيقن نمطية لبضعة نقاط مئوية. وإضافة إلى ذلك فإن المستوى ٢ يتطلب معلومات عن محتوى الكربون في الحديد الغفل والصلب الخام وخام الحديد الذي قد يقترن به عدم تيقن بنسبة ٥ في المائة في حالة توافر بيانات عن خاصة بالمصانع. وما لم يكن الأمر كذلك فإن عدم التيقن المقترن بمحتوى الكربون يمكن أن يتراوح بين ٢٥ و ٥٠ في المائة. وأخيرا فإن عدم التيقن المقترن بعوامل انبعاث عامل الاختزال (مثل الكوك) لا تتعدى في العادة ٥ في المائة (انظر تقييم عدم التيقن في القسم ٢-١-١-٦ المعنون "انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن الاحتراق الثابت").

وسوف يتراوح الخطأ المنتظم في تقديرات الانبعاثات باستعمال طريقة المستوى ١ نتيجة لإغفال شطر مخزون الكربون في المستوى ٢ بين ١ و ٥ في المائة إذا استعمل كل الحديد الغفل في إنتاج الصلب الخام وسيبلغ ١٠ في المائة على أقصى تقدير إذا استخدم كل الحديد الغفل لأغراض أخرى، أي في مسابك الحديد الزهر. وبذلك فإن هذه الطريقة ستسفر عن مبالغة طفيفة في تقدير هذا المصدر.

٢-٣-١-٣ التقارير والوثائق

من الممارسة السليمة توثيق وأرشفة كل المعلومات المطلوبة لإعداد تقديرات حصر الانبعاثات الوطنية كما هو مبين في القسم ١-١٠-٨ تحت عنوان "الوثائق الداخلية والأرشفة" من الفصل الثامن المعنون "ضمان ومراقبة الجودة". ومن غير العملي إدراج كل الوثائق في تقرير الحصر الوطني. على أنه ينبغي أن يشمل الحصر ملخصات للطرق المتبعة والإشارات إلى مصادر البيانات حتى تتسم تقديرات الانبعاثات المبلغ عنها بالشفافية وحتى يتسنى تعقب الخطوات التي اتبعت في حسابها.

طريقة المستوى ٢

من الممارسة السليمة توثيق الانبعاثات وكل بيانات الأنشطة (عوامل الاختزال والكربون المخزن والصلب المنتج في أفران القوس الكهربائي والأقطاب) بالإضافة إلى معاملات الانبعاثات المقابلة والفرضيات المستخدمة في اشتقاقها. وينبغي تقديم تفسير للصلة مع تقديرات القطاع الفرعي لاحتراق الوقود للتأكد من عدم حدوث ازدواجية أو سهو في حساب الانبعاثات.

طريقة المستوى ١

من الممارسة السليمة الإبلاغ عن مقدار عوامل الاختزال ومعاملات الانبعاثات المقترنة بها إلى جانب الإبلاغ عن الانبعاثات. وفي الجدول المناظر لا تمثل الانبعاثات المبلغ عنها إلا جزءاً من مجموع الانبعاثات وأما بقية الانبعاثات فيتم الإبلاغ عنها في مواضع أخرى (القسم المتعلق باحتراق الوقود).

وإضافة إلى ذلك، ينبغي لوكالات حصر الغازات توثيق كل المعلومات المطلوبة لإعداد التقدير وكذلك إجراءات مراقبة/ضمان جودة على المستويين ١ و ٢ على السواء.

٣-٣-١-٣ ضمان/مراقبة جودة الحصر

من الممارسة السليمة إجراء اختبارات لمراقبة الجودة كما هو مبين في الجدول ٨-١ من الفصل الثامن، ومراجعة خبراء لتقديرات الانبعاثات. وقد يكون من الملائم أيضاً إجراء اختبارات إضافية لضمان الجودة كما هو مبين في القسم ٨-٧ من الفصل الثامن، واتباع إجراءات ضمان الجودة، ولاسيما إذا استعملت طرق المستويات العليا لتحديد الانبعاثات الناجمة عن هذا المصدر. وتشجع وكالات حصر الغازات على استعمال المستوى الأعلى في ضمان/مراقبة الجودة المتعلقة بفئات المصادر الرئيسية كما هو محدد في الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب".

وبالإضافة إلى الإرشادات الواردة في الفصل الثامن فإننا ننتظر فيما يلي أدناه إلى إجراءات محددة ذات صلة بفئة هذه المصادر.

التحقق من بيانات الأنشطة

فيما يتعلق بطريقة المستوى ٢، ينبغي لوكالات حصر الغازات التحقق من احتراق الوقود كما جاء في القسم ٢-١-١-٤ لكفالة عدم ازدواجية أو إغفال حساب الانبعاثات الناجمة عن عوامل التسخين/الاختزال (الفحم والكوك والغاز الطبيعي وما إلى ذلك).

وينبغي لوكالات حصر الغازات أن تفحص أي تضارب في البيانات الواردة من مختلف المصانع لتحديد ما إن كانت هذه الاختلافات تعبر عن أخطاء أو تقنيات مختلفة في القياس أو أنها ناتجة عن فروق حقيقية في الانبعاثات أو ظروف التشغيل أو التكنولوجيا. ويتصل ذلك على وجه الخصوص بتقديرات كتلة عامل الاختزال المستخدم في مصانع محددة.

وينبغي أن تقوم وكالات حصر الغازات بمقارنة التقديرات المجمعة على مستوى المصانع مع مجموع الكربون والحجر الجيري المستهلك في الصناعة كلما توافرت هذه البيانات.

٣-٢ انبعاثات أكسيد النيتروز من إنتاج حمض الأديبيك وحمض النيتريك

٣-٢-١ المسائل المنهجية

يتولد أكسيد النيتروز كناتج ثانوي غير مقصود أثناء تحضير حمض الأديبيك وحمض النيتريك وفي كثير من العمليات الصناعية التي تستعمل فيها أكاسيد النيتروجين أو أحماض النيتريك كمواد وسيطة (مثل صناعة الكبرولاكتام والجلايوكسال ومعالجة الوقود النووي). وحمضا الأديبيك والنيتريك من المصادر الضخمة لانبعاثات أكسيد النيتروز ما لم يتم الحد منهما^{١٣}. وتتوقف انبعاثات أكسيد النيتروز من هذه العمليات على المقدار المتولد في عملية الإنتاج المحددة والمقدار المدمر في أي عملية تخفيض لاحقة. والحد من أكسيد النيتروز قد يكون مقصودا عن طريق تركيب معدات مصممة خصيصا لتدمير أكسيد النيتروز في مصانع إنتاج حمض الأديبيك أو قد يكون عفويا في النظم المصممة لتخفيض الانبعاثات الأخرى، مثل أكاسيد النيتروجين. ولمزيد من المعلومات يمكن الاطلاع على الدليل المرجعي للخطوط التوجيهية للهئية (القسمان ٢-٩ و ١٠-٢ المعنونان إنتاج حمض النيتريك وإنتاج حمض الأديبيك).

اختيار الطريقة

يتوقف اختيار طرق الممارسة السليمة على الظروف الوطنية. ويصف الشكل ٣-٤ المعنون "شجرة قرارات لانبعاثات أكسيد النيتروز من إنتاج حمض الأديبيك وحمض النيتريك" الممارسة السليمة في تكييف الطرق الواردة في الخطوط التوجيهية للهئية مع هذه الظروف الوطنية. وينبغي تطبيق شجرة القرارات على إنتاج حمض الأديبيك وحمض النيتريك كل على حدة. وتقدم الخطوط التوجيهية للهئية معادلة أساسية لتقدير انبعاثات أكسيد النيتروز يتم فيها ضرب بيانات الإنتاج بمعامل انبعاث. وبالنظر إلى تكنولوجيات تخفيض أكسيد النيتروز المستعملة حاليا والتي من المحتمل استعمالها في المستقبل، وبخاصة في مصانع إنتاج حمض الأديبيك، من الممارسة السليمة إدراج حد إضافي في هذه المعادلة على النحو التالي:

المعادلة ٣-٩

$$N_2O \text{ Emissions} = \text{Specific Emission Factor} \bullet \text{Production Level} \bullet [1 - (N_2O \text{ Destruction Factor} \bullet \text{Abatement System Utilisation Factor})]$$

انبعاثات أكسيد النيتروز = معامل الانبعاثات النوعي • مستوى الإنتاج • [١ - (معامل تدمير أكسيد النيتروز • معامل استخدام نظام التخفيض)]

ويتعين ضرب معامل تدمير أكسيد النيتروز في معامل لاستخدام من نظام التخفيض لمراعاة أي فترة تتوقف فيها معدات تخفيض الانبعاثات (أي المدة التي تتوقف فيها المعدات عن العمل).

^{١٣} لا يوجد بشكل عام ارتباط بين الصناعات الكيماوية وغيرها من الصناعات التي يتناولها هذا القسم إلا من حيث أن استعمال حمض النيتريك في صناعة حمض الأديبيك. وتفاوت كثيرا في كل نوع من أنواع الصناعات تكنولوجيات التصنيع والتكنولوجيات المطبقة لتخفيض أكسيد النيتروز.

ولتحقيق أكبر قدر من الدقة فإن من الممارسة السليمة تطبيق هذه المعادلة على مستوى المصانع باستخدام معاملات توليد وتدمير أكسيد النيتروز المشتقة من بيانات القياس الخاصة بالمصانع. والمجموع الوطني في هذه الحالة يساوي محصلة مجاميع المصانع. وما لم تتوفر معلومات على مستوى المصانع فإن الممارسة السليمة توفر معاملات انبعاثات افتراضية لتوليد أكسيد النيتروز و لتدميره كما هو مبين في الجدولين ٣-٧ (المعاملات الافتراضية لإنتاج حمض الأديبيك) و ٣-٨ (المعاملات الافتراضية لإنتاج حمض النيتريك) استنادا إلى أنواع المصانع وتكنولوجيات التخفيض المطبقة.

وبالنظر إلى عدم وجود إلا عدد صغير نسبيا من مصانع إنتاج حمض الأديبيك (نحو ٢٣ على مستوى العالم وفقا لنشوي وآخرين، ١٩٩٣)، فإن الحصول على معلومات خاصة بالمصانع يتطلب قليلا من الموارد الإضافية. على أن عدد مصانع إنتاج حمض النيتريك يزيد عن ذلك (تتراوح التقديرات بين ٢٥٥ و ٦٠٠ مصنع وفقا لنشوي وآخرين، ١٩٩٣؛ بوكمان و غرانلي، ١٩٩٤) مع تفاوت أكبر كثيرا في معاملات توليد أكسيد النيتروز فيما بين أنواع المصانع. وبذلك فإن المعاملات الافتراضية قد تكون مطلوبة في أكثر الأحيان لتقدير انبعاثات أكسيد النيتروز الناجمة عن إنتاج حمض النيتريك. ومن الممارسة السليمة في الحالات التي تستعمل فيها القيم الافتراضية لتقدير الانبعاثات المتولدة عن إنتاج حمض النيتريك أن تصنف المصانع حسب نوعها وأن يكون معامل توليد أكسيد النيتروز المستخدم ملائما قدر المستطاع.

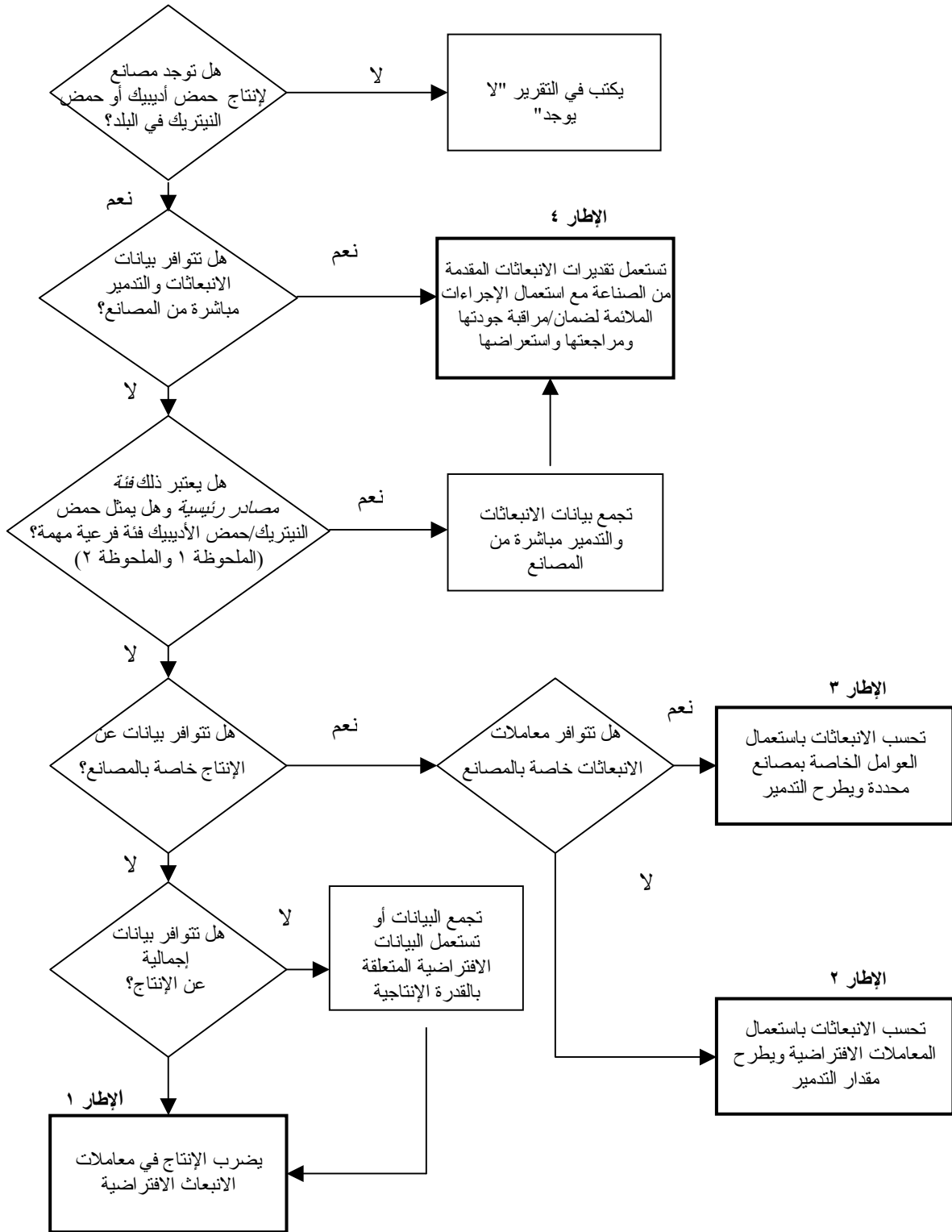
اختيار معاملات الانبعاثات

توفر قياسات المصانع أدق البيانات لحساب صافي الانبعاثات (أي معاملات توليد وتدمير أكسيد النيتروز). ومن العملي رصد انبعاثات أكسيد النيتروز المتولدة عن إنتاج حمض الأديبيك وحمض النيتريك لأنها تعتبر مصادر ثابتة ولا يوجد سوى عدد محدود من مصانع الإنتاج. وبالنظر إلى التكنولوجيا المتاحة حاليا فإن استخدام أجهزة معاينة ورصد معدلات الانبعاث لا يحد من ضبط أو دقة القياس الكلي. وتواتر المعاينة وتوقيتها يكفي في العادة لتفادي الأخطاء المنتظمة ولتحقيق المستوى المرجو من الدقة. وكقاعدة عامة، من الممارسة السليمة إجراء المعاينة والتحليل كلما أدخل المصنع أي تغييرات كبيرة من شأنها التأثير على معدل توليد أكسيد النيتروز وفي كثير من الأحيان الأخرى لكفالة ثبات ظروف التشغيل. وإضافة إلى ذلك، ينبغي استشارة مشغلي المصانع سنويا لتحديد تكنولوجيات التدمير النوعية المطبقة ولتأكيد استعمالها نظرا لاحتمال تغير التكنولوجيات مع مرور الوقت. وتتطلب دقة قياس معدل الانبعاثات وكفاءات التخفيض إجراء قياس لمجرى الخروج والمجرى غير المراقب. وفي الحالات التي لا تتوفر فيها بيانات القياس إلا لمجرى الخروج فمن الممارسة السليمة تقدير الانبعاثات على أساس تلك البيانات. وفي هذه الحالة ينبغي توفير أي تقديرات متاحة عن كفاءة التخفيض للعلم فقط وليس لحساب الانبعاثات.

وما لم تتوفر معاملات على مستوى المصانع فمن الممارسة السليمة استعمال المعاملات الافتراضية. وتمثل هذه القيم الافتراضية في كثير من الأحيان نقطة متوسطة أو قيمة متوسطة لمجموعات البيانات (على النحو الذي يحدده تحليل الخبراء). ولا يعرف مدى تمثيل هذه القيم الافتراضية لمعدل الانبعاثات في مصنع بعينه. وينبغي عدم استعمال المعاملات الافتراضية إلا في الحالات التي لا تتوفر فيها قياسات خاصة بالمصنع.

ويعرض الجدول ٣-٧ المعنون "المعاملات الافتراضية لإنتاج حمض الأديبيك" معاملات الانبعاثات الافتراضية لإنتاج حمض الأديبيك والمعاملات الافتراضية لتدمير أكسيد النيتروز في تكنولوجيات التخفيض التي يشيع تطبيقها، وما يقترن بها من أوجه عدم التيقن. وهذا الجدول يكمل القيم الافتراضية المحددة في الخطوط التوجيهية للهيئة عن طريق توفير معلومات عن تكنولوجيات تخفيض أكسيد النيتروز. وعدم تحديد ما إن كانت تكنولوجيات التخفيض مستعملة يمكن أن يسفر عن المبالغة في تقدير الانبعاثات.

الشكل ٣-٤ شجرة قرارات لانبعاثات أكسيد النيتروز من إنتاج حمض الأديبيك وحمض النيتريك



الملحوظة ١: فئة المصادر الرئيسية هي تلك الفئة التي تحظى بأولوية في نظام الحصر الوطني لأن تقديرها يؤثر بشدة على مجموع الحصر الذي يجريه البلد لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري المباشرة من حيث المستوى المطلق للانبعاثات أو اتجاه الانبعاثات أو كليهما (أنظر القسم ٧-٢ المعنون "تحديد فئات المصادر الرئيسية الوطنية" من الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب").

الملحوظة ٢: كقاعدة تستند إلى الخبرة العملية، تعتبر فئة المصادر الفرعية مهمة إذا كانت تمثل ٢٥ إلى ٣٠ في المائة من الانبعاثات الناجمة عن هذه الفئة.

والجدول ٨-٣ المعنون "المعاملات الافتراضية لإنتاج حمض النيتريك" يكمل معاملات الانبعاثات المتعلقة بإنتاج حمض النيتريك الواردة في *الخطوط التوجيهية للهيئة* (الجدول ٧-٢ المعنون "معاملات انبعاث أكسيد النيتروز الناجمة عن إنتاج حمض النيتريك" في القسم ٢-٩ من المجلد الثالث). كما يشمل الجدول معاملات انبعاث وتدمير إضافية متعلقة بتكنولوجيا تخفيض أكاسيد النيتروجين وما يقترن بها من أوجه عدم التيقن. ومعاملات التوليد المدرجة في الجدول ٨-٣ للمصانع التي تستعمل الاختزال بالحفز غير الانتقائي تتضمن بالفعل تأثير تدابير التخفيض. ويرد في الجدول ٨-٣ معامل تدمير أكسيد النيتروز في المصانع التي تستعمل الاختزال بالحفز غير الانتقائي للعلم فقط وينبغي عدم تطبيقه على أي تقدير للانبعاثات باستعمال معامل التوليد الافتراضي في المصانع التي تستعمل الاختزال بالحفز غير الانتقائي لأن من شأن ذلك أن يفضي إلى ازدواجية في حساب التدمير.

الجدول ٧-٣ العوامل الافتراضية لإنتاج حمض الأديبيك		
عملية الإنتاج	معامل توليد أكسيد النيتروز ^(١) (٢)	مقدار عدم التيقن
أكسدة حمض النيتريك	٣٠٠ كيلو غرام/طن متري من حمض الأديبيك	± ١٠ في المائة (استنادا إلى تقديرات الخبراء). ويشمل نطاق ٣٠٠ كيلو غرام ± ١٠% التغييرية من المواد الوسيطة المستخدمة في الكيتون النقي إلى الكحول النقي مع وجود معظم القائمين بالصناعة في مكان ما في المنتصف. (أ)
تكنولوجيا التخفيض	معامل تدمير أكسيد النيتروز ^(٣)	تقديرات عدم التيقن (مختلفة عن نطاقات معامل التدمير)
التدمير بالحفز	٩٠-٩٥%	± ٥ في المائة (استنادا إلى تقدير الخبراء). ويشمل القائمون على الصناعة المعروفون باستعمالهم لهذه التكنولوجيا: BASF (سكوت، ١٩٩٨) و ديبون (DuPont) (ريمير، ١٩٩٩).
التدمير الحراري	٩٠-٩٥%	± ٥ في المائة (استنادا إلى تقدير الخبراء). ويشمل القائمون على الصناعة المعروفون باستعمالهم لهذه التكنولوجيا: Solutia؛ Bayer؛ DuPont؛ Asahai (سكوت، ١٩٩٨).
إعادة المعالجة باستخدامه كمادة وسيطة في إنتاج حمض الأديبيك	٩٨-٩٩%	± ٥ في المائة (استنادا إلى تقدير الخبراء). ويشمل القائمون على الصناعة المعروفون باستعمالهم لهذه التكنولوجيا: Alsachemie (سكوت، ١٩٩٨).
إعادة المعالجة باستخدامه كمادة وسيطة في إنتاج حمض الأديبيك	٩٠-٩٨%	± ٥ في المائة (استنادا إلى تقدير الخبراء). وستقوم شركة Solutia بتطبيق هذه التكنولوجيا حوالي عام ٢٠٠٢ (سكوت، ١٩٩٨).
نظام التخفيض	معامل الاستخدام (هـ)	
التدمير بالحفز	٨٠-٩٨%	انظر الملحوظة (ج)
التدمير الحراري	٩٥-٩٩%	انظر الملحوظة (ج)
إعادة المعالجة نحو حمض النيتريك	٩٠-٩٨%	انظر الملحوظة (ج)
إعادة المعالجة نحو حمض الأديبيك	٩٠-٩٨%	انظر الملحوظة (ج)
<p>(أ) فيما يتعلق بقيمة وكالة البيئة في اليابان (٢٦٤ كيلو غراما من أكسيد النيتروز/طن متري من حمض الأديبيك) الواردة في <i>الخطوط التوجيهية للهيئة</i>، يعتقد أن هذا المصنع يستعمل أكسدة مادة سايلو هيكسانول (الكحول) النقي بدلا من خليط الكيتون والكحول (ريمير، ١٩٩٩). وهذا هو المصنع الوحيد الذي يسير على هذه الطريقة.</p> <p>(ب) ينبغي ضرب معامل التدمير (الذي يمثل كفاءة التكنولوجيا في التخفيض) بمعامل استخدام نظام التخفيض. وبلا حظ أن هذا النطاق ليس تقديرا لعدم التيقن.</p> <p>(ج) يلاحظ أن هذه القيم الافتراضية تستند إلى تقدير الخبراء وليست بيانات مقدمة من الصناعة أو قياسات خاصة بمصانع محددة. ففي خلال السنة إلى الخمس سنوات الأولى من تطبيق تكنولوجيا التخفيض، يكون معامل الاستخدام في النهاية الدنيا من النطاق. وينشأ الاستخدام الأدنى من المعدات في العادة بسبب الحاجة إلى تعلم كيفية تشغيل نظام التخفيض وبسبب وقوع كثير من المشاكل المتعلقة بالصيانة أثناء المرحلة الأولية. وبعد سنة إلى خمس سنوات تتحسن الخبرة التشغيلية ويكون معامل الاستخدام في النهاية العليا من النطاق.</p> <p>المصدر:</p> <p>(د) ثيمانز وتروغر، ١٩٩١.</p> <p>(هـ) ريمير، ١٩٩٩.</p>		

الجدول ٨-٣ العوامل الافتراضية لإنتاج حمض النيتريك		
اعتبارات خاصة	معامل توليد أكسيد النيتروز (كيلو غرام من أكسيد النيتروز/طن متري من حمض النيتريك)	عملية الإنتاج
استنادا إلى معدل الانبعاثات في المصانع الأوروبية التصميم (كوليس، ١٩٩٩)	٨,٥	كندا - المصانع التي لا تستعمل الاختزال بالحفز غير الانتقائي - المصانع التي تستعمل الاختزال بالحفز غير الانتقائي
يأخذ معامل توليد أكسيد النيتروز بعين الاعتبار تدمير أكسيد النيتروز باستعمال الاختزال بالحفز غير الانتقائي. عدم التيقن = ± 10 في المائة (استنادا إلى تقديرات الخبراء-كوليس، ١٩٩٩).	> 2	
هناك ما يقدر بنسبة ٨٠ في المائة من مصانع إنتاج حمض النيتريك لا تستعمل نظم الاختزال بالحفز غير الانتقائي (تشوي وآخرون، ١٩٩٣).	٩,٥	الولايات المتحدة الأمريكية - المصانع التي لا تستعمل الاختزال بالحفز غير الانتقائي - المصانع التي تستعمل الاختزال بالحفز غير الانتقائي
يأخذ معامل توليد أكسيد النيتروز بعين الاعتبار تدمير أكسيد النيتروز باستعمال الاختزال بالحفز غير الانتقائي. وتشير الصناعة إلى وجود نطاق يتراوح بين ١,١٢ و ٢,٥ كيلو غراما من أكسيد النيتروز/طن متري من حمض النيتريك. وأشار الخبراء الميدانيون إلى أن النهاية الدنيا لهذا النطاق تنسم بدقة أكبر (تشوي وآخرون، ١٩٩٣؛ كوليس، ١٩٩٩). وتم اختيار معامل مقداره ٢ كقيمة افتراضية محافظة. وهناك ما يقدر بنسبة ٢٠ في المائة من مصانع إنتاج حمض النيتريك تستعمل نظم الاختزال بالحفز غير الانتقائي (تشوي وآخرون، ١٩٩٣). عدم التيقن = ± 10 في المائة (استنادا إلى تقديرات الخبراء).	٢	
طورت شركة نورسك هايدرو (Norsk Hydro) تصميما لمفاعل حديث يتم فيه تخفيض انبعاثات أكسيد النيتروز بطريقة متكاملة داخل العملية (نورسك هايدرو، ١٩٩٦). ولا توجد إلا منشأة واحدة تعمل باستعمال هذا النوع (أونك، ١٩٩٩).	> 2	النرويج - تدمير أكسيد النيتروز داخل العملية
(نورسك هايدرو، ١٩٩٦)	٥-٤	- مصنع الضغط الجوي (ضغط منخفض)
(وكالة البيئة في اليابان، ١٩٩٥)	٧,٥-٦	- مصنع الضغط المتوسط
	٥,٧-٢,٢	اليابان
	١٠-٨	بلدان أخرى - المصانع الأوروبية التصميم ذات الضغط المزدوج والامتصاص المضاعف - المصانع الأقدم (قبل عام ١٩٧٥) التي لا تستعمل الاختزال بالحفز غير الانتقائي
أفادت التقارير عن وجود معاملات انبعاث تصل إلى ١٩ كيلو غراما من أكسيد النيتروز/طن متري من حمض النيتريك في المصانع غير المزودة بتكنولوجيا الاختزال بالحفز غير الانتقائي (تشوي وآخرون، ١٩٩٣؛ الرابطة الأوروبية لصناعات المخصبات، ١٩٩٥). وهذا المعدل المرتفع للانبعاثات ينطبق على الأرجح على المصانع المتقدمة (تشوي، ١٩٩٣؛ كوك، ١٩٩٩).	١٩-١٠	
ملاحظات	النسبة المئوية لمعامل تدمير أكسيد النيتروز	تكنولوجيا تخفيض أكسيد النيتروجين
عدم التيقن = ± 10 في المائة (استنادا إلى تقديرات الخبراء). والاختزال بالحفز غير الانتقائي طريقة معروفة لمعالجة ذيول الغازات في الولايات المتحدة الأمريكية وكندا ويقل استخدامها في أنحاء العالم الأخرى.	٩٠-٨٠	الاختزال بالحفز غير الانتقائي
استعمال الاختزال بالحفز الانتقائي مع النشادر لا يخفض من أكسيد النيتروز	صفر	الاختزال بالحفز الانتقائي
	صفر	الامتصاص الممتد

اختيار بيانات الأنشطة

من الممارسة السليمة تجميع بيانات الأنشطة (الإنتاج) على مستوى تفصيلي لا يتعارض مع المستوى التفصيلي لبيانات التوليد والتدمير. وفي الحالات التي تستعمل فيها معاملات انبعاثات على مستوى المصانع فمن الممارسة السليمة جمع بيانات الإنتاج على مستوى المصانع. وتعتبر بيانات الإنتاج الاعتيادية على مستوى المصانع دقيقة بنسبة ± 2 في المائة نظرا للقيمة الاقتصادية التي تتطوي عليها عملية الحصول على معلومات دقيقة. وما لم تتوفر البيانات على مستوى المصانع فيمكن استعمال بيانات الإنتاج المجمعة على المستوى الوطني. على أن هذه الإحصاءات قد ينقصها وسطيا نصف المجموع الوطني في حالة فئة مصادر حمض النيتريك (انظر المعلومات التفصيلية في القسم الخاص بالاستيفاء).

وأما إن لم تتوفر بيانات على مستوى المصانع أو على المستوى الوطني فيمكن استعمال المعلومات عن قدرة الإنتاج. ومن

الممارسة السليمة ضرب مجموع قدرة الإنتاج الوطنية في معامل استعمال قدرة الإنتاج البالغ ٨٠ في المائة \pm ٢٠ في المائة (أي بنسبة تتراوح بين ٦٠ و ١٠٠ في المائة).

الاستيفاء

يعتبر استيفاء نطاق فئة مصادر حمض الأديبيك من الأمور التي لا تنطوي على أي صعوبات خاصة، ولكن الإحصاءات التي يتم جمعها على المستوى الوطني بشأن إنتاج حمض النيتريك قد ينقصها وسطيا نصف المجموع. ولا تمثل الإحصاءات الوطنية إلا من ٥٠ إلى ٧٠ في المائة من المجموع وفقا للدراسات التي تقارن بين الإحصاءات المستمدة من البيانات الوطنية عن إنتاج حمض النيتريك وبين تقديرات الإنتاج القائمة على مجموع التقديرات الخاصة بالمصانع (بومان وآخرون، ١٩٩٥؛ أوليفر، ١٩٩٩). ولعل السبب وراء ذلك هو وجود إنتاج حمض النيتريك ضمن عمليات إنتاج كبرى لا يتم فيها تسويق حمض النيتريك تجاريا ولا يحسب في الإحصاءات الوطنية. ومثال ذلك أن أكاسيد النيتروجين التي يتم تحضيرها عن طريق أكسدة النشادر أثناء صناعة الكبرولاكتام تستعمل مباشرة في العملية بدون تحويلها مسبقا إلى حمض النيتريك. ويمكن تحسين الاستيفاء بمراعاة هذه المصادر من خلال طرق، مثل تحديد المصادر من خلال السجلات الوطنية لانبعاثات أكاسيد النيتروجين التي تمثل أحد النواتج الثانوية غير المقصودة لإنتاج حمض النيتريك.

وضع متسلسلة زمنية متسقة

ينبغي إعادة حساب انبعاثات أكسيد النيتروز في كل السنوات كلما تغيرت طرق حساب الانبعاثات (أي إذا تحولت وكالة حصر الغازات من استعمال القيم الافتراضية إلى تطبيق القيم الفعلية المحددة على مستوى المصنع). وإذا لم تتوافر بيانات خاصة بالمصانع لكل سنوات المتسلسلة فسوف يلزم النظر في كيفية استعمال القياسات الجارية المتبعة في المصانع لإعادة حساب الانبعاثات في السنوات السابقة. وقد يكون ممكنا تطبيق معاملات الانبعاثات الجارية المستخدمة في مصانع محددة على بيانات الإنتاج المأخوذة عن سنوات سابقة شريطة عدم حدوث تغير كبير في العمليات التي يجريها المصنع. وعملية إعادة الحساب مطلوبة لكفالة واقعية ما يطرأ من تغيرات على اتجاهات الانبعاثات وللتأكد من أنها ليست مسألة تغييرات إجرائية مصنعة. ومن الممارسة السليمة إعادة حساب المتسلسلة الزمنية وفقا للإرشادات الواردة في الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب".

تقييم عدم التيقن

أوجه عدم التيقن في القيم الافتراضية هي تقديرات تستند إلى أحكام الخبراء. وتتسم معاملات الانبعاثات الافتراضية المتعلقة بحمض الأديبيك بقدر أكبر من التيقن عما في حالة حمض النيتريك نظرا لاشتقاقها من الكيمياء الرياضية لتفاعل كيميائي مقصود (أكسدة حمض النيتريك) والنظم الخاصة بتخفيض أكسيد النيتروز. ويمثل عدم التيقن المقترن بمعامل انبعاث حمض الأديبيك مؤثر تغيير في توليد أكسيد النيتروز نظرا للفروق في تركيب المواد الوسيطة للسيكلوهيكسانون والسيكلوهيكسانول (أي الكيتون والكحول) التي تستعملها مختلف المصانع. وتسفر الزيادة في المحتوى من الكيتون عن زيادة توليد أكسيد النيتروز بينما تؤدي زيادة المحتوى من الكحول إلى انخفاض توليد أكسيد النيتروز (ريمر، ١٩٩٩-أ). ويستطيع أي مصنع أن يحدد إنتاج أكسيد النيتروز (استنادا إلى استهلاك حمض النيتريك) في حدود ١ في المائة. وفي المقابل فإن القيم الافتراضية لإنتاج حمض النيتريك تتسم بقدر أكبر كثيرا من عدم التيقن. فأولا، قد يتولد أكسيد النيتروز في قسم المفاعل الشبكي لإنتاج

حمض النيتريك كنتاج ثانوي غير مقصود (كوك، ١٩٩٩). وثانياً، قد يعالج أو لا يعالج العادم للتحكم في أكاسيد النيتروجين، كما أن نظام تخفيض أكاسيد النيتروجين قد يخفض أو لا يخفض (بل وقد يزيد) من تركيز أكسيد النيتروز في الغاز المعالج.^{١٤}

وعلى الرغم من أن عدم التيقن في قيم حمض النيتريك أكبر من عدم التيقن في قيم حمض الأديبيك فإن مستويات انبعاثات أكسيد النيتروز المحتملة لكل طن متري تكون أعلى كثيراً في حالة إنتاج حمض الأديبيك. وبذلك فإن عدم التيقن المقترن بإنتاج حمض الأديبيك قد يكون أكبر عندما يتحول إلى انبعاثات أكسيد النيتروز. ويمكن تحديد مقدار الانبعاثات باستعمال المعادلة ٣-٩ أعلاه في حدود ± ٥ في المائة على مستوى ٩٥ في المائة من الثقة باستخدام نظام للرصد تتم صيانتها ومعايرته بشكل سليم.

٢-٢-٣ التقارير والوثائق

الإطار ٣-١

مصادر أكسيد النيتروز الصناعية الأخرى

يحدد الدليل المرجعي في الخطوط التوجيهية للهيئة عدة فئات أخرى من مصادر أكسيد النيتروز المحتملة غير معلومة القيمة ولكن يعتقد بأنها صغيرة. وتشمل فئات مصادر أكسيد النيتروز الصناعية المحتملة التي لا تنشأ عن الاحتراق ما يلي: إنتاج الكبرولاكتام، وإنتاج اليوريا، وإنتاج البتروكيماويات، وعوامل الدفع والإرغاء، وأدخنة المتفجرات، وإنتاج حمض الدودكان، وأعمدة الدخان المتصاعدة من صهاريج حمض الأديبيك وحمض النيتريك. وينبغي لوكالات حصر الغازات التي تقيس هذه المصادر كميًا أن تقدم تقريراً عما في قائمة حصرها من بيانات مشفوعة بالوثائق المتعلقة بالطريقة المتبعة. ويمكن لهذه المعلومات أن تشكل الأساس لتتبع الخطوط التوجيهية للهيئة فيما بعد.

من الممارسة السليمة توثيق وأرشفة كل المعلومات المطلوبة لإعداد تقدير حصر الانبعاثات الوطنية كما هو مبين في القسم ١٠-٨-١ تحت عنوان "الوثائق الداخلية والأرشيف" من الفصل الثامن المعنون "ضمان ومراقبة الجودة".

وفيما يلي بعض أمثلة الوثائق والتقارير ذات الصلة بهذه الفئة:

- وصف الطريقة المتبعة
- عدد مصانع حمض الأديبيك وحمض النيتريك على التوالي.
- معاملات الانبعاثات.
- بيانات الإنتاج.
- القدرة الإنتاجية.
- عدد المصانع التي تطبق تكنولوجيا التخفيض.
- نوع تكنولوجيا التخفيض، وكفاءة التدمير، والاستخدام.
- أي فرضيات أخرى.

^{١٤} قد تسفر عمليات تخفيض انبعاثات أكاسيد النيتروجين في بعض الحالات عن توليد إضافي لأكسيد النيتروز. وقد قيست الزيادة في تركيزات أكسيد النيتروز جراء استخدام تكنولوجيا تخفيض أكاسيد النيتروجين في مختلف المصانع التي تستعمل طريقة الاختزال غير الحفاز لأكاسيد النيتروجين (كوك، ١٩٩٩). ومن المعروف من خلال مصنع واحد على الأقل لإنتاج حمض النيتريك أن التحكم في أكاسيد النيتروجين قد أسفر عن زيادة في انبعاثات أكسيد النيتروز (بيرتشر، ١٩٩٩).

وينبغي لمشغلي المصانع تقديم هذه المعلومات إلى وكالة حصر الغازات لتجميعها وكذلك أرشفة المعلومات في الموقع. كما ينبغي لمشغلي المصانع تسجيل وأرشفة عدد مرات القياس وسجلات معايرة الأجهزة كلما أجريت قياسات فعلية في المصنع. وفي الحالات التي لا يوجد فيها سوى منتج أو اثنين في البلد، مثلما في حالة إنتاج حمض الأديبيك في كثير من الأحيان، فقد تعتبر بيانات الأنشطة سرية. وفي هذه الحالة ينبغي للمشغلين ووكالات حصر الغازات تحديد مستوى التجميع الذي يمكن عنده الإبلاغ عن المعلومات بدون الإخلال بسريتها. على أنه ينبغي أن تحفظ على مستوى المصنع المعلومات التفصيلية التي تشمل سجلات الأجهزة المستعملة.

ومن غير العملي إدراج كل الوثائق في تقرير الحصر الوطني. على أنه ينبغي أن يشمل الحصر ملخصات للطرق المتبعة والإشارات إلى بيانات المصادر بما يكفل شفافية تقديرات الانبعاثات المبلغ عنها وتعبق خطوات حسابها.

٣-٢-٣ ضمان/مراقبة جودة الحصر

من الممارسة السليمة إجراء اختبارات لمراقبة الجودة كما هو مبين في الجدول ٨-١ من الفصل الثامن المعنون "ضمان/مراقبة الجودة" ومراجعة خبراء لتقديرات الانبعاثات. وقد يكون من الملائم أيضا إجراء اختبارات إضافية لمراقبة الجودة كما هو مبين في القسم ٧-٨ المعنون "إجراءات مراقبة جودة حصر فئات مصادر محددة (المستوى ٢)" من الفصل الثامن، واتباع إجراءات ضمان الجودة وبخاصة إذا استعملت طرق المستويات العليا لتحديد الانبعاثات الناجمة عن هذه الفئة. وتشجع وكالات حصر الغازات على استعمال المستوى الأعلى لضمان/مراقبة جودة حصر فئات المصادر الرئيسية كما هو محدد في الفصل السابع المعنون "الاختبار المنهجي وإعادة الحساب".

وإضافة إلى الإرشادات الواردة في الفصل الثامن فإننا نورد فيما يلي أدناه إجراءات محددة ذات صلة بهذه الفئة.

مقارنة تقديرات الانبعاثات باستعمال نهج مختلفة

في حال حساب الانبعاثات باستعمال البيانات المستقاة من مصانع حمض الأديبيك وحمض النيتريك (النهج الصعودي)، ينبغي لوكالات حصر الغازات إجراء مقارنة بين هذا التقدير وبين الانبعاثات التي يتم حسابها باستعمال بيانات الإنتاج الوطنية (النهج النزولي). وينبغي تسجيل النتائج وبحث أي تضارب غير مفسر.

وحيث إن فئات مصادر أكسيد النيتروز الصناعية تعتبر صغيرة نسبيا بالمقارنة مع المصادر البشرية والطبيعية الأخرى فمن غير العملي مقارنة الانبعاثات مع قياسات الاتجاهات في تركيزات أكسيد النيتروز في الغلاف الجوي.

البيانات على مستوى المصنع

ينبغي لوكالات حصر الغازات أرشفة معلومات كافية بما يسمح بإجراء مراجعة مستقلة للمتسلسلة الزمنية للانبعاثات بداية من سنة الأساس، ولتوضيح اتجاهات الانبعاثات عند إجراء مقارنات بيانية. ويتسم ذلك بأهمية خاصة في الحالات التي يلزم فيها إجراء عمليات حساب، وذلك مثلا عندما تتحول وكالة حصر الغازات من استعمال القيم الافتراضية إلى القيم الفعلية المحددة على مستوى المصنع.

تنقيح قياسات الانبعاثات المباشرة

إذا توافرت قياسات أكسيد النيتروز على مستوى المصنع فينبغي لوكالات حصر الغازات تأكيد انتهاز الطرق القياسية المعترف بها دوليا. وإذا أخلت ممارسات القياس بهذه المعايير فيمكن لوكالات حصر الغازات حينئذ تقييم استعمال هذه

البيانات المتعلقة بالانبعاثات. وإضافة إلى ذلك، ينبغي لوكالات حصر الغازات إعادة النظر في تقديرات عدم التيقن على ضوء نتائج ضمان/مراقبة الجودة.

وينبغي لوكالات حصر الغازات مقارنة المعاملات المحددة على أساس المصنع بالمعاملات الافتراضية المحددة من الهيئة لكفالة معقولية المعاملات الخاصة بمصانع محددة. وينبغي لها توضيح وتوثيق أي فروق بين المعاملات الخاصة بمصانع محددة والمعاملات الافتراضية، ولاسيما أي فروق في السمات المميزة للمصنع يكون من شأنها الإفضاء إلى تلك الفروق.

٣-٣ انبعاثات المركبات المشبعة بالفلور من إنتاج الألومنيوم

١-٣-٣ المسائل المنهجية

من المعروف أن عملية الصهر الأولي للألومنيوم ينتج عنها نوعان من المركبات الكربونية المشبعة بالفلور، هما الميثان الفلوري الرباعي والإيثان الفلوري السداسي. وتتكون هذه المركبات أثناء ما يعرف بظاهرة التأثير الأنودي عندما ينخفض تركيز أكسيد الألومنيوم في خلية الاختزال الإلكتروليتي.

اختيار الطريقة

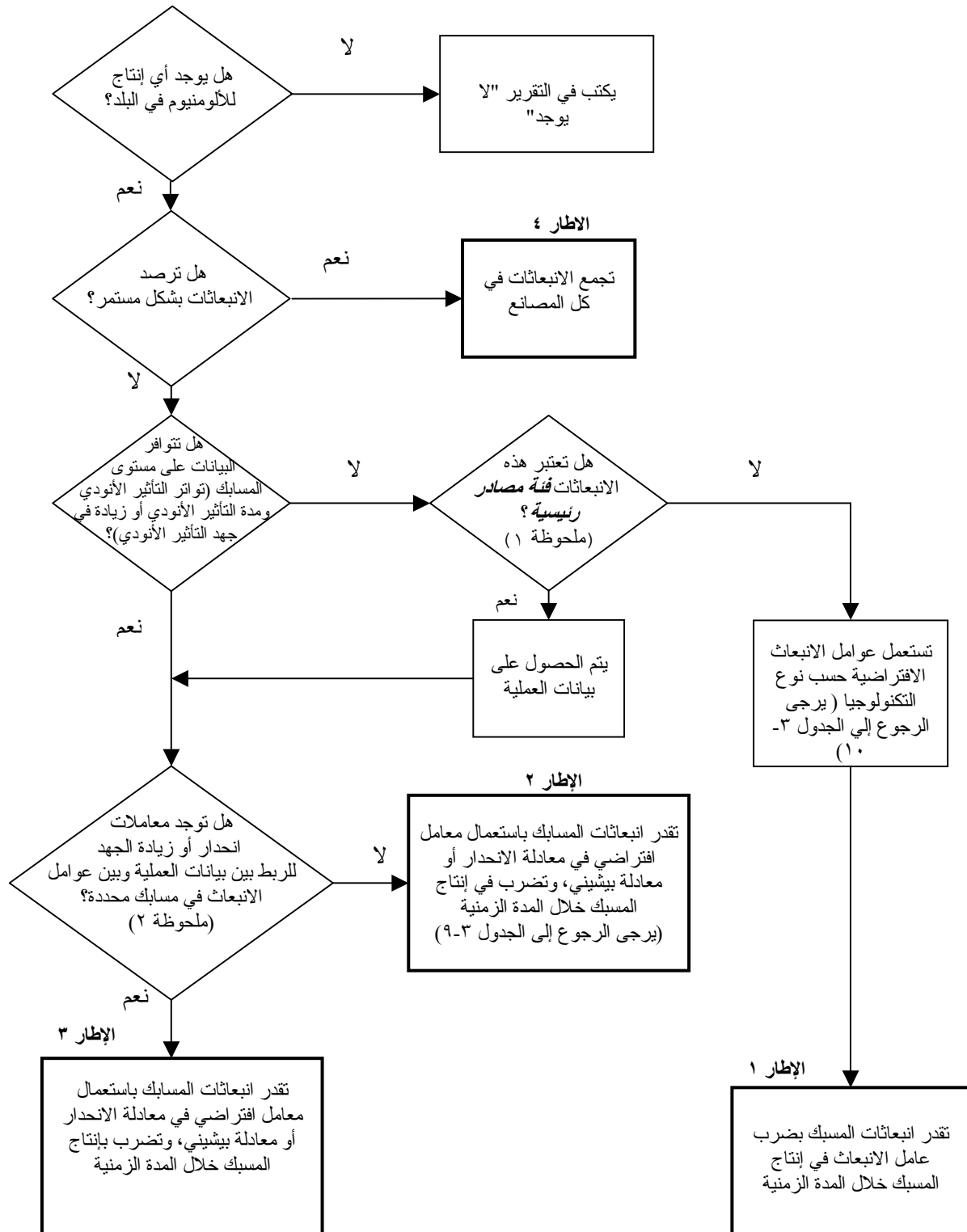
يتوقف اختيار طريقة الممارسة السليمة على الظروف الوطنية. ويبين المخطط الشجري في الشكل ٣-٥ المعنون "شجرة قرارات لانبعاثات مركبات الكربون المشبعة بالفلور من إنتاج الألومنيوم" الممارسة السليمة في تكييف الطرق الواردة في الخطوط التوجيهية للظروف الخاصة بكل بلد. وينبغي تطبيق شجرة القرارات على تقدير انبعاثات الميثان الفلوري الرباعي والإيثان الفلوري السداسي كل على حدة.

وتصف الخطوط التوجيهية للهيئة ثلاث طرق لتقدير انبعاثات مركبات الكربون المشبعة بالفلور الناجمة عن إنتاج الألومنيوم (القسم ٢-١٣ المعنون "مركبات الكربون المشبعة بالفلور الناتجة عن إنتاج الألومنيوم" في المجلد الثالث). وهذه الطرق الثلاث تقابل المستويات ولكنها ليست محددة على هذا النحو. ولتقادي التعارض مع الأقسام الأخرى الواردة في الخطوط التوجيهية للهيئة ومع دليل الممارسات السليمة فإننا نشير في هذا القسم إلى الطرق الواردة في الخطوط التوجيهية على أنها مستويات.

وتتمثل الطريقة التي تتسم بأكثر قدر من الدقة في إجراء رصد مستمر لانبعاثات الناتجة عن المسابك (المستوى ٣-أ) أو تكوين علاقة طويلة الأجل بين قياسات الانبعاثات ومعالم التشغيل في مسابك محددة وتطبيق هذه العلاقة باستعمال بيانات الأنشطة (المستوى ٣-ب). وتتطلب طريقة المستوى ٣-ب قياسات شاملة لتكوين هذه العلاقة والجمع المستمر لبيانات معالم التشغيل (مثل تواتر ومدة التأثيرات الأنودية وزيادة جهد التأثير الأنودي^{١٥}) وبيانات الإنتاج. وفي الحالات التي لا يتم فيها تكوين علاقة خاصة بمسبك محددة ولكن تتوافر فيها معلومات عن معالم التشغيل وعن الإنتاج، يمكن استعمال معاملات الميل والجهد الافتراضية الخاصة بتكنولوجيات محددة (المستوى ٢). وفي الحالات التي لا تتوافر فيها معلومات إلا عن الكمية السنوية للألومنيوم المنتج فقد تطبق معاملات الانبعاثات الافتراضية بحسب نوع التكنولوجيا المستخدمة (المستوى ١). وسوف يكون مستوى عدم التيقن في طريقة المستوى ١ أعلى بكثير عما في التقديرات التي يتم إجراؤها باتباع طريقة المستوى ٣ أو طريقة المستوى ٢.

^{١٥} تشير الزيادة في جهد التأثير الأنودي إلى تقلب الجهد أثناء التأثير الأنودي.

الشكل ٣-٥ شجرة قرارات لانبعثات مركبات الكربون المشبعة بالفلور من إنتاج الألومنيوم



الملاحظة ١: فئة المصادر الرئيسية هي تلك الفئة التي تحظى بأولوية في نظام الحصر الوطني لأن تقديرها يؤثر بشدة على مجموع الحصر الذي يجريه البلد لانبعثات غازات الاحتباس الحراري المباشرة من حيث المستوى المطلق للانبعثات أو اتجاه الانبعثات أو كليهما (انظر القسم ٧-٢ المعنون "تحديد فئات المصادر الرئيسية الوطنية" من الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب").

الملاحظة ٢: في الحالات التي يطبق فيها المسبك أكثر من نوع مميز من أنواع التكنولوجيا الخلوية لابد من قياس/استعمال معاملات انبعثات محددة لكل نوع من أنواع التكنولوجيا.

طريقة المستوى ٣-أ - الرصد المستمر للانبعاثات

الرصد المستمر للانبعاثات من الوسائل الممكنة والأكثر دقة لتحديد الانبعاثات. على أنه بالنظر إلى التكلفة المحتملة وغير ذلك من الاعتبارات المرتبطة بالموارد فإن هذه الوسيلة لا تعتبر لازمة للممارسة السليمة. وللاطلاع على تفاصيل تقنيات القياس، يمن الرجوع إلى الإطار ٣-٢ المعنون "تقنيات القياس المباشر" أدناه.

الإطار ٣-٢

تقنيات القياس المباشر

لابد من إجراء المعاينة والقياس وفقا لمعيار *الممارسة السليمة* لكفاءة دقة البيانات، وهو ما يعني أن:

- قياسات مركبات الكربون المشبعة بالفلور في المسابك ينبغي أن تراعي الانبعاثات المتجمعة في غطاء خلية الاختزال والمستخلصة عبر أنبوب العادم، وكذلك الانبعاثات المنفلتة التي تنطلق في الغلاف الجوي داخل غرفة البواتق^{١٦} ومن الوجهة المثالية يمكن الحصول على هذه البيانات بالقياس المباشر لمركبات الكربون المشبعة بالفلور في أنبوب العادم وللانبعاثات المنفلتة. وأما بخلاف ذلك فيمكن إجراء قياس مباشر لانبعاثات مركبات الكربون المشبعة بالفلور في الأنبوب جنباً إلى جنب مع إجراء قياس دقيق لكفاءة غطاء الخلية في جميع الانبعاثات، بما يسمح بحساب الانبعاثات المنفلتة.
- التكنولوجيا التحليلية المستخدمة ينبغي أن تكون قادرة على قياس الميثان الفلوري الرباعي والإيثان الفلوري السداسي في آن واحد. وهناك العديد من التكنولوجيات التحليلية الملائمة. ولا بد أن تتسم التكنولوجيا المختارة بنطاق دينامي ملائم لقياس التركيزات المتوقعة لانبعاثات الأنبوب والانبعاثات المنفلتة. وينبغي لحساسية الكشف أن تكون قادرة على القياس الدقيق على أدنى المستويات المتوقعة في أنابيب عوادم خلايا التحليل الكهربائي وبالنسبة للانبعاثات المنفلتة التي تمثل ٥ في المائة أو أكثر من مجموع انبعاثات مركبات الكربون المشبعة بالفلور. وينبغي أن يكون النطاق الدينامي لجهاز القياس قادراً على القياس الدقيق لأكثر مستويات التركيزات ارتفاعاً. ويعني ذلك بالنسبة لانبعاثات الأنبوب وجود نطاق يتراوح بين صفر و ١٠٠٠ جزء من المليون حسب الحجم لقياس التركيزات. وينبغي معايرة القياسات مع درجة الحرارة والضغط والإبلاغ عن الظروف التي تتم فيها هذه القياسات وتسجيلها مع قياسات التركيزات التي تستعمل عند حساب انبعاثات الكتلة.
- ينبغي إجراء قياسات لتدفق الغاز الحجمي في أنبوب العادم وفقاً للمعايير المعترف بها وطنياً أو دولياً. وينبغي إجراء قياسات لتدفق الغاز أثناء برنامج قياس التركيز مع وجود فواصل زمنية كافية لكفاءة دقة تمثيل تدفق الغاز الحجمي. وينبغي معايرة القياسات مع درجة الحرارة والضغط ولا بد من الإبلاغ عن ظروف القياسات وتسجيلها مع قياسات التدفق التي تستعمل عند حساب انبعاثات الكتلة.
- ينبغي معايرة الأجهزة التحليلية على فترات زمنية منتظمة أثناء إجراء عمليات القياس. ويتفاوت الجدول الزمني المطلوب للمعايرة تبعاً لنوع الأجهزة التحليلية المستعملة وثباتها المعلوم ولكن لا بد أن يكون كافياً بالقدر الذي يتيح التقليل قدر الإمكان من تأثير انحراف معايرة الأجهزة. وينبغي الإبلاغ عن نتائج عمليات المعايرة وتسجيلها مع قياسات التركيزات. وينبغي أن تستبعد من تقديرات الانبعاثات أي قياسات متأثرة بالانحراف الناتج عن معايرة الأجهزة. وينبغي أن تكون غازات المعايرة قابلة للاستشفاف وفقاً للمعايير الوطنية أو الدولية المعترف بها. وينبغي توثيق طريقة المعايرة وتسجيلها بدقة مع قياسات الانبعاثات. ويتضمن الفصل الثامن المعنون "ضمان ومراقبة الجودة" إرشادات عامة بشأن اختيار العينات التمثيلية.

طريقة المستوى ٣-ب- العلاقة بين الانبعاثات ومعالم التشغيل استناداً إلى القياسات الميدانية في مسابك معينة

تستعمل في هذه الطريقة القياسات الدورية لتكوين علاقة بين معالم التشغيل (أي تواتر ومدة التأثيرات الأنودية أو زيادة جهد التأثير الأنودي) وبين انبعاثات الميثان الفلوري الرباعي والإيثان الفلوري السداسي في مسابك محددة. وحالما تتكون هذه

^{١٦} "غرفة البواتق" هي المصطلح المستخدم في الصناعة للدلالة على الغرفة الكبيرة التي تحوي خلايا أو "بواتق" الاختزال. ويوجد في خلايا الصهر أعطية تتسم، تتبعاً لتصميمها وعمرها وما إلى ذلك، بدرجات متفاوتة من كفاءة تجميع الأدخنة. وتنتقل الأدخنة المتجمعة عبر أنابيب إلى مرفق لتنقية الأدخنة حيث تفصل الملوثات الأخرى. وقد يجمع الدخان المنفلت من الكمية في حظيرة لتجميع الأدخنة وقد ينقل أيضاً إلى مرفق تنقية الأدخنة أو يطلق في الغلاف الجوي عبر سطح غرفة البواتق. وحيث إن غرف البواتق قد تمتد لمسافة تصل إلى كيلو متر طولا و ٢٠ متراً أو أكثر عرضاً فقد لا يكون ممكناً إجراء قياسات دقيقة للانبعاثات المنفلتة. ولذلك فمن المطلوب إجراء قياسات لمركبات الكربون المشبعة بالفلور في الأدخنة المتجمعة والانبعاثات المنفلتة أو إجراء قياسات للأدخنة المجمعة إضافة إلى فهم شامل لكفاءة تجميع الأدخنة وذلك لكفاءة أن التقديرات تشمل مركبات الكربون المشبعة بالفلور المتجمعة في نظام التنقية جنباً إلى جنب مع الانبعاثات المنفلتة.

العلاقة فإنه يمكن تطبيقها جنباً إلى جنب مع بيانات العملية التي يتم جمعها بشكل مستمر لتقدير معاملات الانبعاثات مع مرور الوقت. وتضرب معاملات الانبعاثات بإنتاج المسابك المحددة (بالأطنان المترية) لتقدير الانبعاثات في هذه المسابك. ويتم تجميع تقديرات الانبعاثات في كل المسابك لتقدير الانبعاثات الوطنية.

ويمكن استعمال علاقات التقدير التالية:

طريقة الميل: تستعمل فيها علاقة المربعات الخطية الصغرى بين دقائق التأثير الأتودي لكل يوم خلوي^{١٧} وبين الانبعاثات ويعبر عنها كمعامل انبعاث:

المعادلة ٣-١٠

$$EF \text{ (kg CF}_4 \text{ or C}_2\text{F}_6 \text{ per tonne of Al)} = \text{Slope} \bullet \text{AE min / cellday}$$

معامل الانبعاثات (كيلو غرام من الميثان الفلوري الرباعي أو الإيثان الفلوري السداسي لكل طن متري من الألمنيوم) = الميل • دقائق التأثير الأتودي/اليوم الخلوي

ولإجراء تقدير دقيق للميل، يلزم إجراء قياسات آنية للانبعاثات وجمع البيانات عن التأثير الأتودي أثناء مدة زمنية ملائمة. وتعتبر طريقة الميل أحد أشكال نهج تابيرو المبين في الخطوط التوجيهية للهيئة.

الإطار ٣-٣

نهج تابيرو

$$\text{AE min / cellday} = \text{AEF} \bullet \text{AED} \text{ و } \text{AE min / cellday} = 1.698 \bullet (p / \text{CE}) = \text{الميل}$$

حيث:

P = متوسط جزء الميثان الفلوري الرباعي في غاز الخلية أثناء التأثيرات الأتودية لميل الميثان الفلوري الرباعي

أو متوسط جزء الإيثان الفلوري السداسي في غاز الخلية أثناء التأثيرات الأتودية لميل الإيثان الفلوري السداسي

CE = الكفاءة الجارية لعملية إنتاج الألمنيوم، ويعبر عنها كجزء وليس كنسبة مئوية

AEF = عدد التأثيرات الأتودية لكل يوم خلوي

AED = مدة التأثير الأتودي بالدقائق

طريقة تجاوز الجهد لبيشيني: وتستعمل هذه الطريقة زيادة الجهد الأتودي باعتباره المعلم ذا الصلة بالعملية. وزيادة الجهد الكهربائي لتأثير الأتودي هي زيادة جهد الخلية عن ٨ فولطت بسبب التأثيرات الأتودية عندما يحسب متوسطها أثناء فترة مدتها ٢٤ ساعة (متوسط الجهد في اليوم). واشتقت صيغة الارتباط من قياسات توليد المركبات المشبعة بالفلور في المسابك باستعمال تكنولوجيا بيشيني، ويعبر عنها كمعامل انبعاث:

^{١٧} يقصد في الواقع بتعبير "اليوم الخلوي" عدد الخلايا العاملة مضروباً بعدد أيام التشغيل. ويحسب ذلك في أغلب الأحيان (خلال مدة معينة تمتد مثلاً إلى شهر أو سنة) باستعمال "متوسط عدد الخلايا العاملة في المسبك أثناء مدة تستغرق أياماً مضروباً في عدد أيام المدة".

المعادلة ٣-١١

$$EF \text{ (kg CF}_4 \text{ or C}_2\text{F}_6 \text{ per tonne of Al)} = \text{Over-Voltage Coefficient} \bullet \text{AEO} / \text{CE}$$

معامل الانبعاثات (كيلو غرام من الميثان الفلوري الرباعي أو الإيثان الفلوري السداسي لكل طن متري من الألومنيوم) = معامل زيادة الجهد • زيادة جهد التأثير الأنودي / الكفاءة الجارية

حيث:

$$\text{AEO} = \text{زيادة جهد التأثير الأنودي}$$

$$\text{CE} = \text{الكفاءة الجارية لعملية إنتاج الألومنيوم، ويعبر عنها كنسبة مئوية.}$$

طريقة المستوى ٢- العلاقة بين الانبعاثات ومعالم التشغيل الخاصة بمسابك محددة استنادا إلى معاملات ميل وزيادة جهد افتراضية قائمة على أساس التكنولوجيا

إذا لم تتوفر بيانات القياس لتحديد الميل أو معاملات زيادة الجهد في مسابك محددة فقد تستعمل المعاملات الافتراضية إضافة إلى معالم التشغيل الخاصة بكل مسبك. وترد المعاملات الافتراضية المحددة وفقا للممارسة السليمة في الجدول ٣-٩ المعنون "المعاملات الافتراضية لحساب انبعاثات مركبات الكربون المشبعة بالفلور الناجمة عن إنتاج الألومنيوم (طرق المستوى ٢)".

طريقة المستوى ١- معاملات الانبعاثات القائمة على الإنتاج

أبسط طريقة للتقدير هي ضرب معاملات الانبعاثات الافتراضية بإنتاج الألومنيوم. وعندما تكون بيانات إنتاج الفلزات هي بيانات الأنشطة الوحيدة المتاحة فمن الممارسة السليمة استعمال معاملات الانبعاثات الافتراضية (انظر اختيار معاملات الانبعاثات).

وقد وضعت معاملات الميل الافتراضية (طريقة المستوى ٢) ومعاملات الانبعاثات (المستوى ١) باستعمال البيانات المتاحة المأخوذة عن الاستقصاءات التي قام بإجرائها المعهد الدولي للألومنيوم الأولي وغير ذلك من بيانات القياس الميدانية (بوتسات وآخرون، ١٩٩٦؛ لبير وآخرون، ١٩٩٨؛ ماركس، ١٩٩٨؛ روبرتس وآخرون، ١٩٩٤ (أ) و١٩٩٤ (ب)؛ كيميرل وآخرون، ١٩٩٨؛ ماركس وآخرون، ٢٠٠٠).

وتطلبت المعلومات المحدودة المتاحة عن بعض البيانات رأي الخبراء بشأن ملاءمة بعض مجموعات القياس. ومثال ذلك أن معاملات الانبعاثات الافتراضية المتبعة في طريقة المستوى ١ لقضبان سودربيرغ الأفقية قد تم حسابها باستعمال بيانات عام ١٩٩١ بدلا من بيانات عام ١٩٩٠.

وينبغي عند الإمكان استعمال اتساق بيانات القياس المتاحة على مدى مختلف الفترات الزمنية وفي مختلف المسابك لتأكيد درجة كبيرة من الثقة بشأن حجم واتجاه عوامل ومعاملات الانبعاثات.

اختيار معاملات الانبعاثات

طريقة المستوى ٣-ب

من الممارسة السليمة في هذه الطريقة أن تحدد معاملات النماذج باستعمال القياسات الخاصة بمسابك محددة. وينبغي أن تستند هذه المعاملات إلى قياسات شاملة لانبعاثات الميثان الفلوري الرباعي والإيثان الفلوري السداسي وأن تجمع في ذات

الوقت بيانات عن العملية. ويعني ذلك أنه ينبغي أن تعبر معاملات الانبعاثات عن الظروف المحددة في المصنع والتكنولوجيات المطبقة. وتقاس معاملات الانبعاثات على مدى فترة زمنية تعبر عن التأثيرات التغييرية للعملية وتراعي الانبعاثات المتجمعة في نظام تجميع الأدخنة والانبعاثات المنفصلة على السواء (إذا كانت هذه الفئة الثانوية مهمة بالمقارنة بالانبعاثات المتجمعة في نظام تجميع الأدخنة). ويوفر الإطار ٣-٢ إرشادات بشأن بعض جوانب تقنيات القياس المباشر. ومن الممارسة السليمة اتباع هذه النهج في تنفيذ أي برنامج للمعاينة والقياس.^{١٨}

طريقة المستوى ٢

إذا لم تتوافر قياسات على أساس مسابك محددة فقد تستعمل المعاملات الافتراضية. ويحتوي الجدول ٣-٩ على المعاملات الافتراضية بحسب نوع التكنولوجيا.^{١٩} ويجب تطبيق المعاملات الافتراضية بحسب نوع التكنولوجيا في كل مسبك. وفي حالة استخدام أكثر من نوع من أنواع التكنولوجيا في المسبك فلا بد من تطبيق المعاملات الافتراضية الملائمة على كل جزء من أجزاء التكنولوجيا كل على حدة.

الجدول ٣-٩ المعاملات الافتراضية لحساب انبعاثات مركبات الكربون المشبعة بالفلور الناتجة عن إنتاج الألومنيوم (طرق المستوى ٢)						
معامل زيادة الجهد ^(د)		الميل ^(د) [(كيلو غرام من مركبات الكربون المشبعة بالفلور لكل طن من الألومنيوم)/(عدد دقائق التأثير الأتودي لكل يوم خلوي)]				التكنولوجيا المستخدمة (أ)
الإيثان الفلوري السداسي	الميثان الفلوري الرباعي	عدم التيقن	الإيثان الفلوري السداسي	عدم التيقن	الميثان الفلوري الرباعي	
غير متاح	١,٩	±٠,٠٠٤	٠,٠١٨	±٠,٠٠٩	٠,١٤	CWPB
غير متاح	١,٩	±٠,٠١	٠,٠٢٩ ^(ع)	±٠,٠٢	٠,٢٩	SWPB
-	انظر الملحوظة (هـ)	±٠,٠٠١	٠,٠٠٣ ^(ج)	±٠,٠٢	٠,٠٦٨ ^(ب)	VSS
-	-	-	٠,٠١٨	-	٠,١٨ ^(د)	HSS

(أ) التجفيف المركزي التمهيدي (CWPB)؛ التجفيف الجانبي التمهيدي (SWPB)؛ قضبان سودربيرغ الرأسية (VSS)؛ قضبان سودربيرغ الأفقية (HSS).
(ب) المصدر: المعهد الدولي للألومنيوم الأولي؛ القياسات الميدانية لوكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة الأمريكية، وبيانات القياس في الشركات الأخرى.
(ج) لا تتوافر بيانات كافية لتحديد معامل لميل انبعاثات الإيثان الفلوري السداسي الناتجة عن خلايا التجفيف الجانبي التمهيدي استناداً إلى بيانات القياس. ولذلك فمن الممارسة السليمة استعمال قيمة افتراضية بمقدار واحد على عشرة من معامل الميثان الفلوري الرباعي، بما لا يتعارض مع الخطة التوجيهية للهينة.
(د) يتضمن كل واحد من معاملات الميل انبعاثات افتراضية على النحو التالي: التجفيف المركزي التمهيدي ٩٥٪؛ التجفيف الجانبي التمهيدي ٩٠٪؛ قضبان سودربيرغ الرأسية ٨٥٪؛ قضبان سودربيرغ الأفقية ٩٠٪. وقد تم افتراض هذه الكفاءات استناداً إلى آراء الخبراء. وفي حين أن كفاءة التجميع في طريقة قضبان سودربيرغ الأفقية قد تختلف فإن بيانات القياس المستعملة في الشركة لحساب هذه المعاملات لا تتعارض مع كفاءة تجميع بنسبة ٩٠٪ على الأقل.
(هـ) معاملات زيادة الجهد غير ذات صلة بتكنولوجيات القضبان الأفقية أو القضبان الرأسية.
(و) تستند معامل ميل قضبان سودربيرغ الأفقية إلى بيانات الاستقصاء الذي أجراه المعهد الدولي للألومنيوم الأولي في عام ١٩٩١.
(ز) ينبغي مواصلة إجراء مزيد من البحث بشأن قياسات الانبعاثات وتحليل عدم التيقن المقترن بقضبان سودربيرغ الرأسية. وتستند هذه المعاملات الافتراضية إلى عدد قليل من البيانات ويتوقع أن يكون عدم التيقن المقترن بها أكبر مما هو مقترن بالمعاملات الأخرى (بيبرك، ١٩٩٩ (أ)؛ بيبرك وآخرون، ١٩٩٩ (ب)).

^{١٨} قد تشمل الطرق الأخرى عاملاً صريحاً يمثل مساهمة الخلايا الجديدة. وسوف تدرج هذه الانبعاثات ضمن معاملات الميل في مسابك محددة في إطار طريقة المستوى ٣-ب.

^{١٩} تتحسن البيانات المتاحة كما وكيفا بفضل برامج القياس الجارية. ويتوقع توافر هذه البيانات مع مطلع عام ٢٠٠٠ وقد تحل محل القيم الواردة في الجدول ٣-٩.

طريقة المستوى ١

أبسط طريقة هي ضرب معاملات الانبعاثات الافتراضية بإنتاج الألومنيوم. وترد في الخطوط التوجيهية للهيئة معاملات الانبعاثات حسب نوع التكنولوجيا المستخدمة. ومن الممارسة السليمة أن تستند هذه المعاملات إلى آخر القياسات. وترد في الجدول ٣-١٠ أدناه معاملات الانبعاثات الافتراضية المعدلة وما يقترن بها من نطاقات عدم التيقن. وحيث إن طريقة المستوى ١ هي من أكثر النهج الثلاثة اتساما بعدم التيقن فإن من الممارسة السليمة استعمال معاملات انبعاث افتراضية كأخر طريقة يمكن اتباعها عندما لا تتوافر إلا إحصاءات عن إنتاج الفلزات.

الجدول ٣-١٠				
معاملات الانبعاثات الافتراضية ونطاقات عدم التيقن المتعلقة بحساب انبعاثات مركبات الكربون المشبعة بالفلور الناجمة عن إنتاج الألومنيوم (بحسب نوع التكنولوجيا المستخدمة)				
الإيثان الفلوري السداسي		الميثان الفلوري الرباعي		التكنولوجيا المستخدمة
نطاق عدم التيقن ^(١)	كيلو غرام/طن متري من الألومنيوم ^(د)	نطاق عدم التيقن	كيلو غرام/طن متري من الألومنيوم ^(د)	
٠,٢-٠,٠٠٠٠٤	٠,٠٤	١,٣-٠,٠٠٠٠٣	٠,٣١	التجفيف المركزي التمهيدي
٠,٤-٠,٠٠٨	٠,١٧ ^(ب)	٣,٨-٠,٠٠٨	١,٧	التجفيف الجانبي التمهيدي
٠,١-٠,٠٠٤	٠,٠٦١ ^(ج)	١,١-٠,٠٠٤	٠,٦١ ^(ج)	قضببان سودربيرغ الرأسية
٠,١٣-٠,٠٠٠٠٦	٠,٠٠٦ ^(د)	١,٤-٠,٠٠٠٠٦	٠,٠٦ ^(د)	قضببان سودربيرغ الأفقية

(أ) قام فريق اجتماع خبراء واشنطن التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ بتقدير عدم التيقن كنطاق ثقة ٩٥ ٪ على أساس تغاير البيانات المتعلقة بعدد دقائق التأثير الأنودي المأخوذة عن بيانات الاستقصاء الذي أجراه العهد الدولي للألومنيوم الأولي لعام ١٩٩٠ (أو بيانات عام ١٩٩١ المتعلقة بقضببان سودربيرغ الأفقية) بشأن كل نوع من أنواع التكنولوجيات المستخدمة.

(ب) لا تتوافر بيانات كافية لتحديد معامل انبعاث لانبعاثات الإيثان الفلوري المشبع من خلايا التجفيف الجانبي التمهيدي استنادا إلى بيانات القياس. ولذلك فإن من الممارسة السليمة استعمال قيمة افتراضية بمقدار واحد على عشرة من معامل الميثان الفلوري الرباعي بما لا يتعارض مع الخطوط التوجيهية للهيئة.

(ج) تستند معاملات الانبعاثات الافتراضية المتعلقة بقضببان سودربيرغ الرأسية إلى بيانات القياس الميدانية المأخوذة عن المعهد الدولي للألومنيوم الأولي ووكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة الأمريكية وغير ذلك من بيانات القياس المأخوذة عن الشركات لعام ١٩٩٠. وتستند هذه العوامل الافتراضية إلى عدد قليل من البيانات ويتوقع أن يكون عدم التيقن المقترن بها أكبر مما هو مقترن بالعوامل الأخرى (بييرك، ١٩٩٩ (أ)؛ بييرك وآخرون، ١٩٩٩ (ب)).

(د) تستند العوامل الافتراضية لقضببان سودربيرغ الأفقية إلى بيانات الاستقصاء الذي قام بإجرائه المعهد الدولي للألومنيوم الأولي في عام ١٩٩١.

(هـ) المصدر: بيانات القياس الميدانية المأخوذة عن المعهد الدولي للألومنيوم الأولي ووكالة حماية البيئة في الولايات المتحدة الأمريكية وغير ذلك من بيانات القياس المأخوذة عن الشركات لعام ١٩٩٠ فيما عدا قضبان سودربيرغ الأفقية التي استندت إلى بيانات عام ١٩٩١ (بييرك، ١٩٩٩ (أ)؛ بييرك وآخرون، ١٩٩٩ (ب)).

ومن الممارسة السليمة تطبيق معاملات الانبعاثات الافتراضية المستندة إلى البيانات المتعلقة بتواتر ومدة التأثير الأنودي الوسيط في عام ١٩٩٠ (أو بيانات عام ١٩٩١ بشأن قضبان سودربيرغ الأفقية) على كل السنوات التي لا تتوافر فيها بيانات عن العملية (التأثير الأنودي) إلا إذا أمكن إثبات خلاف ذلك.

اختيار بيانات الأنشطة

من الممارسة السليمة تسجيل البيانات المطلوبة لطريقتي المستوى ٣-ب والمستوى ٢ بشأن تواتر ومدة التأثيرات الأنودية وزيادة جهد التأثير الأنودي وبيانات الإنتاج على مستوى المصنع. وينبغي استشارة بعض الشركات أو المجموعات الصناعية لكفالة توافر البيانات في شكل يسهل الاستفادة منه في تقدير الحصر. وتتألف بيانات الأنشطة المستخدمة في طريقة المستوى ١ من إحصاءات الإنتاج التي ينبغي الحصول عليها من الشركات على مستوى المصنع. ويرجح انخفاض عدم التيقن المقترن ببيانات الإنتاج (أطنان مترية من الألومنيوم) في معظم البلدان.

وبالنظر إلى توقع توافر بيانات الإنتاج بشكل عام فينبغي عدم استعمال بيانات القدرة الإنتاجية إلا لتدقيق إحصاءات الإنتاج.

الاستيفاء

ينبغي من حيث المبدأ أن تتوفر الإحصاءات المتعلقة بالإنتاج في كل المسابك. ومن الممارسة السليمة تجميع تقديرات الانبعاثات من كل مسبك لتقدير مجموع الانبعاثات الوطنية. ويقوم كل أعضاء المعهد الدولي للألومنيوم الأولي الذين يمثلون ٦٠ في المائة من القدرة العالمية لعام ١٩٩٩ بالإبلاغ عن بيانات الإنتاج. وإذا لم تتوفر بيانات الإنتاج على مستوى المسبك فقد تستعمل قدرة المسبك بالإضافة إلى إجمالي الإنتاج الوطني لتقدير إنتاج المسابك. وينبغي أن تكون كل وكالات حصر الغازات قادرة على تنفيذ الحد الأدنى من طريقة المستوى ١ وكفالة الاستيفاء والإبلاغ. وليس ثمة ما يدعو إلى الإبلاغ عن البندين "غير متاح" و"غير مقدر" في هذه الفئة. وعند قياس الانبعاثات عن طريق الرصد المستمر أو لأغراض حساب عوامل أو معاملات الانبعاثات فإن استيفاء تغطية الانبعاثات الناجمة عن هذه الفئة على مستوى المسبك يتطلب تقدير انبعاثات الميثان الفلوري الرباعي والإيثان الفلوري السداسي من أنبوب العادم وسطح غرفة البواتق أو الفهم الجيد لكفاءة التجميع.

وضع متسلسلة زمنية متسقة

إذا توافرت كل البيانات التاريخية اللازمة (مثل إحصاءات الإنتاج ومدة وتواتر التأثير الأثري أو زيادة جهد التأثير الأثري)، يمكن تقدير الانبعاثات أثناء المدة الزمنية كلها باستعمال طريقة الممارسة السليمة الملائمة.

وفي الحالات التي لا تتوفر فيها بعض البيانات التاريخية، من الممارسة السليمة استعمال القياسات المتاحة على أساس مصانع محددة لتكوين علاقة مقبولة بين الانبعاثات وبين بيانات الأنشطة في سنة الأساس. ويتطلب تطبيق أي علاقة بأثر رجعي أن تتوفر سجلات لبيانات العملية. وينبغي أن تحتفظ معظم المسابك بسجلات لبيانات العملية مع احتمال وجود بعض الاستثناءات الإقليمية. وبالإضافة إلى الحصول على البيانات التاريخية، يجب أن يكون كل مسبك قادراً على إثبات أن العلاقة التي ستطبق بأثر رجعي منطبقة على ظروفه التشغيلية (أي عدم وجود أي تغييرات تكنولوجية أو تشغيلية كبيرة).^{٢٠} وكفالة عدم التضارب مع مرور الوقت فمن الممارسة السليمة في حالة تغير الطريقة التي يتبعها المسبك في إجراء التقدير أن يعاد حساب تقديرات الانبعاثات باستعمال المنهجيات السابقة والجارية لكفالة واقعية اتجاهات الانبعاثات وضمان عدم حدوثها جراء التغيير في المنهجيات المتبعة في إجراء التقدير. وينبغي تنفيذ عمليات إعادة الحساب وفقاً للإرشادات الواردة في القسم ٣-٢-٢-٧ من الفصل السابع.

تقييم عدم التيقن

من الممكن اتباع النهج الكمية الإحصائية التقليدية في تقدير نطاقات عدم التيقن المقترنة بطرق المستويات ١ و ٢ و ٣. ويوفر الجدولان ٣-٩ و ٣-١٠ تقديرات لعدم التيقن المقترن بمعاملات الانبعاثات في طريقتي المستويين ١ و ٢. وطريقة اشتقاق هذه القيم هي مجموعة من الإحصاءات التقليدية (تقديرات ثنائية القيمة السيعمية) وأحكام الخبراء. وعدم التيقن المقترن بمعاملات الانبعاثات المحددة باستعمال طريقة المستوى ١ أكبر كثيراً مما في طريقتي المستويين الثالث والثاني حيث لا تعبر هذه

^{٢٠} في حال استخدام طريقة المستوى ٣-ب فينبغي استعمال تقديرات الخبراء لتحديد الوقت الذي يلزم فيه وضع معامل ميل جديد جراء أي تغيير كبير في العمليات أو التكنولوجيا في المسبك.

التقديرات عن ظروف التشغيل في المسابك.

ويتوقع انخفاض عدم التيقن المقترن بتواتر التأثير الأنودي ومدة التأثير الأنودي أو زيادة جهد التأثير الأنودي، عند قياسه، ولكنه سيعتمد على معدلات المسح الحاسوبي (مثل ذلك أن مستويات عدم التيقن المتولدة عن معدلات المسح الطويل ستكون أعلى) وعلى نظم جمع البيانات في كل موقع.

٣-٣-٢ التقارير والوثائق

من الممارسة السليمة توثيق وأرشفة كل المعلومات المطلوبة لإعداد تقديرات حصر الانبعاثات الوطنية كما هو مبين في القسم ٨-١٠-١ من الفصل الثامن.

وفيما يلي أدناه بعض أمثلة الوثائق والتقارير المحددة ذات الصلة بفئة المصادر هذه.

ومن غير العملي إدراج كل الوثائق في تقرير الحصر الوطني. على أنه ينبغي أن تدرج في الحصر ملخصات للطرق المتبعة وإشارات إلى بيانات المصادر بما يكفل شفافية تقديرات الانبعاثات وإمكانية تعقب حسابها.

ولزيادة الشفافية فإن من الممارسة السليمة الإبلاغ عن تقديرات انبعاثات مركبات الكربون المشبعة بالفلور الناجمة عن إنتاج الألومنيوم من فئات المصادر الأخرى كل على حدة. وإضافة إلى ذلك فمن الممارسة السليمة الإبلاغ عن انبعاثات الميثان الفلوري الرباعي والإيثان الفلوري السداسي كل على حدة على أساس الكتلة وكذلك على أساس مكافئ ثاني أكسيد الكربون.^{٢١} وتتطلب طرق الممارسة السليمة دقة بيانات تواتر ومدة التأثير الأنودي في كل أنواع الخلايا فيما عدا تكنولوجيا بيشيني التي تتطلب بدلا من ذلك بيانات دقيقة عن زيادة الجهد. وينبغي الإبلاغ عن تقديرات الأخطاء الإحصائية المتعلقة بتواتر ومدة التأثير الأنودي أو زيادة جهد التأثير الأنودي.

ومن الممارسة السليمة أن تحفظ في نظام المراقبة الحاسوبية على مستوى الشركات المعلومات التالية التي ستدرج في تقديرات الأخطاء الإحصائية:

- ١١' جهد تشغيل التأثير الأنودي، وهو الجهد التي يحدد بداية التأثير الأنودي.
- ٢٢' جهد إيقاف التأثير الأنودي، وهو الجهد الذي يحدد نهاية التأثير الأنودي.
- ٣٣' معدل المسح، وهو التواتر الذي يقاس به جهد الخلية.
- ٤٤' متوسط مدة الجهد، وهو المدة الزمنية المطلوبة لحساب متوسط الجهد مقارنا بجهد التشغيل والإيقاف.

ويبين الجدول ٣-١١ أدناه المعلومات المساندة اللازمة لكفالة شفافية تقديرات الانبعاثات المبلغ عنها.

^{٢١} وفقا للممارسة السليمة فإن إمكانات الاحترار العالمي المستخدمة ينبغي ألا تتعارض مع الخطوط التوجيهية بشأن إعداد البلاغات الوطنية من جانب الأطراف المدرجين في المرفق الأول للاتفاقية، الجزء الأول: الخطوط التوجيهية للإبلاغ عن قوائم الحصر الوطنية المتعلقة باتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ (الخطوط التوجيهية للاتفاقية الإطارية).

ويرى المشغلون أن كثيرا من بيانات الإنتاج والعمليات تعتبر ملكية خاصة ، ولا سيما في الحالات التي لا يوجد فيها إلا مسبك واحد في البلد. ومن الممارسة السليمة استخدام تقنيات ملائمة، بما في ذلك تجميع البيانات، لكفالة حماية البيانات السرية.

الجدول ٣-١١			
الممارسات السليمة للإبلاغ عن المعلومات المتعلقة بانبعثات مركبات الكربون المشبعة بالفلور الناجمة عن إنتاج الألومنيوم بحسب المستوى			
البيانات	المستوى ٣	المستوى ٢	المستوى ١
الإنتاج السنوي بحسب المسبك (التكنولوجيا المستعملة)	X	X	X
دقائق التأثير الأنودي في البوتقة يوميا (الخلايا التي لا تستعمل تكنولوجيا بيشيني)	X	X	X
زيادة جهد التأثير الأنودي (متوسط زيادة الجهد/يوم خلوي (خلايا بيشيني)	X	X	X
معاملات الانبعثات	X	X	X
عامل الانبعثات	X	X	X
إمكانات الاحترار العالمي	X	X	X
الوثائق المساندة	X	X	X

٣-٣-٣ ضمان/مراقبة جودة الحصر

من الممارسة السليمة إجراء اختبارات لمراقبة الجودة كما هو مبين في الجدول ٨-١ من الفصل الثامن، ومراجعة خبراء لتقديرات الانبعثات. وقد يكون من الملائم أيضا إجراء اختبارات إضافية لمراقبة الجودة كما هو مبين في القسم ٨-٧ من الفصل الثامن واتباع إجراءات ضمان الجودة، وبخاصة في حالة استخدام طرق المستويات العليا لتحديد الانبعثات المتولدة عن فئة المصادر هذه. وتشجع وكالات حصر الغازات على استعمال طرق المستويات العليا في ضمان/مراقبة الجودة/لغات المصادر الرئيسية كما هو محدد في الفصل السابع المعنون "الاختبار المنهجي وإعادة الحساب".

ونسوق فيما يلي إجراءات إضافية ينفرد بها إنتاج الألومنيوم:

مقارنة معاملات الانبعثات

ينبغي لوكالات حصر الغازات التحقق مما إن كانت معاملات الانبعثات تقع ضمن نطاق معاملات الانبعثات الافتراضية المستخدمة في طريقة المستوى ١. وأما إن كانت معاملات الانبعثات تقع خارج هذا النطاق فينبغي تقييم وتوثيق الظروف الخاصة بكل مسبك والتي تعد مسؤولة عن حدوث هذه الفروق. وقد يلزم تكرار القياسات لأغراض التحقق.

اختبار بيانات المصانع

يلزم الحصول على البيانات التالية الخاصة بالمصانع لإجراء مراجعة كافية لتقديرات الانبعثات:

- بيانات الإنتاج.
- سجلات بيانات العمليات.
- عمليات الحساب وطريقة التقدير.
- قائمة الفرضيات.

• وثائق العينات وطريقة القياس ونتائجه.

وفي حال تجميع قياسات للانبعاثات من المصانع كل على حدة فينبغي لوكالات حصر الغازات كفالة إجراء هذه القياسات وفقا للمعايير الوطنية والدولية المعترف بها. وينبغي إسناد إجراءات مراقبة الجودة المتبعة في الموقع وإدراجها في خطة مراقبة الجودة. وفي حال تعارض ممارسات القياس مع معايير مراقبة الجودة فينبغي لوكالة حصر الغازات إعادة النظر في استعمال هذه البيانات.

التحقق من تقديرات الانبعاثات

يمكن لقياسات تركيزات الميثان الفلوري الرباعي والإيثان الفلوري السداسي العالمية في الغلاف الجوي أن تضع نهاية عليا لمجموع الانبعاثات العالمية لمركبات الكربون المشبعة بالفلور في كل فئات المصادر (هارنيس وأخرون، ١٩٩٨). ويمكن استعمال ذلك لاختبار تقديرات الانبعاثات في فئة إنتاج الألومنيوم الدولية وربما لتقدير اتساق عوامل ومعاملات الانبعاث. ولئن كان من الممكن التدقيق المقارن لتقديرات الانبعاثات الناجمة عن هذه الفئة بإجراء قياسات خارجية للأدخنة المنطلقة من المسابك فإن الإجراءات المتبعة في إجراء ذلك ليست عملية نظرا إلى الحالة الراهنة للتكنولوجيا وليست مطلوبة في إطار الممارسة السليمة.

٣-٤ انبعاثات سادس فلوريد الكبريت من إنتاج المغنيسيوم

٣-٤-١ المسائل المنهجية^{٢٢}

يستخدم سادس فلوريد الكبريت في صناعة المغنيسيوم باعتباره غازا واقيا في المسابك لمنع أكسدة المغنيسيوم المنصهر. ويفترض أن سادس فلوريد الكبريت المستخدم كغاز واق ينطلق إلى الغلاف الجوي. ومن الممارسة السليمة في إعداد تقديرات حصر انبعاثات سادس فلوريد الكبريت الناجمة عن صناعة المغنيسيوم أن ينظر بشكل إجمالي إن أمكن في كل قطاعات الصناعة التي تستخدم سادس فلوريد الكبريت. وتشمل هذه القطاعات إنتاج المغنيسيوم الأولي، والصب في قوالب، والصب بالثقل، وإعادة المعالجة (الإنتاج الثانوي). ومن الممارسة السليمة تقييم عمليات إنتاج المغنيسيوم الأخرى التي تستعمل وتطلق سادس فلوريد الكبريت.

اختيار الطريقة

يعتمد اختيار طريقة الممارسة السليمة على الظروف الوطنية. ويبين مخطط القرارات الشجري (انظر الشكل ٣-٦ المعنون "شجرة قرارات لانبعثات سادس فلوريد الكبريت من إنتاج المغنيسيوم") الممارسة السليمة المتبعة في تكييف الطرق الواردة في الخطوط التوجيهية للهيئة (القسم ٢-١٣-٨ المعنون "سادس فلوريد الكبريت المستخدم في مسابك الألومنيوم والمغنيسيوم" من المجلد الثالث) مع الظروف الخاصة بكل بلد. وتصف الخطوط التوجيهية للهيئة معادلة عامة لحساب انبعاثات سادس فلوريد الكبريت المتولدة عن المغنيسيوم وتشكل هذه المعادلة الأساس الذي تستند إليه كل الطرق الموضحة:

المعادلة ٣-١٢

$$\text{Emissions of SF}_6 = \text{Consumption of SF}_6 \text{ in Magnesium Smelters and Foundries}$$

انبعاثات سادس فلوريد الكبريت = استهلاك سادس فلوريد الكبريت في مصاهر ومسابك المغنيسيوم

ويطلب أدق تطبيق لهذه المعادلة جمع بيانات مباشرة عن استهلاك سادس فلوريد الكبريت من كل مستعملي هذا الغاز في صناعة المغنيسيوم لأن هذه الأرقام تعبر عن الاستهلاك الظاهري وليس عن الانبعاثات. ويعرف الاستهلاك بأنه استعمال سادس فلوريد الكبريت كغاز واق. وفي حال عدم توافر بيانات مباشرة فإن من الممارسة السليمة الحصول على تقديرات من خلال الطريقة النزولية باستعمال بيانات الإنتاج ومعاملات الانبعاثات ذات الصلة بمختلف عمليات التصنيع. وفي حالة عدم استيفاء البيانات عن الاستهلاك المباشر فمن الممارسة السليمة استخدام طريقة مختلطة تجمع بين استخدام البيانات المباشرة المتاحة ومعاملات الانبعاثات على أساس الإنتاج لاستيفاء التقدير. ويفضل اتباع نهج مختلط عن الاعتماد فقط إلى النهج النزولي.

^{٢٢} يستعمل سادس فلوريد الكبريت أحيانا في صناعة الألومنيوم كغاز وقاية أو لأغراض أخرى، ويفترض أنه غاز خامل. ولذلك يفترض أن انبعاثات سادس فلوريد الكبريت تساوي المستهلك منه ويمكن تقديرها باستعمال نهج قائم على أساس الاستهلاك مثلما في طريقة إنتاج المغنيسيوم على أساس الاستهلاك. ولا تنطبق طريقة اختيار معاملات انبعاثات أو طريقة المبيعات الوطنية التي نوقشتا في حالة إنتاج المغنيسيوم على سادس فلوريد الكبريت المستخدم في إنتاج الألومنيوم.

وإذا لم تتوافر البيانات المباشرة فهناك طريقة بديلة ولكنها أقل دقة، وهي تتمثل في تقدير الحصة الوطنية السنوية لاستهلاك سادس فلوريد الكبريت الذي يمكن عزوه إلى صناعة المغنيسيوم. وهذه الطريقة تتطلب جمع بيانات سنوية عن المبيعات الوطنية من سادس فلوريد الكبريت وتفترض أن كل غاز سادس فلوريد الكبريت المباع لصناعة المغنيسيوم ينطلق أثناء السنة.

اختيار معاملات الانبعاثات

تفترض طريقة الإبلاغ المباشر انبعاث كل سادس فلوريد الكبريت المستهلك، ومن ثم فلا حاجة إلى استعمال عوامل أو معاملات انبعاث عندما تتوافر بيانات استهلاك سادس فلوريد الكبريت. وأما في الحالات التي لا يتم فيها الإبلاغ عن بيانات مستوفاة فمن الممارسة السليمة الحصول على معاملات انبعاث لكل قطاع من قطاعات الصناعة بما لا يتعارض مع شجرة القرارات في الشكل ٣-٦. وينبغي أن تربط معاملات الانبعاثات بين انبعاثات سادس فلوريد الكبريت وبين إنتاج المغنيسيوم على نفس المستوى التفصيلي لبيانات الأنشطة (مثل المستوى الوطني أو دون الوطني). ويفضل استعمال معاملات الانبعاثات الوطنية المستندة إلى القياسات على معاملات الانبعاثات الافتراضية الدولية لأن معاملات الانبعاثات الوطنية تعبر عن الظروف الخاصة بالبلد. ويمكن الحصول على هذه المعلومات من خلال رابطات الصناعة أو الاستقصاءات أو الدراسات.

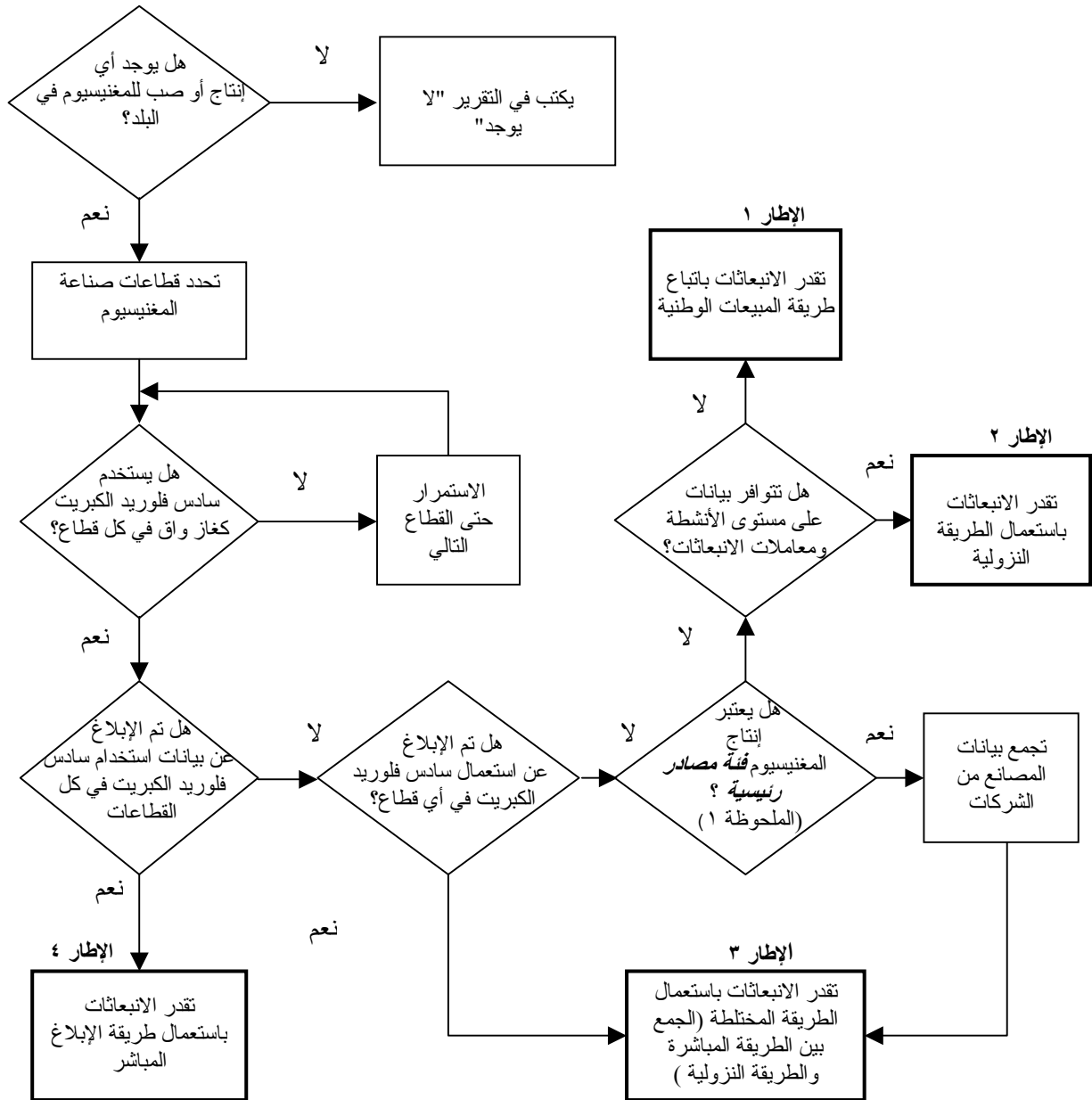
ولا تتضمن الخطوط التوجيهية للهيئة معاملات انبعاث افتراضية لسادس فلوريد الكبريت الناتج عن المغنيسيوم. وتبلغ معدلات الاستهلاك في ظل الظروف الموصى بها في الصب في قوالب نحو كيلو غراما من سادس فلوريد الكبريت لكل طن متري من المغنيسيوم المنتج أو المنصهر (جيستلاند، ١٩٩٦). ومن الممارسة السليمة استعمال هذه القيمة ما لم تتوافر معلومات أفضل. على أن هذه القيمة تنسم بقدر كبير من عدم التيقن. ومثال ذلك أن أحد استقصاءات صناعة الصب في قوالب قد أظهر وجود مجموعة عريضة من معدلات استهلاك سادس فلوريد الكبريت تتراوح بين ٠,١ و ١٠ كيلو غرامات من سادس فلوريد الكبريت لكل طن متري من المغنيسيوم المنتج (بالمر، ١٩٩٩).

اختيار بيانات الأنشطة

باستخدام طريقة الإبلاغ المباشر فإن بيانات الأنشطة هي مجاميع استهلاك سادس فلوريد الكبريت المأخوذة عن كل مصنع. ويلزم الحصول على بيانات إنتاج المغنيسيوم في حالة المصانع التي لا تقدم تقارير عن بيانات استهلاك سادس فلوريد الكبريت. ومن الممارسة السليمة في الحالات التي تقدم فيها بعض التقارير عن استعمال سادس فلوريد الكبريت أن يتم تقييم حصة القطاع من مجموع إنتاج المغنيسيوم الذي تمثله كل المصانع التي تقوم بالإبلاغ المباشر عن بيانات سادس فلوريد الكبريت. ومن الممارسة السليمة في حالة المصانع الأخرى أن تستعمل تقديرات الانبعاثات على أساس الإنتاج.

ومن الممارسة السليمة تجزئة بيانات الإنتاج قدر المستطاع إلى قطاعات (مثل الإنتاج الأولي أو الصب في قوالب أو الصب بالثقل) تستعمل سادس فلوريد الكبريت في صناعة المغنيسيوم للاستفادة على الوجه الأكمل من معاملات الانبعاثات على أساس القطاعات. وإذا لم تتوافر البيانات المجزأة فقد يتم إعداد التقدير باستعمال مزيد من بيانات الإنتاج الإجمالية التي ربما تجمع بين مخرجات عمليات مختلفة عديدة. وفي حالة عدم توافر بيانات عن استهلاك سادس فلوريد الكبريت أو بيانات عن استهلاك المغنيسيوم فإن البديل عن ذلك هو جمع بيانات وطنية سنوية عن مبيعات سادس فلوريد الكبريت إلى صناعة المغنيسيوم. ويمكن الحصول على هذه البيانات مباشرة من منتجي سادس فلوريد الكبريت أو من الإحصاءات الوطنية. ومن الممارسة السليمة النظر في بيانات استهلاك الصناعات الأخرى التي تستعمل سادس فلوريد الكبريت (مثل المعدات الكهربائية) عند تقدير الجزء الذي تستهلكه صناعة المغنيسيوم.

الشكل ٣-٦ شجرة قرارات لانبعاثات سادس فلوريد الكبريت من إنتاج المغنيسيوم



الملاحظة ١: ملحوظة ١: فئة المصادر الرئيسية هي تلك الفئة التي تحظى بأولوية في نظام الحصر الوطني لأن تقديرها يؤثر بشدة على مجموع الحصر الذي يجريه البلد لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري المباشرة من حيث المستوى المطلق للانبعاثات أو اتجاه الانبعاثات أو كليهما (أنظر القسم ٧-٢ المعنون "تحديد فئات المصادر الرئيسية الوطنية" من الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب").

الاستيفاء

ينبغي ألا يمثل عدم استيفاء الإبلاغ أو بيانات الأنشطة مسألة ذات أهمية في الإنتاج الأولي. وهناك قليل من منتجي المغنيسيوم الأولي معروفون بشكل عام ولديهم سجلات جيدة. وتنشأ عموماً المسائل المتعلقة بالاستيفاء في قطاعات الصب حيث يتسع توزيع المرافق وحيث تتوفر مجموعة كبيرة من القدرات والتكنولوجيات. وقد تقوم بعض المصانع بعرض إنتاجها في أسواق صغيرة لا تتطرق إليها مجموعات البيانات الوطنية. وينبغي لوكالة حصر الغازات تأكيد عدم توافر تقديرات لهذه القطاعات

الصغيرة بدلا من مجرد افتراض عدم وجودها. كما أن من الممارسة السليمة إجراء استقصاءات دورية للصناعة وإقامة صلات وثيقة مع رابطات الصناعة المحلية للتحقق من استيفاء التقديرات.

وضع متسلسلة زمنية متسقة

قد تطرأ بعض المسائل المتعلقة بتوافر البيانات، وهي مسائل مقترنة بتحديد الانبعاثات التاريخية، وبخاصة عند تطبيق نهج الإبلاغ المباشر. ومن الممارسة السليمة استعمال بيانات سادس فلوريد الكبريت التاريخية كلما توافرت، ولكن مصانع المغنيسيوم قد لا تقوم بأرشفة السجلات الخاصة بمشترياتها من سادس فلوريد الكبريت في السنوات السابقة.

وفي حالة عدم توافر هذه البيانات، قد يطبق نهج افتراضي يقوم على أساس ضرب بيانات الأنشطة بمعامل انبعاث مفترض. وقد تتناقص معاملات الانبعاثات مع مرور الوقت في بعض الحالات بفضل الوعي البيئي والعوامل الاقتصادية وتحسن التكنولوجيات والممارسات. ومن الممارسة السليمة تقييم معاملات الانبعاثات التاريخية الملائمة باتباع الإرشادات الواردة في القسم ٧-٣-٢-٢ تحت عنوان "التقنيات البديلة لإعادة الحساب" من الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب". وقد لا تتوافر بيانات الإنتاج التاريخية في بعض الحالات نظرا لعدم وجود سجلات أو تغييرات أولية في هيكل الصناعة أثناء المدة الفاصلة. وقد تستعمل في هذه الحالة بيانات الإنتاج الدولية أو، إن لم تتوافر تلك أيضا، علاقة عامة بين النشاط الاقتصادي الوطني وبين إنتاج المغنيسيوم. ولكفالة عدم التضارب بمرور الوقت فإن من الممارسة السليمة إعادة حساب تقديرات الانبعاثات باستعمال الطرق التي كانت متبعة من قبل والطرق الجديدة لكفالة أن أي اتجاهات في الانبعاثات هي اتجاهات حقيقية وليست ناجمة عن تغييرات في المنهجيات المتبعة في إجراء التقدير. ومن الممارسة السليمة توثيق الفرضيات في كل الحالات وأرشفتها في وكالة حصر الغازات.

تقييم عدم التيقن

ينخفض بشدة عدم التيقن المقترن ببيانات استعمال سادس فلوريد الكبريت على مستوى المصانع نظرا لسهولة ودقة قياس سادس فلوريد الكبريت استنادا إلى بيانات الشراء. (يعتبر تقدير عدم التيقن الذي تبلغ نسبته أقل من ٥ في المائة ملائما في العادة للبيانات التي يتم الإبلاغ عنها بطريقة مباشرة). وهناك قدر من عدم التيقن مقترن بالفرضية التي تقول بانبعاث ١٠٠ في المائة من سادس فلوريد الكبريت المستخدم. وتشير الشواهد الشائعة إلى أن جزءا صغيرا من سادس فلوريد الكبريت المستخدم قد يتفاعل أو يتحلل في العملية في بعض الظروف المتطرفة. على أنه، لأغراض الحصر، يفترض انبعاث كل سادس فلوريد الكبريت المستخدم كغاز واق إلى أن يتضح تأثير ذلك من خلال مزيد من البحث القائم على مراجعة النظراء. ويزداد عدم التيقن في الحالات التي لا تتوافر فيها بيانات خاصة بالمصانع ويمكن أن تزيد الانبعاثات أو تقل عما يشير إليه استعمال القيم الافتراضية المحددة من الهيئة كما جاء من قبل.

وعلى مستوى الحصر الوطني، يمكن مقارنة دقة بيانات الأنشطة المتعلقة بإنتاج المغنيسيوم بغيرها من البيانات المتعلقة بإحصاءات الإنتاج الوطنية الأخرى (أي ± ٥ في المائة). ويتولد مزيد من عدم التيقن من خلال تقدير مقدار الإنتاج الذي لا يتم الإبلاغ عنه بشكل مباشر. كما يتولد عدم التيقن من تجميع الإنتاج في مختلف القطاعات واستعمال معاملات الانبعاثات المجملة. ومثال ذلك أن البيانات الوطنية المتعلقة بعمليات الصب قد لا تنقسم إلى بيانات عن قطاعي الصب في قوالب والصب بالثقل على الرغم من إمكانية التفاوت في معدلات انبعاثات سادس فلوريد الكبريت. وهناك قدر كبير من عدم التيقن المقترن بتقدير انبعاثات سادس فلوريد الكبريت على أساس المبيعات إلى صناعة المغنيسيوم حيث قد يشتري سادس فلوريد الكبريت بكميات كبيرة ولكنه لا يستعمل إلا في سنوات لاحقة. ويتحدد عدم التيقن في هذه الحالة ببيانات مجموع المبيعات.

٣-٤-٢ التقارير والوثائق

من الممارسة السليمة توثيق وأرشفة كل المعلومات المطلوبة لإعداد تقديرات حصر الانبعاثات الوطنية كما هو مبين في القسم ٨-١٠-١ تحت عنوان "الوثائق الداخلية والأرشيف" من الفصل الثامن المعنون "ضمان ومراقبة الجودة". ومن غير العملي إدراج كل الوثائق في تقرير الحصر الوطني. على أنه ينبغي أن يشمل الحصر ملخصات للطرق المتبعة والإشارات إلى مصادر البيانات حتى تتسم تقديرات الانبعاثات المبلغ عنها بالشفافية وحتى يتسنى تعقب الخطوات التي اتبعت في حسابها.

ولزيادة الشفافية فإن من الممارسة السليمة الإبلاغ عن مقادير الانبعاثات الناتجة عن فئة المصادر هذه بحسب مختلف قطاعات الصناعة كل على حدة.

ويمكن للمعلومات الإضافية التالية أن توفر درجة معقولة من شفافية الإبلاغ:

الإبلاغ المباشر

- عدد المصانع التي تقوم بالإبلاغ.
- إنتاج المغنيسيوم ومنتجاته
- انبعاثات سادس فلوريد الكبريت.
- البيانات (والمراجع) المتعلقة بمعاملات الانبعاثات.

تقدير الانبعاثات المحتملة استناداً إلى المبيعات الوطنية من سادس فلوريد الكبريت

- الاستهلاك الوطني لسادس فلوريد الكبريت (ومرجعيته)
- الفرضيات المتعلقة بتوزيع سادس فلوريد الكبريت المستخدم في المغنيسيوم.
- تقدير النسبة المئوية لسادس فلوريد الكبريت المستخدم في المغنيسيوم (ومرجعيته).
- أي فرضيات أخرى.

ويمثل صناعة المغنيسيوم في معظم البلدان عدد صغير من المصانع. وفي هذه الصناعة قد تعتبر بيانات مستويات الأنشطة وانبعاثات سادس فلوريد الكبريت (التي ترتبط مباشرة بمستويات الأنشطة) معلومات سرية وقد يكون الإبلاغ العلني مرهونا باعتبارات السرية.

٣-٤-٣ ضمان/مراقبة جودة الحصر

من الممارسة السليمة إجراء اختبارات لمراقبة الجودة على النحو المبين في الجدول ٨-١ من الفصل الثامن ومراجعة خبراء لتقديرات الانبعاثات. وقد يكون من الملائم أيضاً إجراء اختبارات إضافية لمراقبة الجودة كما هو مبين في القسم ٨-٧ من الفصل الثامن واتباع إجراءات ضمان الجودة، وبخاصة في حالة استخدام طرق المستويات العليا لتحديد الانبعاثات المتولدة عن فئة هذه المصادر. وتشجع وكالات حصر الغازات على استعمال طرق المستويات العليا في ضمان/مراقبة الجودة لفئات المصادر الرئيسية كما هو محدد في الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب".

ونتطرق فيما يلي إلى إجراءات إضافية خاصة بإنتاج المغنيسيوم:

مقارنة تقديرات الانبعاثات باتباع نهج مختلفة

إذا حسبت الانبعاثات باستعمال بيانات مأخوذة عن المصانع المختلفة كل على حدة (النهج الصعودي) فينبغي لوكالات حصر الغازات مقارنة هذا التقدير بالانبعاثات المحسوبة باستعمال بيانات إنتاج المغنيسيوم الوطنية أو الاستهلاك الوطني لسادس فلوريد الكبريت (النهج النزولي). وينبغي تسجيل نتائج المقارنة وبحث أي تعارض بينها.

مراجعة بيانات المصانع

ينبغي أرشفة البيانات التالية الخاصة بالمصانع لتيسير إجراء مراجعة مستقلة:

- استهلاك سادس فلوريد الكبريت أو إنتاج المغنيسيوم (في الحالات التي تستعمل فيها معاملات الانبعاثات).
- نتائج ضمان/مراقبة الجودة على مستوى المصانع (بما في ذلك وثائق المعاينة وطريقة القياس ونتائج قياس بيانات المصانع)
- نتائج عملية ضمان/مراقبة الجودة التي تجريها أي هيئة مكاملة (مثل رابطة الصناعة).
- قائمة بالفرضيات التي يستند إليها توزيع استخدام أو إنتاج سادس فلوريد الكبريت على المستوى الوطني عند الاقتضاء.

وينبغي لوكالات حصر الغازات أن تحدد ما إن كانت معايير القياس الوطنية أو الدولية قد استخدمت في بيانات استهلاك سادس فلوريد الكبريت أو إنتاج المغنيسيوم على مستوى المصنع. وما لم تكن طرق ضمان/مراقبة الجودة القياسية قد اتبعت فينبغي حينئذ إعادة النظر في استعمال بيانات الأنشطة.

مراجعة بيانات الأنشطة الوطنية

ينبغي تقييم وإسناد أنشطة ضمان/مراقبة الجودة المقترنة بالإشارة إلى بيانات المغنيسيوم. وينبغي لوكالات حصر الغازات أن تتحقق مما إن كانت الرابطة أو الوكالة التي قامت بجمع بيانات الإنتاج الوطنية قد طبقت إجراءات مقبولة في ضمان/مراقبة الجودة. وما لم تعتبر هذه الإجراءات مقبولة فينبغي لوكالات حصر الغازات إسناد نشاط مراقبة الجودة كجزء من وثائق ضمان/مراقبة الجودة.

تقييم معاملات الانبعاثات

عند استخدام معاملات انبعاثات سادس فلوريد الكبريت على مستوى البلدان فينبغي لوكالات حصر الغازات مراجعة مستوى مراقبة الجودة المقترن بالبيانات الأساسية. وعلى الرغم من عدم وجود معامل انبعاث افتراضي محدد من الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ فإن من الممارسة السليمة أن تقوم وكالة حصر الغازات بالتحقق من المعاملات الافتراضية الوطنية في مقابل المعاملات على مستوى المصنع لتحديد مدى شمولها التمثلي.

مراجعة النظراء

ينبغي لوكالات حصر الغازات أن تشرك خبراء صناعة المغنيسيوم في إجراء مراجعة شاملة للحصر التقديري مع مراعاة مسائل السرية المحتملة. وقد تتسم بيانات الإنتاج التاريخية بحساسية أقل للكشف العلني عما في حالة البيانات الجارية، ويمكن الاستفادة منها في مراجعة انبعاثات المصانع من النظراء الخارجيين.

التحقق من بيانات انبعاثات سادس فلوريد الكبريت

ينبغي لوكالات حصر الغازات أن تقوم بحساب مجموع مقدار سادس فلوريد الكبريت المستخدم في مختلف قطاعات الصناعة (مثل صناعة المغنيسيوم والمعدات الكهربائية) ومقارنة هذه القيمة بمجموع سادس فلوريد الكبريت المستخدم في البلد والذي يتم الحصول عليه من بيانات الواردات/الصادرات وبيانات الإنتاج. ومن شأن ذلك أن يضع حداً أعلى للانبعاثات المحتملة.^{٢٣}

^{٢٣} قد لا توفر بيانات الاستهلاك المجملة في كل الحالات حداً أعلى للانبعاثات. إذ قد تزيد انبعاثات سادس فلوريد الكبريت الفعلية في بعض السنوات عن المستهلك منه تبعاً للخصائص التي تتسم بها الصناعة الوطنية المستهلكة لسادس فلوريد الكبريت. ومثال ذلك أن استهلاك عملية صب المغنيسيوم قد يكون شديد الانخفاض وقد لا يوجد إلا قدر محدود من صناعة أشباه الموصلات ولكن مخزون سادس فلوريد الكبريت في صناعة المعدات الكهربائية قد يكون قد تزايد كثيراً على مدى السنوات. وفي هذه الحالة فإن التسرب من هذا المخزون فضلاً عن الانبعاثات الناجمة عن توقف استعمال المعدات قد يفضي إلى انبعاثات فعلية تزيد عن استهلاك سادس فلوريد الكبريت (الانبعاثات المحتملة).

٣-٥ انبعاثات سلاس فلوريد الكبريت من المعدات الكهربائية والمصادر الأخرى

٣-٥-١ المعدات الكهربائية

٣-٥-١-١ المسائل المنهجية

يستخدم سلاس فلوريد الكبريت في العزل الكهربائي وإطفاء القوس الكهربائي وقطع التيار في المعدات المستعملة في نقل وتوزيع الكهرباء. ويستهلك معظم سلاس فلوريد الكبريت المستخدم في المعدات الكهربائية في مجموعة المفاتيح المعزولة بالغاز وفي مفاتيح قطع الدوائر الكهربائية على الرغم من استعمال بعض سلاس فلوريد الكبريت في خطوط الجهد العالي المعزولة بالغاز وغيرها من المعدات. وتمثل انبعاثات سلاس فلوريد الكبريت المنطلقة من المعدات الكهربائية أكبر فئات مصادر انبعاثات سلاس فلوريد الكبريت العالمية.

اختيار الطريقة

تتوقف طريقة الممارسة السليمة على الظروف الوطنية. ويبين المخطط الشجري في الشكل ٣-٧ معنون "شجرة قرارات لسلاس فلوريد الكبريت المنبعث من المعدات الكهربائية" الممارسة السليمة التي تتبع في موائمة الطرق لوردة في الخطوط التوجيهية للهيئة مع الظروف الخاصة بكل بلد.

وتشمل الخطوط التوجيهية للهيئة طرق تقدير انبعاثات سلاس فلوريد الكبريت المحتملة (طريقة المستوى ١) والفعلية (طريقة المستوى ٢) الناجمة عن المعدات الكهربائية. ويبين هذا القسم الممارسة السليمة في استعمال طريقة المستوى ١ بالإضافة إلى شكلين مختلفين لطريقة المستوى ٢ الحالية. كما نتطرق إلى ثلاثة أشكال مختلفة لنهج أكثر دقة (يعرف بطريقة المستوى ٣). وتتسم تقديرات الانبعاثات التي يتم إجراؤها باستخدام طريقة المستوى ٣ بأكبر قدر من الدقة. وأما التقديرات التي يتم إجراؤها باستعمال طريقة المستوى ١ فهي من أقل التقديرات دقة لأن هذه الأرقام لا تعبر عن الانبعاثات وإنما عن الاستهلاك الظاهري.

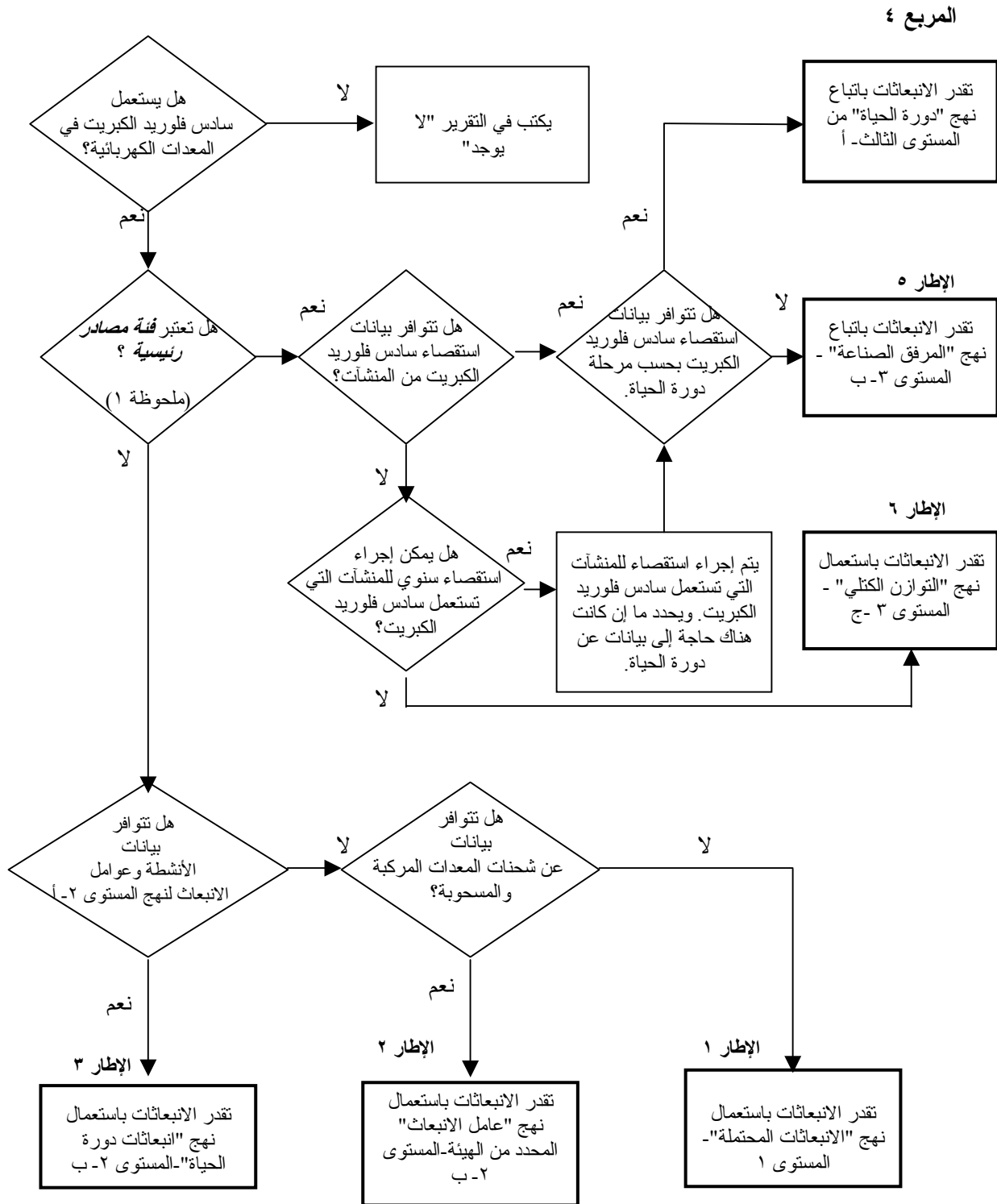
طريقة المستوى ٣- نهج التوازن الكلي

طريقة المستوى ٣ هي أكثر النهج دقة في تقدير انبعاثات سلاس فلوريد الكبريت الفعلية الناجمة عن المعدات الكهربائية. وهذه الطريقة هي نهج يقوم على أساس توازن الكتلة لتعقب مقدار سلاس فلوريد الكبريت الجديد الذي يدخل إلى الصناعة سنوياً. وتستعمل لصناعة جزءاً من الكمية الجديدة المشتراة من سلاس فلوريد الكبريت لتحل محل الغاز المتسرب إلى الغلاف الجوي في السنة السابقة. ويستخدم سلاس فلوريد الكبريت المتبقي لزيادة مجموع سعة المعدات، وبذلك فإنه لا يحل محل الغاز المتسرب. ولذلك فإن هذا النهج يميز بين سلاس فلوريد الكبريت الذي يحل محل الغاز المتسرب وبين سلاس فلوريد الكبريت الذي يستخدم لزيادة مجموع سعة المعدات أو ليحل محل الغاز الذي يتم تمييزه.^{٢٤}

وتتمثل المزايا الرئيسية لهذا النهج فيما يلي: '١' يمكن لصانعي المعدات ومنشأتها تعقب المعلومات المطلوبة بسهولة؛ '٢' لا تعتمد هذه الطريقة على معاملات الانبعاثات الافتراضية العالمية التي تتطوي على قدر كبير من عدم التيقن. ويمكن تنفيذ هذه الطريقة على مختلف المستويات الإجمالية تبعاً لتوافر البيانات والموارد. ولأن نهج هو تقدير الانبعاثات في كل مرحلة من مراحل دورة حياة المعدات على مستوى المنشأة (طريقة المستوى ٣-أ). ويمكن بدلاً من ذلك تقادي حساب دورة الحياة وتقدير الانبعاثات على المستوى الإجمالي للمنشأة (طريقة المستوى ٣-ب) أو على مستوى البلد (طريقة المستوى ٣-ج). وتشجع وكالات حصر الغازات على استعمال أكثر النهج تفصيلاً حسب ما يمكن فعله عملياً وعلى اتباع طرق تقدير بديلة للتحقق من النتائج.

^{٢٤} يفترض مثلاً أن ١٠٠ مفتاح لقطع الدائرة الكهربائية قد سحبت من التداول في بلد ما في سنة معينة وأحل محلها ١٥٠ مفتاحاً جديداً (بنفس متوسط حجم شحنة المفاتيح المسحوبة). ففي هذه الحالة يجب على صانعي أو مستعملي مفاتيح القطع في هذا البلد شراء كمية من الغاز تكفي لشحن ٥٠ مفتاحاً على الأقل، حتى وإن استعيد كل الغاز من المفاتيح المائتة المسحوبة واستخدم في شحن مائة من المفاتيح التي تحل محلها. ويستخدم الغاز المستخدم في شحن مفاتيح قطع الدوائر الخمسين الإضافية لسد الزيادة في قدرة المعدات ولا يحل محل الغاز المنطلق. ويتم تدمير بعض الغاز الذي يتلوث أثناء التفريغ باستخدام طرق التدمير الحراري.

الشكل ٣-٧ شجرة قرارات لسادس فلوريد الكبريت المنبعث من المعدات الكهربائية



الملحوظة ١: فئة المصادر الرئيسية هي تلك الفئة التي تحظى بأولوية في نظام الجرد الوطني لأن تقديرها يؤثر بشدة على مجموع الجرد الذي يجربه البلد لانبعاثات غازات الدفيئة المباشرة من حيث المستوى المطلق للانبعاثات أو اتجاه الانبعاثات أو كليهما (أنظر القسم ٧-٢ المعنون "تحديد فئات المصادر الرئيسية الوطنية" من الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب").

طريقة المستوى ١-أ – الانبعاثات بحسب مراحل دورة حياة المعدات

هذا النهج مفيد لوكالات حصر الغازات أو المنشآت التي، بجانب تقدير مجموع انبعاثاتها من سادس فلوريد الكبريت التي تنطلق من المعدات الكهربائية، فإنها ترغب في تحديد وقت وكيفية حدوث هذه الانبعاثات أثناء دورة حياة المعدات. وتعد المعلومات عن وقت وكيفية حدوث الانبعاثات مهمة لتركيز جهود التخفيف حيثما تحقق أكبر قدر من الفعالية. وتشمل الطريقة المتبعة معادلات منفصلة لكل مرحلة من دورة حياة المعدات، بما في ذلك صناعة المعدات وتركيبها واستخدامها والتخلص منها. ومن المثالي الحصول على البيانات من كل مُصنِع معدات على حدة ومن كل مرفق في البلد ثم تجمع كل الانبعاثات من كل المصانع والمرافق لإجراء التقدير الوطني. وفيما يلي هذه المعادلة الأساسية:

المعادلة ٣-١٣

$$\text{Total Emissions} = \sum \text{Manufacturing Emissions} + \sum \text{Installation Emissions} \\ + \sum \text{Use Emissions} + \sum \text{Disposal Emissions}$$

مجموع الانبعاثات = \sum الانبعاثات أثناء التصنيع + \sum الانبعاثات أثناء التركيب + \sum الانبعاثات أثناء الاستخدام + \sum الانبعاثات أثناء التخلص من المعدات

والانبعاثات الوطنية في كل مرحلة في المعادلة السابقة تساوي مجموع انبعاثات كل مصنعي المعدات في كل مرحلة.

ويمكن حساب انبعاثات كل مصنع معدات في ثلاث خطوات:

١٠٠ جمع البيانات عن صافي النقص في الحصر السنوي الجاري لسادس فلوريد الكبريت. (يلاحظ أن في حال حدوث زيادة في الحصر فإن ذلك سيكون رقماً سالباً).

١٠١ يضاف مقدار سادس فلوريد الكبريت الذي يتم الحصول عليه أثناء السنة (بما في ذلك أي مقادير من سادس فلوريد الكبريت مشتتة من المنتجين أو الموزعين، وأي مقادير معادة من مستعملي المعدات وأي مقادير معادة من المستعملين بعد المعالجة).

١٠٢ يطرح مقدار سادس فلوريد الكبريت المنقول إلى آخرين أثناء السنة (بما في ذلك مقدار سادس فلوريد الكبريت في المعدات الجديدة التي تسلم إلى العملاء، والمقدار الذي يسلم إلى مستعملي المعدات في حاويات، والمقدار المعاد إلى منتجي سادس فلوريد الكبريت أو المرسل إلى شركات المعالجة أو الذي يتم تدميره).

ويمكن تقدير الانبعاثات الناجمة عن تركيب المعدات بطرح سعة لوحة الهوية^{٢٥} لكل المعدات الجديدة المملوءة من كمية سادس فلوريد الكبريت الفعلية المستخدمة في ملء المعدات الجديدة بالغاز.

^{٢٥} "سعة لوحة الهوية" هي كمية سادس فلوريد الكبريت المطلوب لشحن إحدى المعدات حتى تعمل بشكل سليم. وقد يطلق عليها أيضاً "الشحنة" وتشير إليها عموماً لوحة هوية المعدة. و"مجموع سعة لوحة الهوية" لكل المعدات في البلد أو في المرفق هو مجموع الشحنات الكاملة والسليمة لكل المعدات المستخدمة في هذا البلد أو المرفق.

وتحدد الانبعاثات الناجمة عن *استخدام* المعدات من مقدار سادس فلوريد الكبريت المستعمل في صيانة المعدات. وفي حالة استخلاص سادس فلوريد الكبريت من المعدات قبل صيانتها وإعادة شحنه فيها بعد الانتهاء من الصيانة فمن المهم عدم إدراج هذا المقدار في التقدير.

وتقدر الانبعاثات الناتجة عن *التخلص* من المعدات بطرح مقدار سادس فلوريد الكبريت المستخلص من المعدات المسحوبة من سعة لوحة الهوية لهذه المعدات وكذلك بعد طرح مقدار سادس فلوريد الكبريت الذي يتم تدميره.

طريقة المستوى ٣-ب- طريقة التوازن الكتلي على مستوى المصانع والمرافق

في حال عدم توافر بيانات لتقدير الانبعاثات في مراحل دورة الحياة فيمكن تقديرها بتعقب إجمالي استهلاك سادس فلوريد الكبريت والتخلص منه في كل المرافق والمصانع. وبدءاً بالمعادلة المستخدمة في طريقة المستوى ٣-أ، تجمع الانبعاثات الناجمة عن تركيب المعدات واستخدامها والتخلص منها في فئة *انبعاثات المرافق*. وبذلك يتم تبسيط معادلة طريقة المستوى ٣-أ لتصبح:

المعادلة ٣-١٤

$$\text{Total Emissions} = \sum \text{Manufacturer Emissions} + \sum \text{Utility Emissions}$$

مجموع الانبعاثات = مجموع انبعاثات المصانع + مجموع انبعاثات المرافق

وباتباع هذا النهج يتم تقدير الانبعاثات الناتجة عن كل *مصانع* المعدات بنفس طريقة المستوى ٣-أ.

وانبعاثات المرافق تساوي مجموع الانبعاثات في كل المرافق. ويمكن حساب انبعاثات كل مرافق باتباع الخطوات السبع التالية:

- ١٦٦ يحدد صافي النقص في مقدار سادس فلوريد الكبريت المخزن في الحاويات على مدى سنة الإبلاغ.
- ١٦٧ يضاف مقدار سادس فلوريد الكبريت المشتري من المنتجين/الموزعين ومصنعي المعدات، بما في ذلك مقدار سادس فلوريد الكبريت المحتوي في المعدات المشتراة.
- ١٦٨ يطرح مقدار سادس فلوريد الكبريت المعاد إلى الموزعين.
- ١٦٩ يضاف سادس فلوريد الكبريت المعاد بعد المعالجة.
- ١٧٠ يطرح أي سادس فلوريد كبريت مرسل إلى شركات المعالجة أو مباع إلى الكيانات الأخرى أو يدمره المرفق أو المنشأة.
- ١٧١ تضاف سعة لوحة الهوية الخاصة بالمعدات المسحوبة.
- ١٧٢ تطرح سعة لوحة الهوية الخاصة بالمعدات الجديدة.

طريقة المستوى ٣-ج- طريقة التوازن الكتلي على مستوى البلد

قد يكون من غير العملي في بعض الحالات حصول وكالات حصر الغازات على بيانات من كل مصانع ومرافق المعدات، أو قد تكون

هذه البيانات غير مستوفاة. ويمكن في هذه الحالة إجراء تقدير على المستوى الوطني استناداً إلى المبيعات الوطنية السنوية من سادس فلوريد الكبريت إلى قطاع الكهرباء (الجارية والتاريخية) وواردات وصادرات المعدات وتدمير سادس فلوريد الكبريت وفرضيات عمر المعدات الخاصة ببلدان محددة إن أمكن. والمعادلة الأساسية هي:

المعادلة ١٥-٣

$$\text{Emissions} = \text{Annual Sales} - (\text{Net Increase in Nameplate Capacity}) - (\text{SF}_6 \text{ Destroyed})$$

الانبعاثات = المبيعات السنوية - (صافي الزيادة في سعة لوحة الهوية) - (سادس فلوريد الكبريت المدمر)

وتساوي المبيعات السنوية سادس فلوريد الكبريت الجديد المخصص لشحن أو إعادة شحن المعدات الكهربائية بدون تعبئة أو في داخل المعدات على السواء.

ويمكن حساب صافي الزيادة في سعة لوحة الهوية باتباع الخطوتين التاليتين:

١١^٢ تجمع البيانات عن سعة لوحة الهوية في المعدات الجديدة، بما في ذلك المعدات التي تملأ في المصنع قبل شحنها والمعدات التي تملأ بعد تركيبها على السواء.

١٢^٢ تطرح سعة لوحة الهوية في كل المعدات المسحوبة.

ومن الممارسة السليمة إدراج كمية سادس فلوريد الكبريت المدمرة من كل المعدات الكهربائية في شطر سادس فلوريد الكبريت المدمر.

طريقة المستوى ٢ (أ) - نهج معامل الانبعاثات على أساس دورة الحياة

إذا لم تتوفر إلا بيانات محدودة عن المبيعات السنوية من سادس فلوريد الكبريت إلى مصانع ومرافق المعدات فيمكن تقدير الانبعاثات في كل مرحلة من مراحل دورة حياة المعدات باستعمال معاملات الانبعاثات التي تنفرد بها كل مرحلة. ومن الممارسة السليمة استخدام المعادلة التالية:

المعادلة ١٦-٣

$$\text{Total Emissions} = \text{Manufacturing Emissions} + \text{Installation Emissions} \\ + \text{Use Emissions} + \text{Disposal Emissions}$$

مجموع الانبعاثات = انبعاثات التصنيع + انبعاثات التركيب + انبعاثات الاستخدام + انبعاثات التخلص من المعدات

وتقدر انبعاثات التصنيع باستخدام معاملات الانبعاثات على أساس مقدار سادس فلوريد الكبريت الذي يشتريه مصنعو المعدات أو سعة لوحة الهوية في المعدات الجديدة المشحونة.

وبالمثل فإن تقدير انبعاثات التركيب يتم إجراؤه باستعمال معاملات انبعاث على أساس الكميات المشتراة أو على أساس سعة لوحة الهوية. ويتطلب ذلك بيانات عن مقدار سادس فلوريد الكبريت الذي تشتريه المرافق لاستخدامه في المعدات الجديدة أو سعة لوحة الهوية في المعدات الجديدة التي تقوم المرافق (وليس القائمون بتصنيع المعدات) بتزويدها بالغاز. وفي بعض الحالات قد تعرف سعة لوحة الهوية في المعدات الجديدة ولكن لا يعرف أجزاء هذه السعة التي تزود بالغاز في المصانع

مقابل تلك التي تزود في المرافق. وفي هذه الظروف يمكن ضرب معامل انبعاث وحيد على أساس التصنيع/التركيب بمجموع سعة لوحة هوية المعدات الجديدة.

وتقدر الانبعاثات الناجمة عن *استخدام* المعدات بضرب مجموع سعة لوحة هوية المعدات المركبة بـ "معامل الانبعاثات الناتجة عن الاستخدام". ويشمل معامل الانبعاثات الناتجة عن الاستخدام "الانبعاثات الناجمة عن التسرب والصيانة والإصلاح الذين ينفذوا في العادة كل ١٢ عاما.

وأخيرا، تقدر الانبعاثات الناتجة عن *التخلص* من المعدات بضرب سعة لوحة هوية المعدات المسحوبة *بجزء* سادس فلوريد الكبريت الذي يفترض أنه قد ترك في المعدات في نهاية عمرها. وفي حال استخلاص سادس فلوريد الكبريت، من الممارسة *السليمة* تعديل التقدير الناتج ليعبر عن الكمية المستخلصة وذلك عن طريق الضرب في (١- معامل الاستخلاص). ومعامل الاستخلاص الافتراضي يساوي صفرا. وينبغي أن تكون المعاملات الأخرى خاصة بكل بلد ومحددة على مستوى الموقع.

طريقة المستوى ٢-ب- معاملات الانبعاثات الافتراضية المحددة من الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

إذا لم يتوافر لدى وكالات حصر الغازات إلا معلومات عن مجموع شحنات المعدات المركبة والمسحوبة فيمكن تطبيق معاملات الانبعاثات على المستوى الوطني كما هو مبين في الخطوط التوجيهية للهيئة:

المعادلة ٣-١٧

Emissions of SF₆ in year t = (2% of the Total Charge of SF₆ Contained in the Existing Stock of Equipment of Operation in year t) + (95% of the Nameplate Capacity of SF₆ in Retiring Equipment)

انبعاثات سادس فلوريد الكبريت في السنة t = (٢% من مجموع شحنة سادس فلوريد الكبريت في المخزون القائم لمعدات التشغيل في السنة t) + (٩٥% من سعة لوحة الهوية من سادس فلوريد الكبريت في المعدات المسحوبة)

ويقدر الشطر الأول من المعادلة الفاقدة الناتج عن التسرب والصيانة باعتباره نسبة مئوية ثابتة من مجموع الشحنة (٢ في المائة). ويشمل المخزون القائم من المعدات في كل سنة كل المعدات المركبة التي مازالت مستخدمة. وأما الشطر الثاني فإنه يحسب الانبعاثات الناتجة عن المعدات المسحوبة (أي التي يبلغ عمرها ٣٠ عاما) ويفترض أن الحد الأدنى للشحنة هو ٩٠ في المائة. وتشير آخر التجارب إلى أن النسبة الافتراضية البالغة ٧٠ في المائة المحددة في *الخطوط التوجيهية للهيئة* تقلل من تقدير الانبعاثات الناتجة عن المعدات المسحوبة حيث لا تعمل المعدات بأقل من ٩٠ في المائة من قدرتها ويعاد تزويدها بالغاز أثناء مدة عمرها (بيتش، ١٩٩٩ ب). وهكذا فإن وكالات حصر الغازات التي تتبع هذا النهج تشجع على مراجعة مدى انطباق معاملات الانبعاثات في المعادلة وعلى استعمال معاملات الانبعاثات الخاصة ببلدان محددة عند الاقتضاء، وبخاصة فيما يتعلق بالإجراءات المطبقة على إعادة التدوير.

طريقة المستوى ١- نهج الانبعاثات المحتملة

أبسط طريقة للتقدير في *الخطوط التوجيهية للهيئة* هي الطريقة التي تقدر انبعاثات سادس فلوريد الكبريت المحتملة من كل الاستخدامات عن طريق مساواة الانبعاثات مع مجموع استهلاك سادس فلوريد الكبريت:

المعادلة ٣-١٨

Potential SF₆ Emission = Production + (Imports – Exports) – Destruction
انبعاثات سادس فلوريد الكبريت المحتملة = الإنتاج + (الواردات – الصادرات) - التدمير

وتحتاج وكالات حصر الغازات إلى تحديد المقدار المباع من سادس فلوريد الكبريت للمرافق ومصنعي المعدات. ويمكن القيام بذلك مباشرة (بالحصول على بيانات عن هذه المبيعات) أو بطريق غير مباشرة (بالحصول على بيانات عن المبيعات لأغراض الاستخدامات الأخرى). فأما النهج المباشر فإنه يطبق المعادلة التالية:

المعادلة ١٩-٣

$$\text{SF}_6 \text{ Emissions from Electrical Equipment} = \text{Sales of SF}_6 \text{ to Equipment Manufacturers} + \text{Sales of SF}_6 \text{ to Utilities} + (\text{SF}_6 \text{ in Imported Equipment} - \text{SF}_6 \text{ in Exported Equipment})$$

انبعاثات سادس فلوريد الكبريت من المعدات الكهربائية = مبيعات سادس فلوريد الكبريت لمصنعي المعدات + مبيعات سادس فلوريد الكبريت للمرافق + (سادس فلوريد الكبريت المحتوي في المعدات المستوردة - سادس فلوريد الكبريت في المعدات المصدرة)

وتستعمل المعادلة التالية في النهج غير المباشر:

المعادلة ٢٠-٣

$$\text{SF}_6 \text{ Emissions} = \text{Production} + (\text{Imports} - \text{Exports}) - \text{Destruction} \\ - \text{Consumption by Other SF}_6 \text{ Uses (i.e. Mg Smelting, Semiconductor Manufacturing, Other Uses)}$$

انبعاثات سادس فلوريد الكبريت = الإنتاج + (الواردات - الصادرات) - التدمير - الاستهلاك في الاستخدامات الأخرى (أي صهر المغنيسيوم وصناعة أشباه الموصلات والاستخدامات الأخرى)

وتفترض كلتا المعادلتين ضمنا أن سادس فلوريد الكبريت المباع إلى قطاع الكهرباء يحل محل الغاز المنطلق في حين أن بعضه قد يستخدم في واقع الأمر لملء زيادة صافية في سعة لوحة الهوية في المعدات المركبة أو ليحل محل الغاز المدمر. ومن الممارسة السليمة النظر في التقديرات التي يتم إجراؤها باستعمال طريقة المستوى ١ كحد أعلى.

اختيار معاملات الانبعاثات

نظرا لتفاوت معدلات الانبعاثات من منطقة إلى أخرى فإن وكالات حصر الغازات التي تطبق طريقة المستوى ٢ تشجع على اختيار واستعمال معاملات الانبعاثات الخاصة بها. ويعد استقصاء عينة تمثيلية لمصانع المعدات والمرافق داخل البلد طريقة فعالة لتحديد هذه المعاملات.

طريقة المستوى ٢ - أ

يتم تحديد معاملات الانبعاثات لطريقة المستوى ٢-أ استنادا إلى البيانات التي تجمع من مصانع ومرافق تمثيلية تتعقب الانبعاثات بحسب مرحلة دورة الحياة وذلك أساسا باستعمال طريقة المستوى ٣-أ في المرافق لمدة سنة واحدة. ويجمع مجموع الانبعاثات التي يتم الحصول عليها من استقصاء المصانع ثم يقسم المجموع على سعة المعدات الجديدة في المرافق الخاضعة للاستقصاء. ويمكن حينئذ تطبيق معامل الانبعاثات على قطاع التصنيع ككل باستعمال سعة المعدات الجديدة على المستوى الوطني.

طريقة المستوى ٢ - ب

من الممارسة السليمة عند تحديد معاملات الانبعاثات لطريقة المستوى ٢-ب أن تقوم المرافق الخاضعة للاستقصاء بتعقب مجموع استهلاكها من سادس فلوريد الكبريت المستخدم في إعادة تزويد المعدات بالغاز ومجموع سعة لوحة الهوية في معدات وكمة سادس فلوريد الكبريت المستخلص من المعدات المسحوبة وسعة لوحة الهوية في معدات المسحوبة. ومن الممارسة السليمة حساب مجموع الانبعاثات الناتجة عن صيانة المعدات والتخلص منها في المرافق الخاضعة للاستقصاء. ويقسم بعد ذلك مجموع تقديرات الانبعاثات الناتجة عن الصيانة والتخلص من المعدات على مجموع سعة المعدات المركبة في المرافق الخاضعة للاستقصاء أو على مجموع سعة المعدات المسحوبة على التوالي وذلك بغرض حساب معاملات الانبعاثات المتعلقة باستخدام المعدات والتخلص منها.

ولا تتضمن الخطوط التوجيهية للهيئة معاملات انبعاث افتراضية لكل مرحلة من مراحل دورة الحياة ولكن تم تحديد معاملات مقترحة لبعض المناطق استنادا إلى آخر البحوث. وترد هذه العوامل في الجدول ٣-١٢ المعنون "معاملات الانبعاثات الافتراضية لانبعاثات سادس فلوريد الكبريت من المعدات الكهربائية- المستوى ٢ (جزء من سادس فلوريد الكبريت في السنة)".

الجدول ٣-١٢									
المعاملات الافتراضية لانبعاثات سادس فلوريد الكبريت من المعدات الكهربائية- المستوى ٢ (جزء من سادس فلوريد الكبريت في السنة)									
المرحلة المنطقة	التصنيع		التركيب		الاستخدام		المعدات المسحوبة من التداول		الاستخلاص
	قبل عام ١٩٩٦	منذ عام ١٩٩٦	قبل عام ١٩٩٦	منذ عام ١٩٩٦	قبل عام ١٩٩٦	منذ عام ١٩٩٦	العمر	الباقى	
أوروبا ^(ب)	٠,١٥	٠,٠٦	لا يوجد	٠,٠٦	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
اليابان ^(ا)	٠,٣	٠,٣	لا يوجد	لا يوجد	٠,٠٠١	٠,٠٠١	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
العالم ^(ج)	لا يوجد	لا يوجد	٠,١٥	٠,١٥	٠,٠٥	٠,٠٢	ثلاثون عاما	٠,٩٥	لا يوجد

(أ) لا تنطبق معاملات الانبعاثات لمرحلة الاستخدام إلا على الانبعاثات الطبيعية (ننكي كيودو كنكيو، ١٩٩٨؛ مجلس المنتجات الكيميائية، ١٩٩٩).

(ب) بيتش، ١٩٩٩.

(ج) أوليفر وبلكر، ٢٠٠٠.

اختيار بيانات الأنشطة

تتطبق إرشادات طرق المستوى ٣ الواردة أدناه على نفس المعالم عندما تستخدم في طريقتي المستوى ٢ والمستوى ١. والشرط الفريد الوحيد المطلوب لطريقة المستوى ٢ هو سعة لوحة هوية المعدات. وقد تقدر سعة لوحة الهوية باستقصاء المرافق مباشرة أو باستقصاء مصانع المعدات بشأن مبيعاتها من المعدات على مدى عمر المعدات (أثناء السنوات الثلاثين الماضية مثلا).

طريقة المستوى ٣-أ- الانبعاثات بحسب مرحلة دورة الحياة

لا تعتمد طريقة المستوى ٣-أ على معاملات الانبعاثات، ومن ثم فإن جودة التقدير تتوقف على دقة واستيفاء بيانات الأنشطة الخاضعة للاستقصاء. وينبغي توافر البيانات مباشرة من المصانع أو من خلال رابطات الصناعة.

تصنيع المعدات: يشمل الاستقصاء الكامل لكل الصناعات كحد أدنى البيانات عن حركة سادس فلوريد الكبريت حتى مرحلة الإنتاج والتجميع، وبيانات معالجة انبعاثات الغاز بعد التسليم إلى مواقع التصنيع. وينبغي أن يطلب الاستقصاء معلومات كافية

لمراعاة الكميات المستهلكة والمفقودة من سادس فلوريد الكبريت على الوجه الأكمل أثناء مرحلة الإنتاج. ويمكن استخدام جداول توازن الكتلة السنوية لتقدير المقدار المفقود من غاز سادس فلوريد الكبريت جراء إطلاق الانبعاثات والجزء الذي يمثله ذلك من المحتوى الاسمي لسادس فلوريد الكبريت في مجموع المعدات الكهربائية المنتجة.

وفي حال عدم توافر بيانات من كل المصنعين فيمكن النظر في استخدام طرق بديلة (استنادا مثلا إلى استقراء الطاقة الإنتاجية). ومن الممارسة السليمة استخدام بيانات الاستقصاء قدر المستطاع وعدم استكمالها بالنهج الاستقرائية إلا في الحالات التي لا تتوفر فيها بيانات الاستقصاء. وللاطلاع على إرشادات الاستقراء في حالة عدم توافر البيانات، يمكن الرجوع إلى القسم ٧-٢-٣-٢ تحت عنوان "تقنيات إعادة الحساب البديلة" من الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب".

تركيب المعدات: ينبغي على كل المرافق وعلى غيرها من مستعملي المعدات الكهربائية تعقب وتسجيل سعة لوحة الهوية في المعدات التي تملأ بالغاز. كما ينبغي على المرافق تعقب مقدار سادس فلوريد الكبريت المستخدم في ملأ المعدات عبر وزن الاسطوانات قبل وبعد عملية الملأ وكذلك تعقب أي كمية من سادس فلوريد الكبريت موجود أصلا في المعدات التي يتم شحنها (للحفاظ على ضغط موجب طفيف أثناء عملية الشحن). وفي حالة قيام المصنع وليس المرفق بملء المعدات بالغاز فإن المصنع قد يوفر هذه المعلومات للمرفق.^{٢٦} وفي حالة وجود ثغرات في الاستقصاء فمن الممكن استخدام تقديرات الإضافات من مخزون سادس فلوريد الكبريت ومعدلات الانبعاث الافتراضية لإجراء التركيب والإعداد.

استخدام المعدات: من الممارسة السليمة حساب كمية سادس فلوريد الكبريت المستخدم في إعادة ملء المعدات عن طريق وزن الاسطوانات قبل عمليات الملء وبعدها.

التخلص من المعدات: يمكن حساب كمية سادس فلوريد الكبريت المستخلصة من المعدات عن طريق وزن اسطوانات الاستخلاص قبل وبعد عمليات الاستخلاص. وينبغي أن تشمل البيانات كل المعدات بما في ذلك المعدات المستوردة.

طريقة المستوى ٣-ب- طريقة التوازن الكتلي على مستوى الصانعين والمرافق

مصانع المعدات: مثلما في طريقة المستوى ٣-أ أعلاه.

المرافق: يلزم إجراء استقصاء لكل المرافق لجمع المعلومات اللازمة لتطبيق طريقة المستوى ٣-ب. ومن الممارسة السليمة استقصاء المواقع الصناعية والمنشآت العسكرية وغير ذلك من المواقع التي تستهلك مقادير كبيرة من سادس فلوريد الكبريت في المعدات الكهربائية. كما يمكن الحصول على بعض المعلومات السابقة، وإن لم يكن كلها، من مصانع المعدات.

وفي حالة عدم قيام المرفق بتركيب معداته وصيانتها والتخلص منها فينبغي للأشخاص القائمين بهذه الخدمات تقديم البيانات إلى المرفق (مثل كمية الغاز المستخدم لإعادة ملء المعدات إذا لم يدرج هذا الغاز في الحصر الخاص بالمرفق). وينبغي جمع بيانات محاسبية كاملة عن انبعاثات سادس فلوريد الكبريت المقترنة بالمعالجة وتعويض المقادير المفقودة. ويمكن أن تستند هذه البيانات إلى جداول توازن الكتلة السنوية التي تشمل مقدار سادس فلوريد الكبريت المحتوي بالفعل في المعدات عند

^{٢٦} يمكن حساب الكمية الموجودة بالفعل في المعدات المشحونة بضرب الحجم الداخلي للمعدات بكثافة سادس فلوريد الكبريت عند ضغط الشحنة، أو بضرب سعة لوحة هوية المعدات بنسبة ضغط الشحن إلى ضغط لوحة الهوية بالقيم المطلقة (مثل pa أو psi). ومن الناحية النظرية فإن المعدات التي تصل إلى المرفق وتكون مملوءة بالفعل عن آخرها لا ينبغي إدراجها في هذا الحساب لأن كمية سادس فلوريد الكبريت داخل المعدات تماثل سعة لوحة الهوية وسوف يبطل أحدهما الآخر. على أنه يجري تشجيع المرافق على تعقب مجموع سعة لوحة الهوية في المعدات التي تقوم بتركيبها لأن هذه الكمية مفيدة في حساب الانبعاثات باستخدام طريقتي المستوى ٣ والمستوى ٢ ولفهم الانبعاثات أثناء استخدام المعدات.

شحنها إلى الموقع. ويتعين تحديد الطرف الذي ستقع عليه مسؤولية تعقب معالجة سادس فلوريد الكبريت وعمليات الملء نظرا لتفاوت ذلك من موقع إلى آخر.

طريقة المستوى ٣-ج- طريقة التوازن الكتلي على مستوى البلد

المبيعات السنوية: ينبغي أن يكون القائمون بصناعة أو استيراد المواد الكيماوية أو كليهما قادرين على تقديم بيانات مستوفية على الوجه الأكمل. وإذا لم تتوافر المعلومات من مصانع المواد الكيماوية فمن الممارسة السليمة الاتصال بمصانع المعدات والمرافق لكفالة استيفاء بيانات سادس فلوريد الكبريت المستخدم في ملء المعدات الجديدة والقائمة.

سعة لوحة الهوية في المعدات الجديدة والمسحوبة: يمكن تقدير سعة لوحة الهوية باستخدام أحد مصادر البيانات التالية: (١) المعلومات المستقاة من مصنعي/مستوردي المعدات عن مجموع سعة لوحة الهوية في المعدات التي يقومون بتصنيعها أو استيرادها وتصديرها أو (٢) المعلومات المأخوذة عن المرافق بشأن مجموع سعة لوحة الهوية في المعدات التي يقومون بشرائها وتركيبها كل عام أو (٣) المعلومات المستقاة من مصنعي/مستوردي المواد الكيماوية عن مبيعاتهم من سادس فلوريد الكبريت إلى مصنعي المعدات. ويفضل المصدران الأولان على المصدر الثالث نظرا للتفاوت نوعا ما بين مبيعات الغاز إلى مصنعي المعدات الجديدة وبين سعة لوحة الهوية في المعدات الجديدة. وعند تقدير سعة لوحات الهوية في المعدات الجديدة والمسحوبة، ينبغي لوكالات حصر الغازات إدراج سعة لوحة هوية المعدات المستوردة واستبعادها في حالة المعدات المصدرة. (انظر الإطار ٣-٤ المعنون "مراعاة واردات وصادرات المبردات والمعدات" في القسم ٣-٧- تحت عنوان "فئة المصادر الثانوية للتبريد الثابت" للاطلاع على مناقشة كاملة بشأن كيفية التعامل مع الواردات والصادرات في تقدير هذه الكميات).

وفي حالة المعدات المسحوبة من التداول، ينبغي أن تكون معلومات السعة أو المبيعات تاريخية بحيث تبدأ من السنة التي تم فيها إنشاء المعدات المسحوبة في السنة الجارية. والقيمة الافتراضية لعمر المعدات الكهربائية هي ٣٠ عاما. وإذا لم تتوافر معلومات عن مجموع سعة لوحة الهوية في المعدات المسحوبة فيمكن تقديرها من سعة لوحة الهوية الجديدة باستعمال معدل النمو السنوي التقديري لسعة المعدات. ومن الممارسة السليمة عند تقدير معدل النمو أن ينظر في عدد المعدات المباعة كل عام ومتوسط سعة هوية المعدات.^{٢٧}

ويمكن استخدام المعادلة التالية لتقدير سعة لوحة الهوية في المعدات المسحوبة في حال عدم توافر هذه المعلومات بطريقة مباشرة:

المعادلة ٣-٢١

$$\text{Retiring Nameplate Capacity} = \text{New Nameplate Capacity} / (1 + g)^L$$

سعة لوحة الهوية في المعدات المسحوبة = سعة لوحة الهوية في المعدات الجديدة / (١ + معدل النمو) ^{عمر المعدات}

ووفقا لاستقصاء أجري في عام ١٩٩٧ فإن متوسط معدل النمو السنوي لمبيعات سادس فلوريد الكبريت إلى مصانع المعدات فيما بين عامي ١٩٩١ و ١٩٩٦ كان ٦,٧ في المائة في حين أنه كان ٥,٣ في المائة فيما بين عامي ١٩٨٦ و ١٩٩٦ (خبراء

^{٢٧} لأن كان عدد المعدات المباعة كل سنة قد تزايد بشكل عام فإن متوسط سعة لوحة الهوية قد انخفض بشكل عام.

العلم والسياسات ، ١٩٩٧). ومن الممارسة السليمة في غياب معلومات عن بلدان محددة أن يستعمل معامل انبعاث نسبته ٦ في المائة.

الكمية المدمرة: يمكن تقدير مقدار سادس فلوريد الكبريت المدمر باستعمال المعلومات المستقاة من مصانع المعدات الكهربائية أو المرافق أو مصانع المواد الكيماوية أو منشآت التدمير. ومن الضروري كفاءة عدم إدراج كميات من مصادر أخرى غير المعدات الكهربائية في كميات سادس فلوريد الكبريت المبلغ عن تدميرها.

الاستيفاء

يتطلب الاستيفاء في هذه الفئة مراعاة الانبعاثات في منشآت المرفق وأثناء تصنيع المعدات الكهربائية على السواء. وفي الحالات التي تتبع فيها طريقة المستوى ٣، يتطلب الاستيفاء تحديد كل مستعملي سادس فلوريد الكبريت (المصانع والمرافق).

ويتطلب ذلك تقييم الانبعاثات من الجهات التالية في قطاع التصنيع:

- مصانع المفاتيح المعزولة بالغاز ومفاتيح قطع الدوائر الكهربائية.
- مصانع خطوط النقل العالية الجهد المعزولة بالغاز ، والمحطات الثانوية (المحطات الصغيرة) والمحولات.
- مستعملو سادس فلوريد الكبريت الثانويين، ومنهم القائمون بصناعة المعدات المتوسطة الجهد والقائمون بإعادة تصنيع المعدات.
- نقل سادس فلوريد الكبريت من المنتجين والموزعين إلى مرافق التصنيع.

ويتطلب ذلك في قطاع المرافق مراعاة كل مقادير سادس فلوريد الكبريت المفقودة المقترنة بما يلي:

- عمليات تركيب المعدات الكهربائية الجديدة.
- التسريب وإعادة الملء والصيانة.
- التخلص من المعدات الكهربائية المرتجعة.

ومن الممارسة السليمة تحديد وإدراج التطبيقات الصناعية والعسكرية وتطبيقات المرافق الصغيرة في حال الاعتقاد بأنها تسهم كثيرا في مجموع الانبعاثات الناجمة عن هذه الفئة من المصادر.

وضع متسلسلة زمنية متسقة

من اللازم عند تقدير الانبعاثات على مدى متسلسلة زمنية أن ينظر في انبعاثات سادس فلوريد الكبريت المقترنة بالتصنيع وبكل المعدات المركبة في المرافق أثناء السنوات المعنية. وبذلك فإن إجراء تقدير تاريخي دقيق للمعدات المركبة يتطلب معلومات عن قدرة وأداء هذه المعدات لمدة تتراوح بين ٢٠ و ٣٠ عاما قبل السنوات موضوع الاهتمام.

من ناحية التصنيع، إذا لم تتوفر بيانات تاريخية لتقدير انبعاثات سنة الأساس في الفترة ١٩٩٥/١٩٩٠ فيمكن تطبيق الطريقة النزولية بحيث يتم تعبيرها حسب أرصدة أدق خلال السنوات الجارية. ونظرا لاحتمال حدوث تغير كبير في ممارسات مصانع المعدات لمعالجة سادس فلوريد الكبريت منذ عام ١٩٩٥ (مثل استخلاص مزيد من الغاز) فإن من الممارسة السليمة تطبيق معدلات الفقد الجارية على التقديرات التاريخية. وقد يتسنى إجراء تقدير غير متحيز خلال السنوات الأولى بفضل إجمالي معدلات الفقد المحددة من المبيعات الكلية والإقليمية ومن تحليلات الانبعاثات. ومن الممارسة السليمة إعادة حساب الانبعاثات وفقا للإرشادات الواردة في القسم ٧-٣-٢ تحت عنوان "تقنيات إعادة الحساب البديلة" من الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب" مع توثيق كل الفرضيات بوضوح.

في قطاع المرافق، إذا لم تتوفر البيانات التاريخية للفترة ١٩٧٠-١٩٩٥ فإن من الممارسة السليمة وضع تقديرات باستعمال الطريقة النزولية ثم يتم التعيير كما جاء من قبل. وأثناء الفترة من ١٩٧٠ حتى ١٩٩٥ حدث تناقص في متوسط معدل التسرب من المعدات الجديدة، وفي تواتر إعادة الملء والصيانة الروتينية.^{٢٨} ومن الممارسة السليمة عدم تطبيق معدلات الفقد الإجمالية الجارية (فيما بعد عام ١٩٩٥) على السنوات السابقة. ويمكن استعمال إجمالي معدلات الفقد في هذه الحالة أيضا.

تقييم عدم التيقن

عند استعمال طرق المستوى ٣، يرحب أن تكون التقديرات الناتجة أكثر دقة من طريقتي المستويين ١ و ٢ بنسبة تبلغ ± ١٠ في المائة. وفي حالة عدم استيفاء الاستقصاءات أو إذا لم تتوفر إلا بيانات الاستهلاك النزولية فسوف يزداد عدم التيقن المقترن بذلك. وقد تشمل بعض مصادر عدم التيقن ما يلي:

- سادس فلوريد الكبريت الذي تصدره مصانع المعدات (سواء في المعدات أو على حدة في حاويات).
- سادس فلوريد الكبريت الذي تستورده مصانع المعدات الأجنبية (سواء في المعدات أو على حدة في حاويات).
- سادس فلوريد الكبريت المعاد إلى مرافق إعادة التدوير الأجنبية.
- التأخر الزمني بين الانبعاثات والصيانة.^{٢٩}
- عمر المعدات.

ويبين الجدول ٣-١٣ مستويات عدم التيقن في معاملات الانبعاثات الافتراضية الموصى بها في طريقة المستوى ٢. وحيث إن طريقة المستوى ١ تقدر الانبعاثات المحتملة وليس بالأحرى الانبعاثات الفعلية فإن عدم التيقن في أي تقدير للانبعاثات الفعلية سيبلغ ١٠٠ في المائة أو أكثر باستخدام طريقة المستوى ١.

الجدول ٣-١٣									
مستويات عدم التيقن في معاملات الانبعاثات الافتراضية لسادس فلوريد الكبريت الناتج عن المعدات المسحوبة									
المرحلة	التصنيع		التركيب		الاستخدام		المعدات المسحوبة		المنطقة
	> ١٩٩٦	- ١٩٩٦	> ١٩٩٦	- ١٩٩٦	> ١٩٩٦	- ١٩٩٦	العمر	المتبقي		الاستخلاص
أوروبا	$\pm ٣٠\%$	$\pm ٣٠\%$	لا يوجد	$\pm ٣٠\%$	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
اليابان	$\pm ٣٠\%$	$\pm ٣٠\%$	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد
عالمي	أكبر	أكبر	$\pm ٣٠\%$	$\pm ٣٠\%$	$\pm ٤٠\%$	$\pm ٥٠\%$	$\pm ٣٠\%$	$\pm ٥\%$	لا يوجد

المصدر: أوليفر وباكر (٢٠٠٠).

^{٢٨} تبلغ حاليا معايير التسرب من المفاتيح المعزولة بالغاز ١ في المائة ولكنها كانت ٣ في المائة قبل عام ١٩٨٠. وإضافة إلى ذلك فقد تزايدت الفواصل الزمنية للصيانة من ٣-٥ سنوات إلى ٨ سنوات في حالة مفاتيح قطع الدوائر و نحو ١٢ عاما للمفاتيح المعزولة بالغاز.

٣-١-٥-٢ التقارير والوثائق

من الممارسة السليمة توثيق وأرشفة كل المعلومات المطلوبة لإجراء تقديرات لحصر الانبعاثات الوطنية كما هو مبين في القسم ١٠-٨-١ من الفصل الثامن المعنون "ضمان ومراقبة الجودة". ومن غير العملي إدراج كل الوثائق في تقرير الحصر الوطني. ومع ذلك ينبغي أن يشمل الحصر ملخصات للطرق المتبعة وإشارات مرجعية إلى مصادر البيانات حتى تتسم تقديرات الانبعاثات المبلغ عنها بالشفافية وحتى يتسنى إعادة تعقب الخطوات التي اتبعت في حسابها.

ويحتوي الجدول ٣-١٤ على بعض أمثلة الوثائق والتقارير ذات الصلة بفئة هذه المصادر لكفالة الشفافية في الإبلاغ عن تقديرات الانبعاثات.

وقد تنشأ المسائل المتعلقة بالسرية في الحالات التي لا يوجد فيها سوى عدد محدود من المصانع أو المرافق. وقد يلزم في هذه الحالات تقديم تقارير إجمالية عن مجموع قطاع المعدات الكهربائية أو حتى مجموع تطبيقات سادس فلوريد الكبريت الوطنية. وإذا تعذر نشر نتائج الاستقصاء على شكل معلومات عامة فقد يلزم قيام طرف آخر بمراجعة بيانات الاستقصاء لدعم جهود التحقق من البيانات.

الجدول ٣-١٤						
الممارسة السليمة في الإبلاغ عن المعلومات المتعلقة بانبعاثات سادس فلوريد الكبريت من المعدات الكهربائية						
المستوى ١	المستوى ٢	المستوى ٢-أ	المستوى ٣-ج	المستوى ٣-ب	المستوى ٣-أ	البيانات
X			X			المبيعات السنوية من سادس فلوريد الكبريت إلى مصانع ومرافق المعدات
		X	X	X	X	سعة لوحة هوية المعدات الجديدة
	X	X				سعة لوحة هوية المعدات القائمة
	X	X	X	X	X	سعة لوحة هوية المعدات المسحوبة من التداول
X			X			سادس فلوريد الكبريت المدمر
				X	X	سادس فلوريد الكبريت في الحصر في بداية العام
				X	X	سادس فلوريد الكبريت في الحصر في نهاية العام
				X	X	سادس فلوريد الكبريت المشتري من قبل المرفق
				X	X	سادس فلوريد الكبريت المباع أو المعاد من قبل المرفق
				X	X	سادس فلوريد الكبريت المنقول من الموقع لإعادة تدويره
				X	X	سادس فلوريد الكبريت المعاد إلى الموقع بعد إعادة التدوير
					X	سادس فلوريد الكبريت المستخدم في ملء المعدات الجديدة
					X	سادس فلوريد الكبريت المستخدم في صيانة المعدات
					X	سادس فلوريد الكبريت المستخلص من المعدات المسحوبة
	X	X				معاملات الانبعاثات/الاستخلاص
	X	X				وثائق المعاملات، إن كانت خاصة بالبلد.
X						إنتاج سادس فلوريد الكبريت
X						استهلاك سادس فلوريد الكبريت في الأغراض الأخرى
X						واردات سادس فلوريد الكبريت
X						صادرات سادس فلوريد الكبريت

^{٢٩} ترمي الطريقة القائمة على المبيعات إلى التوصل إلى تقدير مناسب لكمية المواد الكيماوية المستخدمة محل الكيماويات المنبعثة في سنة معينة. بيد أنه نظراً لحدوث تسرب من بعض المعدات ولكنها مع ذلك تستمر في العمل بأقل من شحنة كاملة فإن المواد الكيماوية المنبعثة لا تستبدل في كل الحالات أثناء السنة التي يحدث فيها التسرب. وهكذا فإن الطريقة القائمة على أساس المبيعات قد ينجح عنها زيادة أو نقص طفيف في تقدير الانبعاثات الفعلية في بعض الظروف. (يجعل صافي تأثير التأخير الزمني الانبعاث يبدو كما لو كان يحدث في مرحلة متأخرة من عمر المعدات عما هو في واقع الأمر). وينبغي بحث تواتر الصيانة ومعدل نمو مخزون المعدات للتأكد من حجم أي خطأ.

٣-٥-١-٣ ضمان/مراقبة جودة الحصر

من الممارسة السليمة إجراء اختبارات لمراقبة الجودة على النحو المبين في الجدول ٨-١ من الفصل الثامن ومراجعة خبراء لتقديرات الانبعاثات. وقد يكون من الملائم أيضا إجراء اختبارات إضافية لمراقبة الجودة كما هو مبين في القسم ٨-٧ من الفصل الثامن واتباع إجراءات ضمان الجودة، وبخاصة في حالة استخدام طرق المستويات العليا لتحديد الانبعاثات المتولدة عن فئة هذه المصادر. وتشجع وكالات حصر الغازات على استعمال طرق المستويات العليا في ضمان/مراقبة مستوى الجودة في فئات المصادر الرئيسية كما هو محدد في الفصل السابع المعنون "الاختبار المنهجي وإعادة الحساب".

وترد فيما يلي إجراءات إضافية خاصة بالمعدات الكهربائية.

مقارنة تقديرات الانبعاثات باستعمال نهج مختلفة

ينبغي لوكالات حصر الغازات تجميع بيانات المرافق المستخدمة كجزء من الطريقة السعودية والتحقق من البيانات بالمقارنة مع الانبعاثات الوطنية المحسوبة باستعمال القيم الافتراضية المحددة من الهيئة (طريقة المستوى ٢-ب) أو الانبعاثات المحتملة المقدرة باستعمال بيانات الاستهلاك الوطني الظاهري (طريقة المستوى ١). ويمكن لطريقة المستوى ١ وضع حد أعلى للانبعاثات التي يمكن توقعها من مجموع المصانع المنفردة في حال تزايد أو ثبات الاستخدام السنوي للمعدات المحتوية على سادس فلوريد الكبريت في هذه المصادر. وسوف تقلل طريقة المستوى ١ من مقدار الانبعاثات السنوية في حال تناقص اتجاه ملء المعدات الجديدة.

مراجعة بيانات الأنشطة على مستوى المرافق

ينبغي في كل الحالات التي يتم فيها الحصول على بيانات عن أنشطة مرافق محددة أن تقوم وكالات حصر الغازات بمقارنة هذه البيانات فيما بين المواقع (تعديلها على ضوء الحجم أو السعة النسبية) لتحديد القيم المتطرفة. وينبغي لها بحث أي قيم متطرفة لتحديد إمكانية توضيح الفروق أو وجود خطأ في النشاط المبلغ عنه.

وينبغي لوكالات حصر الغازات مقارنة الإنتاج الوطني من سادس فلوريد الكبريت بعد تعديله على ضوء الواردات والصادرات مع إجمالي بيانات الأنشطة الوطنية المتعلقة بسادس فلوريد الكبريت في هذا المصدر. ويمكن اعتبار مجموع هذا الاستخدام الوطني حداً أعلى لانبعاثات سادس فلوريد الكبريت.

التحقق من تقديرات الانبعاثات

قد يكون ممكناً للبلدان الكبرى أن تجري اختباراً مستقلاً للتحقق من تقديرات مجموع انبعاثات سادس فلوريد الكبريت على المستوى الوطني باستخدام تقديرات نزولية مشتقة من القياسات الوطنية لتركيزات الغاز في الغلاف الجوي شريطة إمكانية إجراء حساب النموذج العكسي للانبعاثات بقدر معقول من الدقة.

وينبغي لوكالات حصر الغازات مقارنة معاملات الانبعاثات الفعالة (معدلات الفقد) بالقيم التي تبلغ عنها البلدان الأخرى الواقعة في المنطقة، أو بالقيم الافتراضية المنشورة في الأدبيات العلمية المعيارية على ضوء مجموع التركيزات العالمية في الغلاف الجوي. وكما جاء من قبل فإن شفافية الإبلاغ تتسم بأهمية أساسية في إجراء مقارنات دولية.

٣-٥-٢ المصادر الأخرى لسادس فلوريد الكبريت

تبين الخطوط التوجيهية للهيئة (القسم ٢-١٧-٤-٧ المعنون "تقدير انبعاثات المركبات الكربونية الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور من التطبيقات الأخرى" في المجلد الثالث) الاستخدامات الأخرى لسادس فلوريد الكبريت التي تفضي إلى انطلاق الانبعاثات. وتستبعد هذه الفئة فئات المصادر الأخرى التي يتم الإبلاغ عنها في الحالات الأخرى:

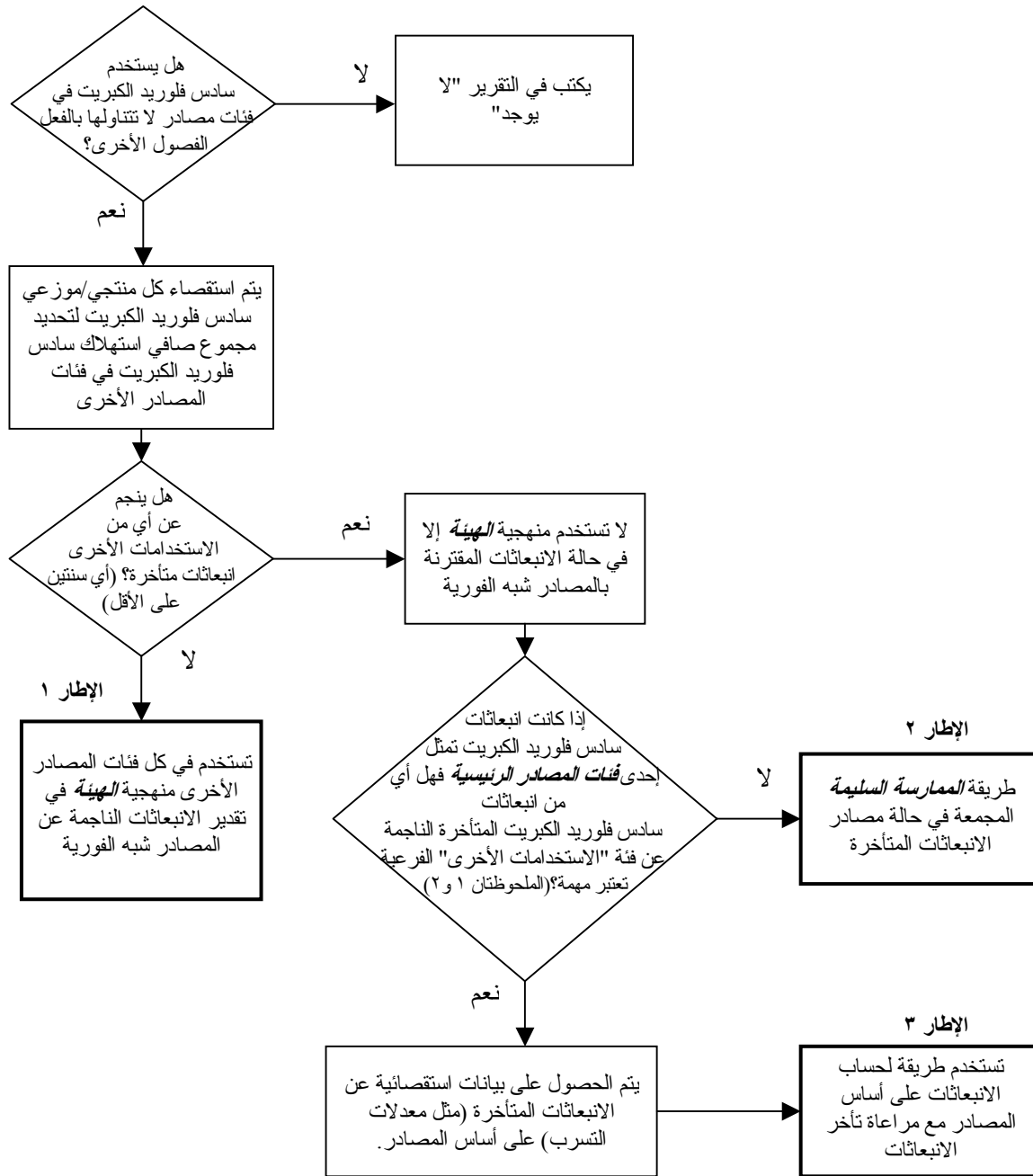
- إنتاج سادس فلوريد الكبريت واستخدامه في المعدات الكهربائية.
- إنتاج المغنيسيوم والألومنيوم.
- تصنيع أشباه الموصلات.
- الإبدال في تطبيقات المواد المستنفدة للأوزون، مثل مركبات الكربون الفلورية الكلورية والهالونات (من قبيل بخاخات الأيروسول وأجهزة إطفاء الحرائق).
- وتشمل التطبيقات المتبقية المحددة في هذه الفئة ما يلي:
- عناصر الاستشفاف الغازية-الهوائية المستخدمة في البحوث وأجهزة اكتشاف التسرب.
- الأغراض الطبية.
- المعدات المستخدمة في المسرعات والليزر ونظارات الرؤية الليلية.
- التطبيقات العسكرية.
- النوافذ العازلة للصوت.
- التطبيقات التي تستفيد من خاصية كظم الحرارة ، مثل إطارات السيارات والأدوات الرياضية مثل كرات التنس أو نعال الأحذية (أي استخدام خاصية انخفاض قابلية النفاذ عبر المطاط).

٣-٥-٢-١ المسائل المنهجية

اختيار الطريقة

تتمثل طريقة الممارسة السليمة في استخدام بيانات الاستيراد والتصدير والاستهلاك النزولية المأخوذة عن منتجي وموزعي سادس فلوريد الكبريت الوطنيين والتي يتم تصنيفها بحسب الأنواع الرئيسية لتطبيقات سادس فلوريد الكبريت (انظر الشكل ٣-٨ المعنون " شجرة قرارات للاستخدامات الأخرى لسادس فلوريد الكبريت"). ويستتبع الحصول على هذه البيانات إجراء استقصاء لكل منتجي وموزعي سادس فلوريد الكبريت لتحديد مجموع صافي استهلاك سادس فلوريد الكبريت. وحالما يتم الحصول على هذه البيانات، ينبغي تقدير مقدار سادس فلوريد الكبريت المستهلك بحسب التطبيقات في هذه الفئة من المصادر.

الشكل ٣-٨ شجرة قرارات للاستخدامات الأخرى لسادس فلوريد الكبريت



الملاحظة ١ فئة المصادر الرئيسية هي تلك الفئة التي تحظى بأولوية في نظام الحصر الوطني لأن تقديرها يؤثر بشدة على مجموع الحصر الذي يجريه البلد لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري المباشرة من حيث المستوى المطلق للانبعاثات أو اتجاه الانبعاثات أو كليهما (أنظر القسم ٧-٢ المعنون "تحديد فئات المصادر الرئيسية الوطنية" من الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب").

الملاحظة ٢: كقاعدة فطرية، تعتبر فئة المصادر الفرعية مهمة إن كانت تمثل ٢٥-٣٠ في المائة من الانبعاثات الناجمة عن فئة المصادر.

وفي كثير من التطبيقات المتنوعة المحددة أعلاه، ينبعث سادس فلوريد الكبريت في حدود سنتين من الاستهلاك (مثل عناصر الاستشفاف المستخدمة في التطبيقات الطبية). ومن الممارسة السليمة في حساب انبعاثات سادس فلوريد الكبريت الناتجة عن هذه التطبيقات ذات القدرة الإبتعائية "شبه الفورية" أن تستخدم الصيغة التالية كما هو مبين في الخطوط التوجيهية للهيئة:

المعادلة ٢٢-٣

$$\text{Emissions in year } t = (0.5 \bullet \text{Amount Sold in year } t) + (0.5 \bullet \text{Amount Sold in year } t - 1)$$

الانبعاثات في السنة $t = (0.5 \bullet \text{المقدار المباع في السنة } t) + (0.5 \bullet \text{المقدار المباع في السنة } t - 1)$

وهذه المعادلة تشبه معادلة انبعاثات الهالكربونات التي يفترض فيها متوسط تأخير مدته سنة.

وإذا تبين من خلال الاستقصاء الأولي أن التطبيقات ذات الانبعاثات المتأخرة المميزة تعد مهمة فمن الممارسة السليمة حينئذ حساب مقدار الانبعاثات على أساس فئات المصادر، مع مراعاة تأخر الانبعاثات. ويمكن استخدام الصيغ التالية في حالة التطبيقات ذات الانبعاثات المتأخرة (استناداً إلى التجربة الألمانية).

- **تطبيقات خاصة الكظم الحراري:** يفترض وجود تأخير مدته ٣ سنوات في حالة إطارات السيارات (شورتر وآخرون، ١٩٩٦). وفي التطبيقات الأخرى، مثل نعال الأحذية وكرات التنس، يمكن استخدام نفس مدة التأخير:

المعادلة ٢٣-٣

$$\text{Emissions in year } t = \text{Sales in year } t - 3$$

الانبعاثات في السنة $t = \text{المبيعات في السنة } t - 3$

- **النوافذ المزدوجة العازلة للصوت:** ينطلق ٣٣ في المائة تقريباً من مقدار سادس فلوريد الكبريت المشتري أثناء عملية التجميع (أي أثناء ملء النافذة المزدوجة الزجاج). ويفترض حدوث تسرب سنوي معدله ١ في المائة من المخزون المتبقي داخل النافذة (بما في ذلك حين انكسار الزجاج). وهكذا يتبقى نحو ٧٨ في المائة من المخزون الأولي موجوداً عند نهاية مدة العمر البالغة ٢٥ عاماً. وقد بدأ استخدام سادس فلوريد الكبريت في النوافذ في عام ١٩٧٥، ولذا فإن عمليات التخلص لم تبدأ إلا مؤخراً. وينبغي حساب الانبعاثات الناجمة عن هذه الفئة الثانوية باستخدام المعادلات من ٢٤-٣ إلى ٢٦-٣:

المعادلة ٢٤-٣

$$\text{Assembly Emissions} = 0.33 \bullet \text{Window Capacity}$$

الانبعاثات أثناء التجميع = ٠,٣٣ • سعة النافذة

المعادلة ٢٥-٣

$$\text{Leakage Emissions in year } t = 0.01 \bullet \text{Existing Stock in the Window}$$

الانبعاثات الناجمة عن التسرب في السنة $t = 0.01 \bullet \text{المخزون القائم في النافذة}$

المعادلة ٢٦-٣

$$\text{Disposal Emissions} = \text{Amount Left in Window at End of Lifetime} \bullet (1 - \text{Recovery Factor})$$

الانبعاثات الناجمة عن التخلص = المقدار المتبقي في النافذة عند نهاية عمر النافذة • (١ - معامل الاستخلاص)

وما لم تتوافر بيانات عن بلدان محددة، ينبغي افتراض معامل استخلاص افتراضي قيمته صفر في المعادلة ٢٦-٣. كما قد يفضي استخدام سادس فلوريد الكبريت في التطبيقات العسكرية وفي مسرعات الجزيئات إلى انبعاثات متأخرة. وإذا لم تتوافر

بيانات عن هذه الفئات الثانوية فمن *الممارسة السليمة* التعامل معها باعتبارها انبعاثات شبه فورية.

اختيار معاملات الانبعاثات

يمكن الحصول على معاملات الانبعاثات المطلوبة لهذه التقديرات من *الخطوط التوجيهية للهيئة*. وفي حال استعمال وكالات حصر الغازات لبيانات عن مناطق أو بلدان محددة فمن *الممارسة السليمة* توثيق هذه البيانات توثيقاً واضحاً.

اختيار بيانات الأنشطة

ينبغي ألا تتعارض بيانات الأنشطة المتعلقة بفئات المصادر الثانوية مع البيانات المستعملة في حساب انبعاثات سادس فلوريد الكبريت الناجمة عن مصادر أخرى (مثل المعدات الكهربائية) لكفالة استيفاء التقدير وعدم ازدواجية الحساب.

الاستيفاء

يكفي جمع بيانات عن الواردات والصادرات والاستهلاك في كل تطبيق من منتجي وموزعي سادس فلوريد الكبريت الوطنيين على أن تراعى الشروط التالية: '١' تحديد كل منتجي وموزعي سادس فلوريد الكبريت؛ '٢' عدم قيام المستهلكين المحليين بشراء سادس فلوريد الكبريت إلا من الموزعين الوطنيين؛ '٣' عدم استيراد أو تصدير مقادير كبيرة من المنتجات (مثل الأدوات الرياضية). ومن *الممارسة السليمة* التحقق بانتظام من وجود موزعين إضافيين لكفالة عدم قيام المستعملين النهائيين باستيراد أي كميات من سادس فلوريد الكبريت وعدم استيراد مقادير كبيرة من المنتجات المحددة التي تحتوي على سادس فلوريد الكبريت.

وضع متسلسلة زمنية متسقة

قد يلزم الحصول على بيانات عن البضع سنوات السابقة لسنة الأساس عند إجراء تقديرات لسنة الأساس، منها سنة للانبعاثات شبه الفورية ومزيد من السنوات لتطبيقات الانبعاثات المتأخرة. ومن *الممارسة السليمة* حساب انبعاثات سادس فلوريد الكبريت باستعمال نفس الطريقة المتبعة في كل سنة في نفس المتسلسلة الزمنية. وفي الحالات التي لا تتوافر فيها بيانات لدعم طريقة أكثر دقة في كل سنوات المتسلسلة الزمنية فمن *الممارسة السليمة* إعادة الحساب وفقاً للإرشادات الواردة في القسم ٧-٢-٣ تحت عنوان "تقنيات إعادة الحساب البديلة" من الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب".

تقييم عدم التيقن

في حال استيفاء استقصاء المبيعات المحلية من منتجي وموزعي سادس فلوريد الكبريت الوطنيين بحسب التطبيقات فسوف ترتفع حينئذ درجة الدقة في بيانات الاستهلاك الظاهري السنوي. وبالمثل فسوف ينخفض عدم التيقن المقترن بالانبعاثات إذا كانت الانبعاثات الناتجة عن كل التطبيقات شبه فورية. وفي حالة التطبيقات ذات الانبعاثات المتأخرة فإن عدم التيقن سيكون على هذا النحو:

- مدد التأخير الافتراضية في تطبيقات خاصية الكظم الحراري: $3 \pm$ سنة واحدة.
- القيم الافتراضية للنوافذ العازلة للصوت: 50 ± 10 في المائة من الانبعاثات الناجمة عن الملاء و $1 \pm 0,5$ في المائة من الانبعاثات الناجمة عن التسرب/الكسر.

٢-٢-٥-٣ التقارير والوثائق

من *الممارسة السليمة* توثيق وأرشفة كل المعلومات المطلوبة لإعداد تقديرات حصر الانبعاثات الوطنية كما هو مبين في القسم ٨-١٠-١ تحت عنوان "الوثائق الداخلية والأرشفة" من الفصل الثامن المعنون "ضمان ومراقبة الجودة". ومن غير

العملي إدراج كل الوثائق في تقرير الحصر الوطني. على أنه ينبغي أن يشمل الحصر ملخصات للطرق المتبعة والإشارات إلى مصادر البيانات حتى تتسم تقديرات الانبعاثات المبلغ عنها بالشفافية وحتى يتسنى تعقب الخطوات التي اتبعت في حسابها.

ومن الممارسة السليمة لضمان الشفافية أن يتم الإبلاغ عن الانبعاثات المحتملة والفعلية في فئة مصادر "الاستعمالات الأخرى" بشكل مستقل عن انبعاثات سادس فلوريد الكبريت الأخرى. وإضافة إلى ذلك فإن توفير معلومات عن التطبيقات المحددة المدرجة في هذه الفئة من المصادر سيكون مفيدا في مقارنة (في تقدير) الممارسات الوطنية مع الممارسات المتبعة في البلدان الأخرى إقليميا أو كليا. وينبغي بالإضافة إلى ذلك توثيق المراجع والطرق المطبقة. وفي حالة فئات المصادر الثانوية التي ينجم عنها انبعاثات متأخرة، ينبغي الإبلاغ عن الانبعاثات السنوية ومدد التأخير ومعاملات الانبعاثات بحسب نوع فئة المصادر الثانوية.

٣-٥-٢-٣ ضمان/مراقبة جودة الحصر

من الممارسة السليمة إجراء اختبارات لمراقبة الجودة على النحو المبين في الجدول ٨-١ من الفصل الثامن ومراجعة خبراء لتقديرات الانبعاثات. وقد يكون من الملائم أيضا إجراء اختبارات إضافية لمراقبة الجودة كما هو مبين في القسم ٨-٧ من الفصل الثامن واتباع إجراءات ضمان الجودة، وبخاصة في حالة استخدام طرق المستويات العليا لتحديد الانبعاثات المتولدة عن فئة هذه المصادر. وتشجع وكالات حصر الغازات على استعمال طرق المستويات العليا في ضمان/مراقبة الجودة لفئات المصادر الرئيسية كما هو محدد في الفصل السابع المعنون "الاختبار المنهجي وإعادة الحساب".

وترد فيما يلي إجراءات إضافية خاصة بمصادر سادس فلوريد الكبريت الأخرى.

مقارنة تقديرات الانبعاثات باستعمال نهج مختلفة

ينبغي لوكالات حصر الغازات أن تقوم بمقارنة انبعاثات سادس فلوريد الكبريت الوطنية المحتملة (مخصوصا منها المقدار المخصص للاستعمال في فئة المعدات الكهربائية وفئة تصنيع أشباه الموصلات وفئة إنتاج المعادن وفئة إنتاج سادس فلوريد الكبريت) بانبعاثات سادس فلوريد التقديرية الناجمة عن الاستخدامات الأخرى. ويمكن استعمال الانبعاثات الوطنية المحتملة كحد أعلى للانبعاثات.

التحقق من بيانات الأنشطة

ينبغي لوكالات حصر الغازات مقارنة بيانات الأنشطة المقدمة من مختلف المنتجين والموزعين وتحديد القيم المتطرفة المهمة بعد التعديل على ضوء حجم وقدرة الشركات. وينبغي بحث أي قيم متطرفة لتحديد إمكانية توضيح أي فروق أو وجود خطأ في النشاط المبلغ عنه.

مقارنة الانبعاثات مع البلدان الأخرى

ينبغي لوكالات حصر الغازات إجراء مقارنة بين الانبعاثات الناجمة عن الاستخدامات النهائية الأخرى لسادس فلوريد الكبريت المدرجة في الحصر الوطني وبين المعلومات المقدمة من بلدان أخرى مشابهة. وينبغي في كل مصدر أن تقارن الانبعاثات لكل نسمة أو لكل وحدة من الناتج المحلي الإجمالي بالبلدان الأخرى. وإذا كانت الأرقام الوطنية تبدو شديدة الارتفاع أو شديدة الانخفاض نسبيا فينبغي إيجاد مبررات لذلك.

٣-٥-٣ إنتاج سادس فلوريد الكبريت

١-٣-٥-٣ المسائل المنهجية

لا تتضمن الخطوط التوجيهية للهيئة معاملة انبعاث افتراضي للكميات التي تفقد عن غير قصد أثناء إنتاج ومعالجة سادس فلوريد الكبريت. ولئن كان يرجح أن تكون هذه الانبعاثات محدودة فإنها قد تزيد في بعض البلدان. ومثال ذلك أن التجربة في اليابان تشير إلى أن نسبة معامل الانبعاث تبلغ ٨ في المائة من الغاز المنتج، بما في ذلك معالجة الكميات المفقودة أثناء التخلص من الغاز المتبقي في الاسطوانات المعادة. (سوزو، ١٩٩٩). وسبب ذلك هو ارتفاع الطلب على غاز سادس فلوريد الكبريت العالي النقاوة واحتمال إطلاق الغاز غير النقي.

اختيار الطريقة

من الممارسة السليمة اختيار الطريقة وفقا للمخطط الشجري الوارد في الشكل ٣-٩ المعنون "شجرة قرارات لإنتاج سادس فلوريد الكبريت." ولا يوجد إلا عدد محدود من منتجي سادس فلوريد الكبريت. فهناك على المستوى العالمي ٦ شركات لإنتاج سادس فلوريد الكبريت لها ١٠ منشآت للإنتاج في كافة أرجاء العالم (بريسيجر، ١٩٩٩). وقد يزداد عدد الشركات الأقل حجما في المستقبل القريب، ولاسيما في البلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية وفي الصين. على أنه لن يكون من العسير إجراء استقصاء للمنتجين الوطنيين. وينبغي لهؤلاء المنتجين توفير تقديرات لمجموع انبعاثاتهم.

وقد تنطلق انبعاثات سادس فلوريد الكبريت أثناء الإنتاج وكذلك أثناء معالجة الغاز الجديد في الموقع. واستنادا إلى التجربة الألمانية فإنه يقترح معامل انبعاث افتراضي نسبته ٠,٢ في المائة من مجموع كمية سادس فلوريد الكبريت المنتجة في البلدان التي لا يتطلب فيها الاستعمال النهائي السائد أن يكون سادس فلوريد الكبريت على درجة عالية من النقاوة (مثل المعدات الكهربائية والنوافذ المعزولة) (بريسيجر، ١٩٩٩). وكما جاء من قبل فإن القيمة الافتراضية ينبغي أن تكون ٨ في المائة في البلدان التي تتطلب فيها الاستعمالات الرئيسية درجة عالية من نقاوة سادس فلوريد الكبريت (مثل تصنيع أشباه الموصلات). وينبغي استعمال البيانات الوطنية إن كانت متاحة.

وقد يقوم منتجو الغاز الجديد أو غيرهم من شركات المعالجة بإعادة تدوير الغاز المستعمل. وقد تحدث الانبعاثات أثناء معالجة وتنقية الغاز القديم وإعداد الغاز المعاد تدويره. ولا تتوافر بعض معاملات الانبعاثات. وبذلك فإن من الممارسة السليمة استعمال معامل الانبعاثات الافتراضي (٠,٢ في المائة) للإنتاج الجديد.

تقييم عدم التيقن

يمكن التغاضي عن الانبعاثات الناجمة عن الإنتاج (مثل تجمع الغاز المنطلق في أجهزة التنقية). ولذلك فإن مقدار عدم التيقن في معامل الانبعاثات الافتراضي يتراوح بين $0,2 \pm 0,2$ في المائة. ويكون عدم التيقن النسبي لمعامل الانبعاثات الافتراضي البالغ ٨ في المائة بقيمة مماثلة.

الاستيفاء

قد يصعب على بعض وكالات حصر الغازات تحديد شركات الإنتاج الصغرى، وبخاصة شركات إعادة المعالجة. على أنه في التقديرات الأولية القائمة على التوازن الكتلي الوطني لسادس فلوريد الكبريت ينبغي تحديد ما إن كانت هذه الكيانات تسهم بجزء كبير من مجموع الانبعاثات الوطنية.

٣-٥-٣ التقارير والوثائق

قد تنشأ المسائل المتعلقة بالسرية في الحالات التي لا يوجد فيها سوى عدد محدود من شركات التصنيع. وقد يلزم في هذه الحالات تقديم مزيد من التقارير الإجمالية عن مجموع تطبيقات سادس فلوريد الكبريت الوطنية. وإذا تعذر نشر نتائج الاستقصاء في شكل معلومات عامة فقد يلزم قيام طرف آخر بمراجعة بيانات الاستقصاء لدعم جهود التحقق من البيانات.

ومن الممارسة السليمة توثيق وأرشفة كل المعلومات المطلوبة لإعداد تقديرات حصر الانبعاثات الوطنية كما هو مبين في القسم ٨-١٠-١ تحت عنوان "الوثائق الداخلية والأرشيف" من الفصل الثامن المعنون "ضمان ومراقبة الجودة". ومن غير العملي إدراج كل الوثائق في تقرير الحصر الوطني. على أنه ينبغي أن يشمل الحصر ملخصات للطرق المتبعة والإشارات إلى مصادر البيانات حتى تتسم تقديرات الانبعاثات المبلغ عنها بالشفافية وحتى يتسنى تعقب الخطوات التي اتبعت في حسابها.

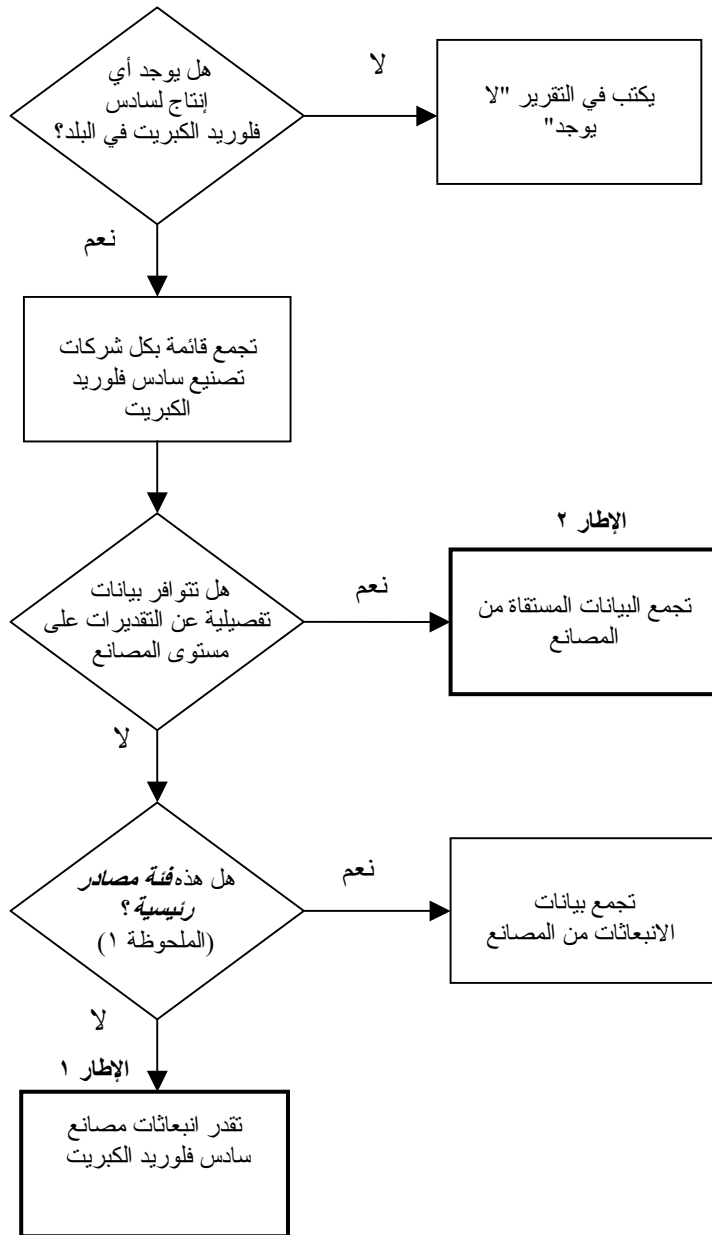
٣-٥-٣ ضمان/مراقبة جودة الحصر

و من الممارسة السليمة إجراء اختبارات لمراقبة الجودة على النحو المبين في الجدول ٨-١ من الفصل الثامن ومراجعة خبراء لتقديرات الانبعاثات. وقد يكون من الملائم أيضا إجراء اختبارات إضافية لمراقبة الجودة كما هو مبين في القسم ٨-٧ من الفصل الثامن واتباع إجراءات ضمان الجودة، وبخاصة في حالة استخدام طرق المستويات العليا لتحديد الانبعاثات المتولدة عن فئة هذه المصادر. وتشجع وكالات حصر الغازات على استعمال طرق المستويات العليا في ضمان/مراقبة الجودة/لفئات المصادر الرئيسية كما هو محدد في الفصل السابع المعنون "الاختبار المنهجي وإعادة الحساب".

مقارنة تقديرات الانبعاثات باستعمال نهج مختلفة

ينبغي لوكالات حصر الغازات إجراء مقارنة بين التقدير الذي يستند إلى البيانات الإجمالية عن المنتجين وبين التقدير الذي يستند إلى بيانات الإنتاج الوطني ومعامل الانبعاثات الافتراضي المقترح الذي تبلغ نسبته ٠,٢ في المائة. وينبغي بحث أوجه التعارض المهمة بالتعاون مع المنتجين لتحديد ما إن كانت هناك فروق غير موضحة.

الشكل ٣-٩ شجرة قرارات لإنتاج سادس فلوريد الكبريت



الملاحظة ١: فئة المصادر الرئيسية هي تلك الفئة التي تحظى بأولوية في نظام الحصر الوطني لأن تقديرها يؤثر بشدة على مجموع الحصر الذي يجريه البلد لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري المباشرة من حيث المستوى المطلق للانبعاثات أو اتجاه الانبعاثات أو كليهما (أنظر القسم ٢-٧ المعنون "تحديد فئات المصادر الرئيسية الوطنية" من الفصل السابع المعنون "الاختبار المنهجي وإعادة الحساب").

٦-٣ انبعاثات مركبات الكربون المشبعة بالفلور والمركبات الكربونية الفلورية الهيدروجينية وسادس فلوريد الكبريت الناجمة عن تصنيع أشباه الموصلات

١-٦-٣ المسائل المنهجية

تطلق صناعة أشباه الموصلات حالياً مركبات الكربون الفلورية (الميثان الفلوري الرباعي والإيثان الفلوري السداسي وثمانى فلورو البروبان وثمانى فلورو حلقي البوتان والميثان الفلوري الثلاثي) وثلاثي فلوريد النيتروجين وسادس فلوريد الكبريت أثناء عملية التصنيع.^{٣٠} وهذه الغازات التي يطلق عليها جميعاً اسم المركبات المفورة تستخدم في إجراء خطوتين مهمتين من خطوات تصنيع أشباه الموصلات، هما: ^{١٦} استخدام البلازما في تلميش الرقائق و ^{٢٧} تنظيف غرف أدوات ترسب الأبخرة الكيماوية. وإضافة إلى ذلك فإن جزءاً من مركبات الكربون الفلورية المستخدمة في عملية الإنتاج يتحول إلى الميثان الفلوري الرباعي.

اختيار الطريقة

تتفاوت الانبعاثات تبعاً للغازات المستعملة في تصنيع مختلف أنواع أشباه الموصلات، وللعملية (أو على الأقراب نوع العملية) (تنظيف ترسبات الأبخرة الكيماوية أو التلميش) المستخدمة ونوع الأدوات المستخدمة في العملية، وتطبيق تكنولوجيا الحد من الانبعاثات في الغلاف الجوي.

وتوفر *الخطوط التوجيهية للهئية* إرشادات محددة بشأن كيفية تقدير مستويات انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المتولدة عن تصنيع أشباه الموصلات. على أنه في ضوء تطبيق المبادئ المنهجية الأساسية المبينة في *الخطوط التوجيهية للهئية* على فئات المصادر الأخرى فإننا نتطرق أنناه إلى أربع طرق بديلة لتقدير انبعاثات مركبات الكربون الفلورية. ويقابل استعمال مصطلحات "المستويات" في هذا القسم متطلبات البيانات المترابطة والتطورات التي طرأت على عملية تقدير الانبعاثات. وسوف يعتمد اختيار الطرق المتبعة على مدى توافر البيانات وسيرد بيان له في المخطط الشجري للقرارات في الشكل ١٠-٣ المعنون "شجرة قرارات لانبعاثات مركبات الكربون الفلورية من تصنيع أشباه الموصلات".

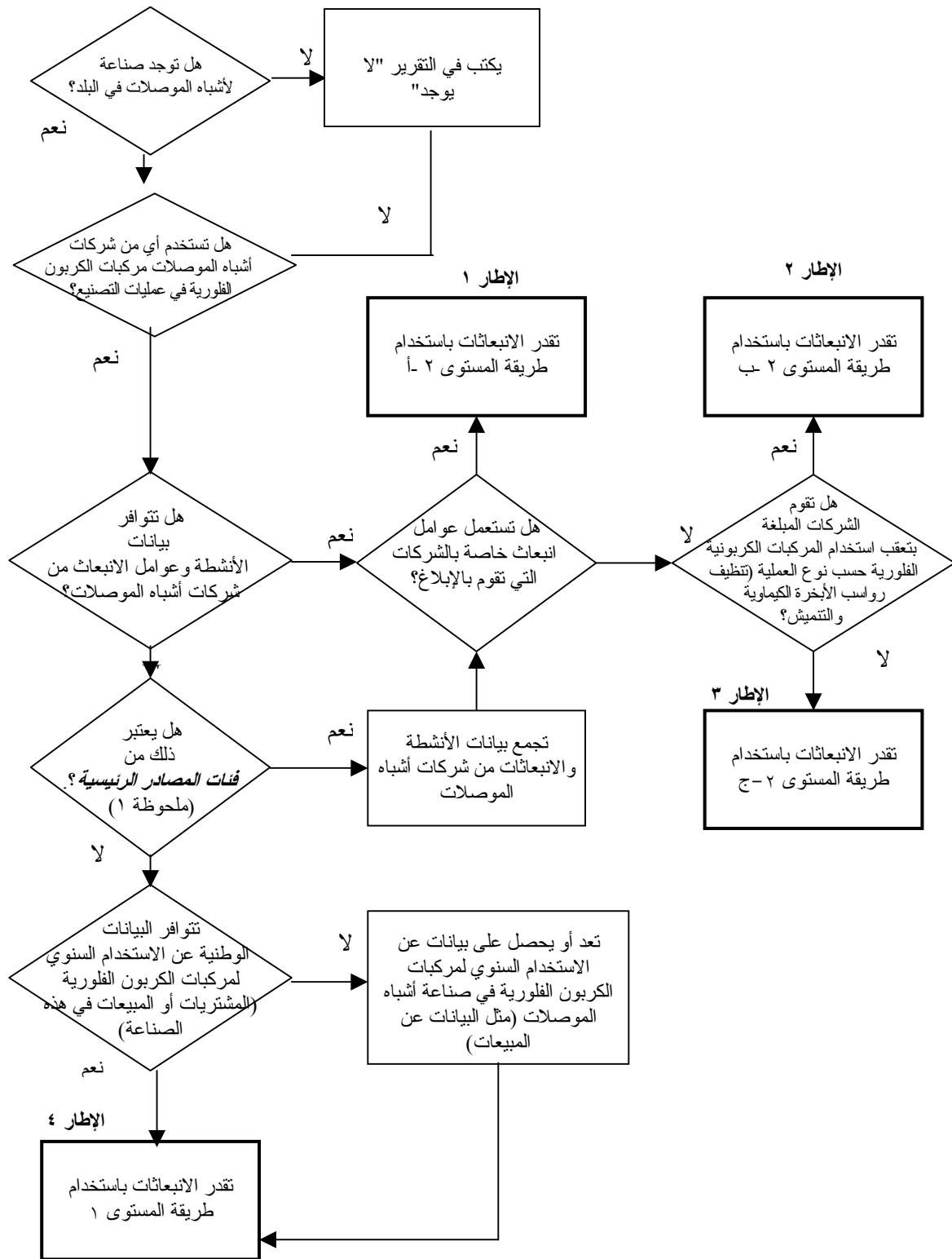
ولا يعتبر حالياً الرصد المستمر للانبعاثات وسيلة عملية من الناحيتين التقنية والاقتصادية لتقدير الانبعاثات الناجمة عن الصناعة. وهكذا فإن الطرق الأربع تعتمد جميعاً على البيانات المتعلقة بمبيعات/مشتريات الغاز وعلى مجموعة من المعالم التي تؤثر على الانبعاثات. وتتطلب طريقة المستوى ٢-أ، وهي من أنقى الطرق المتبعة، قيماً للمعالم على أساس الشركات لا على أساس الافتراضات. وتستعمل طريقة المستوى ٢-ب البيانات المتعلقة بنصيب الشركة من الغاز المستعمل في *التلميش* في مقابل *التنظيف* وجزء الغاز المستعمل في العمليات التي تطبق عليه تكنولوجيات مراقبة الانبعاثات، ولكنها تستند إلى قيم افتراضية لبعض أو لكل المعالم الأخرى. وأما طريقة المستوى ٢-ج فإنها تستعمل بيانات عن خاصة بالشركة عن جزء الغاز المستخدم في العمليات التي تطبق عليه تكنولوجيات مراقبة الانبعاثات، ولكنها لا تميز بين التلميش والتنظيف، وتستعمل قيماً افتراضية للمعالم الأخرى. وتستعمل طريقة المستوى ١ قيماً افتراضية لكل المعالم ولا تراعي استخدام تكنولوجيا مراقبة الانبعاثات.

طريقة المستوى ٢-أ- المعالم الخاصة بالعملية

تناسب هذه العملية الحالات التي تتوفر فيها بيانات عن المعالم التالية على مستوى الشركة أو المصنع: مقدار الغاز المستعمل في كل عملية أو جهاز (أو في المجموعات الثانوية من العمليات أو الأجهزة)، والجزء المشتري من الغاز المتبقي في حاوية الشحن بعد الاستخدام، والجزء المشتري من الغاز "المستعمل" (المدمر أو المحول) في عملية تصنيع أشباه الموصلات، والجزء الذي يتحول إلى الميثان الفلوري الرباعي أثناء تصنيع أشباه الموصلات، والجزء المستعمل في العمليات التي تطبق تكنولوجيات مراقبة الانبعاثات، والجزء الذي تدمره هذه التكنولوجيات. ولأغراض الشفافية والمقارنة، ينبغي العناية بتوثيق القيم المستعملة لمعالم الانبعاثات (انظر اختيار معاملات الانبعاثات).

^{٣٠} على الرغم من عدم وجود إمكانية احتراز عالمي لثلاثي فلوريد النيتروجين معترف به حالياً في *الخطوط التوجيهية للهئية* فإن هذا الفصل يتناول انبعاثات ثلاثي فلوريد النيتروجين. وتشير تقديرات مولينا (Molina) وآخرين إلى أن إمكانية الاحتراز العالمي لهذا الغاز هي ١٠٠ من ٨٠٠٠٠، وأن عمره في الغلاف الجوي يبلغ ٧٤٠ عاماً (مولينا، ١٩٩٥).

الشكل ٣-١٠ شجرة قرارات لانبعثات مركبات الكربون الفلورية من تصنيع أشباه الموصلات



الملحوظة ١: فئة المصادر الرئيسية هي تلك الفئة التي تحظى بأولوية في نظام الحصر الوطني لأن تقديرها يؤثر بشدة على مجموع الحصر الذي يجريه البلد لانبعثات غازات الاحتباس الحراري المباشرة من حيث المستوى المطلق للانبعاثات أو اتجاه الانبعاثات أو كليهما (أنظر القسم ٢-٧ المعنون "تحديد فئات المصادر الرئيسية الوطنية" من الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب").

وتتألف الانبعاثات الناجمة عن استخدام مركب معين من مركبات الكربون الفلورية (FC_i) من انبعاثات المركب نفسه إضافة إلى انبعاثات الميثان الفلوري الرباعي الذي يتولد كمنتج ثانوي أثناء استخدام مركب الكربون الفلوري. وينبغي تكرار عملية الحساب التالية مع كل غاز في كل نوع من أنواع العمليات:

المعادلة ٢٧-٣

$$FC_i = (1 - h) \cdot \sum_p [FC_{i,p} \cdot (1 - C_{i,p}) \cdot (1 - a_{i,p} \cdot d_{i,p})]$$

حيث:

$P =$ نوع العملية أو العمليات (التميش أو تنظيف غرفة ترسب الأبخرة الكيماوية)

$FC_{i,p} =$ كيلو غرام من الغاز i المستعمل في العملية/ نوع العملية p (الميثان الفلوري الرباعي أو الإيثان الفلوري السداسي أو ثنائي فلورو البروبان أو الميثان الفلوري الثلاثي أو ثنائي فلورو حلقي البوتان أو ثلاثي فلوريد النيتروجين أو سادس فلوريد الكبريت)

$h =$ جزء الغاز المتبقي في حاوية الشحن بعد الاستعمال

$C_{i,p} =$ معدل استعمال (الجزء المدمر أو المحول) لكل غاز i ولكل عملية / نوع العملية p (بالكيلو غرام)

$a_{i,p} =$ جزء حجم الغاز المستعمل في العمليات التي تطبق فيها تكنولوجيات مراقبة الانبعاثات (على مستوى الشركة أو المصنع)

$d_{i,p} =$ جزء الغاز i المدمر باستعمال تكنولوجيا مراقبة الانبعاثات (في حال استخدام أكثر من تكنولوجيا لمراقبة الانبعاثات في عملية/ نوع العملية p فإن هذا هو متوسط الجزء المدمر باستعمال هذه التكنولوجيات حيث يوزن كل جزء بحسب كمية الغاز المستعملة في الأجهزة التي تستعمل تلك التكنولوجيا)

المعادلة ٢٨-٣

$$\text{By-product Emissions of CF}_4 \text{ for } FC_{i,p} = (1 - h) \cdot \sum_p [B_{i,p} \cdot FC_{i,p} \cdot (1 - a_{i,p} \cdot d_{CF_4,p})]$$

حيث:

$B_{i,p} =$ جزء الغاز i المحول إلى الميثان الفلوري الرباعي في كل عملية/نوع العملية

$d_{CF_4,p} =$ جزء الناتج الثانوي للميثان الفلوري الرباعي المدمر باستعمال تكنولوجيا مراقبة الانبعاثات (مثل نوع تكنولوجيا المراقبة الموضح في الجدول ٣-١٥ المعنون " معاملات الانبعاثات الافتراضية لانبعاثات المركبات الكربونية الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور وسادس فلوريد الكبريت الناجمة عن تصنيع أشباه الموصلات")

وينبغي بعد تقدير انبعاثات الميثان الفلوري الرباعي لكل غاز أن تقوم وكالات حصر الغازات أو الشركات بتجميع انبعاثات كل الغازات للوصول إلى تقدير إجمالي انبعاثات الميثان الفلوري الرباعي.

طريقة المستوى ٢-ب - المعالم الخاصة بنوع العملية

تستعمل في طريقة المستوى ٢-ب المعادلتان ٢٧-٣ و ٢٨-٣. على أنه بدلا من التمييز بين العمليات أو مجموعات العمليات الصغيرة فإنها تميز فقط بين أنواع العمليات (التميش في مقابل تنظيف غرف ترسب الأبخرة الكيماوية). وعليه فإن طريقة المستوى ٢-ب تتطلب بيانات عن إجمالي كمية كل غاز مستخدم في كل عمليات التتميش وكل عمليات التنظيف ($F_{ci,p}$) بدلا من كميات كل غاز تتم تغذيته في كل عملية على حدة. وتستعمل القيم الافتراضية النوعية على مستوى الصناعة بأسرها لأي أو لكل مما يلي: جزء الغاز المتبقي في حاوية الشحن (h)، و جزء الغاز "المستعمل" (المدمر أو المحول) لكل نوع من أنواع العمليات ($C_{i,p}$)، و جزء الغاز المحول إلى ميثان فلوري رباعي في نوع العملية (B_i). كما توجد قيم افتراضية لجزء الغاز المدمر باستعمال تكنولوجيا مراقبة الانبعاثات ($d_{CF4,p}$ و $d_{i,p}$). وقد يستعاض بقيم افتراضية عن معاملات الانبعاثات على مستوى الشركة أو المصنع إن وجدت. وتتراعي المعادلتان استخدام أجهزة مراقبة الانبعاثات على مستوى المصنع ولكنها لا تراعي الفروق بين العمليات أو الأجهزة كل على حدى أو بين مصانع التجهيز من حيث طريقتها في مزج العمليات والأجهزة. وهكذا فإن التقديرات التي يتم إجراؤها باستعمال طريقة المستوى ٢-ب تكون أقل دقة من تقديرات المستوى ٢-أ.

طريقة المستوى ٢-ج- المعالم الخاصة بمركبات الكربون الفلورية

تحسب هذه الطريقة انبعاثات كل من مركبات الكربون الفلورية المستخدمة على أساس بيانات مبيعات أو مشتريات الغاز وتكنولوجيا مراقبة الانبعاثات في المصنع. وتستعمل هذه الطريقة قيما افتراضية نوعية لجزء الغاز المشتري المتبقي في حاوية الشحن بعد الاستعمال (h) على مستوى الصناعة بأسرها، و لجزء الغاز "المستعمل" (المدمر أو المحول) في عملية تصنيع أشباه الموصلات، و لجزء الغاز المحول إلى ميثان فلوري رباعي في تصنيع أشباه الموصلات. ومثلما في طريقة المستويين ٢-أ و ٢-ب فإن مجموع الانبعاثات يساوي حاصل جمع انبعاثات غاز FC_i المستخدم في عملية الإنتاج مضافا إليها انبعاثات الناتج الثانوي للميثان الفلوري الرباعي المتولد عن استخدام الغاز FC_i كما هو مبين في المعادلتين ٢٩-٣ و ٣٠-٣. وعلى خلاف طريقتي المستويين ٢-أ و ٢-ب فإن طريقة المستوى ٢-ج لا تميز بين العمليات أو أنواع العمليات.

وكما هو مبين في القسم الخاص بمعاملات الانبعاثات أدناه، فإن طريقة المستوى ٢-ج تستعمل معامل الانبعاثات لنوع العملية (تنظيف غرفة ترسب الأبخرة الكيماوية أو التتميش) التي يكثر فيها استعمال مركب الكربون الفلوري في صناعة أشباه الموصلات. وتعتبر هذه الطريقة عن اتجاه حالي يسود فيه استعمال مركبات الكربون الفلورية منفردة في أنواع معينة من العمليات (تنظيف غرف ترسب الأبخرة الكيماوية أو التتميش) في صناعة أشباه الموصلات بأسرها. على أنه ينبغي لوكالات حصر الغازات أن تقيم إمكانية إضافة أخطاء باستعمال طريقة المستوى ٢-ج بدلا من استعمال طريقة المستوى ٢-ب في البلدان التي توجد فيها شركات أو مصانع تحيد كثيرا عن النمط السائد في الصناعة (وذلك مثلا باستعمال غاز ما أساسا في التتميش في حين تستخدمه شركات أو مصانع أخرى أساسا في تنظيف غرفة ترسب الأبخرة الكيماوية).

المعادلة ٢٩-٣

$$\text{Emissions of } FC_i = (1 - h) \cdot [FC_i \cdot (1 - C_i) \cdot (1 - a_i \cdot d_i)]$$

حيث:

FC_i = مبيعات/مشتريات الغاز i بالكيلو غرام (الميثان الفلوري الرباعي أو الإيثان الفلوري السداسي أو ثمانى فلورو البروبان أو الميثان الفلوري الثلاثى أو ثمانى فلورو حلقي البوتان أو ثلاثى فلوريد النيتروجين أو سداس فلوريد الكبريت)

h = جزء الغاز المتبقي في حاوية الشحن بعد الاستعمال.

C_i = معدل استعمال الغاز (الجزء المدمر أو المحول في العملية)

a_i = جزء حجم الغاز i المستخدم في العمليات التي تطبق فيها تكنولوجيات مراقبة الانبعاثات (على مستوى الشركة أو المصنع)

d_i = جزء الغاز i المدمر باستخدام تكنولوجيا مراقبة الانبعاثات

المعادلة ٣٠-٣

$$\text{By-product Emissions of CF}_4 \text{ for FC}_i = (1 - h) \cdot [(B_i \cdot \text{FC}_i) \cdot (1 - a_i \cdot d_{\text{CF}_4})]$$

حيث:

B_i = كيلو غرام من الميثان الفلوري الرباعي المتكون لكل كيلو غرام من الغاز i المستعمل

d_{CF_4} = جزء الناتج الثانوي للميثان الفلوري الرباعي المدمر باستعمال تكنولوجيا مراقبة الانبعاثات

وينبغي بعد تقدير انبعاثات الميثان الفلوري الرباعي لكل غاز أن تقوم وكالات حصر الغازات أو الشركات بتجميع انبعاثات كل الغازات للوصول إلى تقدير إجمالي انبعاثات الميثان الفلوري الرباعي.

ولا تميز هذه الطريقة الفروق بين أنواع العمليات (التميش في مقابل التنظيف) أو العمليات المنفردة أو الأجهزة.

طريقة المستوى ١ - القيمة الافتراضية

طريقة المستوى ١ هي أقل طرق التقدير دقة. وينبغي عدم تطبيق هذه الطريقة إلا في الحالات التي لا تتوفر فيها بيانات على مستوى الشركات. وتستخدم هذه الطريقة لحساب انبعاثات الكربون الفلوري المستعمل على أساس بيانات المبيعات أو المشتريات الوطنية من الغاز. وتطبق هذه الطريقة فيما افتراضية نوعية على مستوى الصناعة بأسرها في كل مما يأتي: جزء الغاز المشتري المتبقي في حاوية الشحن بعد الاستعمال، وجزء الغاز "المستعمل" (المحول أو المدمر) في عملية تصنيع أشباه الموصلات، وجزء الغاز المحول إلى ميثان فلوري رباعي في تصنيع أشباه الموصلات. ومثلما في طريقة المستوى ٢ فإن الانبعاثات تساوي مجموع الانبعاثات الناجمة عن الغاز FC_i المستخدم في عملية الإنتاج إضافة إلى انبعاثات الناتج الثانوي للميثان الفلوري الرباعي المتكون من استخدام الغاز FC_i كما هو مبين في المعادلة ٣٢-٣.

المعادلة ٣١-٣

$$\text{Emissions of FC}_i = (1 - h) \cdot [\text{FC}_i \cdot (1 - C_i)]$$

حيث:

FC_i = مبيعات/مشتريات الغاز i بالكيلو غرام (الميثان الفلوري الرباعي أو الإيثان الفلوري السداسي أو ثماني فلورو البروبان أو الميثان الفلوري الثلاثي أو ثماني فلورو حلقي البوتان أو ثلاثي فلوريد النيتروجين أو سادس فلوريد الكبريت)

h = جزء الغاز المتبقي في حاوية الشحن بعد الاستعمال.

C_i = معدل استعمال الغاز (الجزء المدمر أو المحول في العملية)

المعادلة ٣-٣٢

$$\text{Emissions of CF}_4 \text{ for FC}_i = (1 - h) \bullet (B_i \bullet \text{FC}_i)$$

حيث:

B_i = كيلو غرام من الميثان الفلوري الرباعي المتكون لكل كيلو غرام من الغاز i

وينبغي بعد تقدير انبعاثات الميثان الفلوري الرباعي لكل غاز أن تقوم وكالات حصر الغازات أو الشركات بتجميع انبعاثات كل الغازات للوصول إلى تقدير إجمالي لانبعاثات الميثان الفلوري الرباعي.

ولا تميز هذه الطريقة الفروق بين أنواع العمليات (التميش في مقابل التنظيف) أو العمليات المنفردة أو الأجهزة. كما أنها لا تميز الاستعمال الممكن لأجهزة مراقبة الانبعاثات في الغلاف الجوي.

اختيار معاملات الانبعاثات

كما جاء من قبل فإن معاملات الانبعاثات المحددة على أساس متغيرات بسيطة في إنتاج أشباه الموصلات لا تكفي لمراعاة كل العوامل التي تؤثر على الانبعاثات. ويلزم الحصول على بيانات عن كل معلم من المعالم التالية لإجراء تقدير يتسم بالدقة:

- الغازات المستعملة.
- نوع العملية (تنظيف غرفة ترسب الأبخرة الكيماوية أو التتميش).
- ماركة جهاز العملية المستعمل
- تكنولوجيا خفض الانبعاثات في الغلاف الجوي.

وقد وضعت قيم افتراضية للمعالم المستعملة في طرق المستوى ١ والمستوى ٢ والمستوى ٢-ج التي تعبر عن الأدبيات وأحكام الخبراء (انظر الجدول ٣-١٥ المعنون "معاملات الانبعاثات الافتراضية لانبعاثات المركبات الكربونية الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور وسادس فلوريد الكبريت الناجمة عن تصنيع أشباه الموصلات"). وبالنظر إلى صعوبة تمثيل ظروف الإنتاج المتنوعة في صناعة أشباه الموصلات فإن معالم الانبعاث الافتراضية تكون بطبيعتها غير مؤكدة. ويمكن تحسين الدقة باستعمال مجموعات أكبر من البيانات المقيسة وفي الحالات التي تطبق فيها عمليات مشابهة باستعمال وصفات كيماوية مشابهة أو مماثلة. ومن المعترف به أن معاملات الانبعاثات لتكنولوجيات التدمير (التخفيض) يكتنفها قدر من عدم التيقن والتغيرية أكبر مما يكتنف معاملات الانبعاثات لعمليات التصنيع. ويتوقع حدوث انخفاض كبير للانبعاثات في هذه الصناعة على مدى العشر سنوات القادمة بفضل الابتكارات التقنية السريعة التي يحققها موزعو المعدات الكيماوية وشركات صناعة أشباه الموصلات. كما يرجح أن تؤثر هذه الابتكارات على معاملات الانبعاثات. وقد أنشأت صناعة أشباه الموصلات آلية من خلال المجلس العالمي لأشباه الموصلات لتقييم معاملات الانبعاثات العالمية. وقد ترغب وكالات حصر الغازات في التشاور دوريا مع هذه الصناعة لزيادة فهم الظروف العالمية والوطنية.

والقيمة الافتراضية لجزء الغاز المتبقي في حاوية الشحن تبلغ ١٠,٠.

الجدول ٣-١٥

المعاملات الافتراضية لانبعاثات المركبات الكربونية الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور وسادس فلوريد الكبريت الناجمة عن تصنيع أشباه الموصلات

سادس فلوريد الكبريت	ثلاثي فلوريد النيتروجين	ثمانى فلورو حلقي البوتان	ثمانى فلورو البروبان	الميثان الفلوري الثلاثي	الإيثان الفلوري السداسي	الميثان الفلوري الرباعي	
المستوى ١							
٠,٥	٠,٢	٠,٣	٠,٤	٠,٣	٠,٧	٠,٨	1 - C _i
لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	٠,٢	لا يوجد	٠,١	لا يوجد	B
المستوى ٢ - ج							
٠,٥	٠,٢	٠,٣	٠,٤	٠,٣	٠,٧	٠,٨	1 - C _i
لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	٠,٢	لا يوجد	٠,١	لا يوجد	B
المستوى ٢ ب							
٠,٥	٠,٣ ^(١)	٠,٣	٠,٤	٠,٣	٠,٤	٠,٧	التميش 1 - C _i
٠,٢	٠,٢	لا توجد بيانات	٠,٤	لا يوجد	٠,٧	٠,٨	1 - C _i التنظيف
لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا توجد بيانات	لا يوجد	٠,١	لا يوجد	التميش B
لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	٠,٢	لا يوجد	٠,١	لا يوجد	التنظيف B
سادس فلوريد الكبريت	ثلاثي فلوريد النيتروجين	ثمانى فلورو حلقي البوتان	ثمانى فلورو البروبان	الميثان الفلوري الثلاثي	الإيثان الفلوري السداسي	الميثان الفلوري الرباعي	تكنولوجيا مراقبة الانبعاثات ^(٢)
٠,٩	٠,٩	٠,٩	٠,٩	٠,٩	٠,٩	٠,٩	المستوى ٢ - ج ^(ب)
المستوى ٢ ب							
٠,١	٠,٥	غير مختبر	غير مختبر	غير مختبر	٠,٣	٠,١	الأنبوب الساخن ^(ج)
٠,٩	٠,٩	٠,٩	٠,٩	٠,٩	٠,٩	٠,٩	الاحتراق بالوقود ^(د)
٠,٩	٠,٩	٠,٩	غير مختبر	٠,٩	غير مختبر	٠,٩	البلازما (مضافا بخار الماء) ^(هـ)
٠,٨	٠,٨	٠,٩	غير مختبر	٠,٩	غير مختبر	٠,٩	البلازما (مضافا أكسجين جزئي)
٠,٩	٠,٩	٠,٩	٠,٩	٠,٩	٠,٩	٠,٩	حفزي ^(و)
٠,٩	غير مختبر	غير مختبر	غير مختبر	٠,٩	٠,٩	٠,٧	الامتصاص التجميدي
٠,٩	غير مختبر	غير مختبر	غير مختبر	غير مختبر	٠,٩	٠,٨	فصل الأغشية
<p>(أ) يستخدم ثلاثي فلوريد النيتروجين في عملية التتميش على نطاق ضيق مقارنة بعملية التنظيف. ولن تزيد في العادة إجمالي انبعاثات ثلاثي فلوريد النيتروجين من التتميش والتنظيف باستعمال طريقة المستوى ٢ (ب) عما في حالة التقديرات التي يتم إجراؤها باستخدام طريقة المستوى ٢ (ج) أو طريقة المستوى ١.</p> <p>(ب) لا تنطبق عوامل تكنولوجيا مراقبة الانبعاث في ظل طريقة المستوى ٢ (ج) إلا على الاحتراق بالوقود، والبلازما، وأجهزة الحفر المصممة خصيصا لتخفيض مركبات الكربون الفلورية. وفي إطار نهج المستوى ٢ (ج)، يفترض أن كفاءة التدمير تساوي صفرا في المائة في التكنولوجيات الأخرى، مثل الأنابيب الساخنة.</p> <p>المصادر:</p> <p>(ج) تقرير سيماتك عن نقل التكنولوجيا، سيماتك، ١٩٩٤.</p> <p>(د) بيانات الباحثين المحققة من قبل شركات تصنيع أشباه الموصلات.</p> <p>(هـ) مشروع تقرير سيماتك عن نقل التكنولوجيا، سيماتك، ١٩٩٩.</p> <p>(و) بيانات الحفر والامتصاص التجميدي وفصل الأغشية كما هي واردة في Semicon SW، ١٩٩٩، أوسن، تكساس، الولايات المتحدة الأمريكية.</p>							

معاملات الانبعاثات للأجهزة المستخدمة في العمليات

تتماثل الإجراءات المتبعة في حساب معاملات الانبعاثات لأجهزة العملية باستخدام طرق المستوى ١ والثاني-ج والثاني-ب. وتعرف معاملات الانبعاثات لأجهزة العملية بأنها مقدار غاز الاحتباس الحراري المنبعث مقسوماً على مقدار غاز الاحتباس الحراري المستخدم في العملية. وتقابل معاملات الانبعاثات الحد $(C_i - 1)$ في معادلتين ١ و ٢. ومثال ذلك أن معامل الانبعاثات الذي يبلغ ٠,٨ للميثان الفلوري الرباعي (انظر الجدول ٣-١٥ أعلاه) يعني أن ٨٠ في المائة من الميثان الفلوري الرباعي المستخدم في العملية ينطلق على شكل ميثان فلوري رباعي. كما حسبت معاملات الانبعاثات للنواتج الثانوية. وقرر فريق الخبراء أن انبعاثات النواتج الثانوية الوحيدة ذات الأهمية هي تلك الانبعاثات المتولدة عن الميثان الفلوري الرباعي. وتقرر كذلك أن الغازات الوحيدة التي تنطلق بمقادير كبيرة من الميثان الفلوري الرباعي كنواتج ثانوية هو الإيثان الفلوري السداسي وثمانى فلورو البروبان. ونتيجة لهذا النقاش فلم تحسب معاملات انبعاثات النواتج الثانوية المتولدة عن الميثان الفلوري الرباعي إلا للإيثان الفلوري السداسي وثمانى فلورو البروبان. ومثل ذلك أن قيمة تبلغ ٠,٢ لثمانى فلورو البروبان (مأخوذة عن الجدول ٣-١٥ أعلاه) تعني أن ٢٠ في المائة من ثمانى فلورو البروبان المستخدم يتحول إلى ميثان فلوري رباعي.

ولحساب معاملات الانبعاثات لأجهزة العملية في طريقة المستوى ٢-ب فقد جمعت البيانات من القائمين على صناعة المعدات المستخدمة في العملية ومن القائمين على صناعة أشباه الموصلات. وتم جمع البيانات تبعاً لنوع العملية (ترسب البخار الكيماوي أو التتميش) وكذلك تبعاً لنوع الغاز (مثل الإيثان الفلوري السداسي أو الميثان الفلوري الرباعي). واستخدمت في إجراء اختبارات الانبعاثات طريقتين آتيتين، هما القياس الطيفي الكتلي الرباعي الأقطاب ومقياس الطيف دون الأحمر بتحويل فوربييه. واستخدمت معايير المعايرة (وكانت في العادة مخاليط بنسبة ١ في المائة مع توازن من النيتروجين) لقياس النتائج كميًا. وترد متطلبات تحليل ومراقبة الجودة المتبعة في النسخة المنقحة الثالثة من "الخطوط التوجيهية بشأن التوصيف البيئي للمعدات". ومعاملات الانبعاثات للمستوى ٢-ب (انظر الجدول ٣-١٥ أعلاه) هي المتوسط البسيط للبيانات المجمعة عن كل غاز في كل عملية من عمليات التتميش والتنظيف بعد تقريبها إلى رقم بارز واحد.

ولتحديد معاملات الانبعاثات لأجهزة العملية في المستويين ١ و ٢-ج، يلزم الحصول على بعض المعرفة بمقادير الغاز المستخدمة في العمليات النمطية لتصنيع أشباه الموصلات. وتم الحصول على معاملات الانبعاثات للمستويين ١ و ٢-ج بتحديد نوع العملية (التنظيف أو التتميش) التي تستعمل أكبر مقدار من الغاز. ومثال ذلك أن معاملات انبعاث سادس فلوريد الكبريت في المستوى ٢-ب هي ٠,٥ (تتميش) و ٠,٢ (تنظيف). وحيث إن سادس فلوريد الكبريت المستخدم في صناعة أشباه الموصلات يغلب استعماله في عمليات التتميش فإن معامل الانبعاثات للتتميش في المستوى ٢-ب قد استخدم لمعامل انبعاث سادس فلوريد الكبريت في المستوى ١.

ولتحديد معاملات الانبعاثات في المستوى ٢-أ فإن شركات تصنيع أشباه الموصلات تستعمل قيماً على مستوى الشركة أو منشأة التصنيع بدلاً من استعمال القيم الافتراضية المبينة في الجدول ٣-١٥ أعلاه.^{٣١} ولضمان جودة معاملات الانبعاثات، ينبغي إجراء اختبارات الانبعاثات وفقاً للطرق المعتمدة.^{٣٢} وإذا قامت شركة منفذة طرف ثالث باختبار الانبعاثات فينبغي

^{٣١} تعني عبارة "على مستوى منشأة التصنيع" أنها خاصة بالمصنع.

^{٣٢} يمكن الحصول على معلومات عن أحد أمثلة طرق الاختبار المعتمدة دولياً في أحدث نسخة من "رابطة صناعات أشباه الموصلات" (٢٠٠٠)، "الخطوط التوجيهية بشأن التوصيف البيئي لمعدات" (التنقيح الثالث في فبراير/شباط ٢٠٠٠).

لشركة تصنيع أشباه الموصلات أن تتأكد من أن الشركة المنفذة الطرف الثالث قادرة على الوفاء بكل المتطلبات المبينة في التعديل الثالث للخطوط التوجيهية بشأن التوصيف البيئي للمعدات. وينبغي لشركات تصنيع أشباه الموصلات التي تستعمل معاملات انبعاثات مقدمة من القائم بتوريد المعدات المستخدمة في العملية أن تتأكد من انطباق هذه العوامل على عمليات التصنيع الخاصة بها. وفي طرق التصنيع التي تحترف معالم عملياتها (مثل الضغط ومعدل التدفق) عن الشروط المركزية قد تختلف معاملات الانبعاثات المحددة لها عن تلك العوامل التي قدمتها شركة تصنيع الأجهزة المستخدمة.^{٣٣}

معاملات الانبعاثات المتعلقة بتكنولوجيا مراقبة الانبعاثات

معاملات الانبعاثات في المستوى ٢ ب

تشمل الفرضيات التي تستند إليها معاملات انبعاثات تكنولوجيا مراقبة الانبعاثات في المستوى ٢ (ب) ما يلي:

- ١١' النتائج المدرجة تتعلق باختبارات الانبعاثات على مستوى التصنيع الحقيقي، ولم يؤخذ بأي نتيجة قادمة من المخابر.
- ٢٢' لا ينطبق تخفيض البلازما إلا على أجهزة التتميش (تساوي أو تقل عن ٢٠٠ مم)
- ٣٣' معاملات الانبعاثات المتعلقة بالتجميع/الاستخلاص (الامتصاص التجميدي وفصل الأغشية) لا تنطبق إلا على جزء التجميع في العملية، ويجب إجراء مزيد من التوصيف لكفاءة الاستخلاص.
- ٤٤' التفاوت الكبير في تكلفة تملك وتطبيق مختلف التكنولوجيات.
- ٥٥' لم يتم توصيف مدى انطباق مختلف التكنولوجيات على انبعاثات من عمليات صناعة الرقائق ثخنها < ٢٠٠ مم

القيم الواردة في الجدول ٣-١٥ هي متوسط كل البيانات المقدمة عن كل نوع من أنواع التكنولوجيا والغازات المدخلة، وهي مخفضة إلى أقرب ١٠ في المائة (يقرب مثلا متوسط ٩٨% إلى ٠,٩). وقد قربت المتوسطات لتعبر عما يلي: ١١' أن أجهزة مراقبة الانبعاثات تتفاوت في فعاليتها تبعاً للغاز الذي تمت معايرتها لتدميره، و ٢٢' أن تأثير أجهزة مراقبة الانبعاثات على الأدوات الجديدة التي تعالج رقائق أثنى من (< ٢٠٠ مم) ليست موصفة بشكل جيد. فجهاز مراقبة الانبعاثات الذي يمكنه تدمير ٩٩ في المائة من أحد مركبات الكربون الفلورية عند معايرته لتدمير هذا المركب في أداة معينة قد يدمر أقل من ٩٥ في المائة من هذا المركب عند معايرته لتدمير مركب آخر أو عند استعماله مع أداة مختلفة لم يصمم للعمل معها.

وعلى الرغم من أن تكنولوجيا مراقبة الانبعاثات ليست منتشرة على نطاق واسع في الصناعة فإنها تتطور بخطى سريعة. وتستند معاملات الانبعاثات لتكنولوجيا مراقبة الانبعاثات إلى اختبارات محدودة لأجهزة المراقبة في مجموعة ثانوية صغيرة من العمليات والأدوات. ويتوقع تفاوت النتائج في كل الأدوات ومعدلات تدفق الغاز. وإضافة إلى ذلك فإن بعض تكنولوجيا تدمير الانبعاثات لا تنطبق على كل الأدوات أو العمليات المستخدمة في منشآت صناعة أشباه الموصلات.

معاملات الانبعاثات للمستوى ٢ ج

تم حساب معاملات الانبعاثات لتكنولوجيا مراقبة الانبعاثات في المستوى ٢ ج باستخدام بيانات من موردي المعدات وموردي أجهزة التخفيض وشركات تصنيع أشباه الموصلات. ومرة أخرى فإن القيم هي متوسط كل البيانات التي تم الحصول عليها

^{٣٣} تشير عبارة "الشروط المركزية" إلى الشروط التي بمقتضاها تقوم شركات التصنيع بإجراء توحيد قياسي للمعدات لبيعها. ويشيع لدى شركات تصنيع أشباه الموصلات تعديل هذه الشروط وصولاً إلى الحد الأمثل الذي يلائم الاحتياجات الخاصة.

عن كل نوع من الغاز المدخل وتم تقريبها إلى أقرب ١٠ في المائة. وينبغي ملاحظة أنه لم يستعمل في حساب المتوسط إلا البيانات المستمدة من أجهزة التخفيض التي صممت خصيصا للحد من مركبات الكربون الفلورية. وتم الحصول على بيانات من أجهزة الحد من الاحتراق (كلها يستخدم نوعا ما من الوقود)، وأجهزة تخفيض البلازما وأجهزة تخفيض الحفز. وينبغي ألا تستعمل معاملات انبعاثات تكنولوجيا مراقبة الانبعاثات في المستوى ٢-ج إلا مع تكنولوجيات مراقبة الانبعاثات المصممة والمركبة خصيصا للحد من انبعاثات مركبات الكربون الفلورية. وفي حال استعمال الشركات لأي نوع آخر من أجهزة التخفيض، مثل الأنابيب الساخنة، فينبغي افتراض أن كفاءة التدمير فيها تبلغ صفرا في المائة في إطار طريقة المستوى ٢-ج. ويتوقع أن تتطور تكنولوجيات مراقبة الانبعاثات مع مرور الوقت وينبغي إعادة تقييم معاملات الانبعاثات بشكل دوري.

اختيار بيانات الأنشطة

تتألف بيانات الأنشطة في هذه الصناعة من بيانات عن مبيعات أو مشتريات أو استعمال الغاز. وتعد البيانات عن مشتريات الغاز على مستوى الشركات أو المصانع ضرورية لطرق المستوى ٢ التي تتسم بكثافة استعمال البيانات. ويفضل في طريقة المستوى ١ استعمال بيانات عن مشتريات الغاز على مستوى الشركات. وقد تتوافر بيانات المبيعات من القائمين على تصنيع أو توزيع الغاز في الحالات التي لا تتوافر فيها بيانات عن المشتريات. وينبغي أن تشمل بيانات المبيعات جزء الغاز المباع فقط إلى صناعة أشباه الموصلات. وقد يلزم وضع فرضيات بشأن هذا الجزء في حال عدم توافر البيانات من القائمين على التصنيع أو التوزيع.

تقييم عدم التيقن

يسفر استخدام طريقة المستوى ٢-أ عن حصر يتسم بأقل قدر من عدم التيقن وأما طريقة المستوى ١ فإنها تتسم بأكبر قدر من عدم التيقن. وبالنظر إلى قلة عدد المصانع ودقة رصد عمليات الإنتاج على مستوى المصنع فإن جمع البيانات المستخدمة في طريقة المستوى ٢-ب أو طريقة المستوى ٢-أ ينبغي أن يكون قابلا للتطبيق من الناحية التقنية. ويصل عدم التيقن في طريقة المستوى ١ إلى أعلى معدلاته. وينبغي لوكالات حصر الغازات التماس المشورة من الصناعة بشأن أوجه عدم التيقن وذلك باتباع نهج الحصول على أحكام الخبراء المبينة في الفصل السادس المعنون "التطبيق العملي لقياس مقدار عدم التيقن".

الاستيفاء

في معظم البلدان، يمكن إقامة حصر شامل للانبعاثات الناتجة عن صناعة أشباه الموصلات نظرا لقلة عدد الشركات والمصانع. وهناك أربع مسائل ينبغي معالجتها في صدد الاستيفاء:

- **النواتج الثانوية الأخرى:** تتولد بعض النواتج الثانوية في عملية التحويل نتيجة استخدام مركبات الكربون الفلورية في تنظيف غرفة ترسب الأبخرة الكيماوية وفي التتميش. على أنه باستثناء

الميثان الفلوري الرباعي، يفترض عدم أهمية تركيزات النواتج الثانوية لمركبات الكربون الفلورية. وينبغي لوكالات حصر الغازات إعادة تقييم هذه الفرضية في حال استخدام غازات جديدة في الصناعة.

- **المواد الكيماوية الجديدة:** سوف تتزايد أهمية الاستيفاء في المستقبل في ظل تقييم الصناعة واستخدامها لعمليات كيماوية جديدة لتحسين منتجاتها. كما أن الجهود المبذولة على مستوى الصناعة بأسرها للحد من انبعاثات المركبات الكربونية الفلورية يسرع من مراجعة المواد الكيماوية الجديدة. وعليه فمن الممارسة السليمة في هذه الصناعة أن تطبق آلية للنظر في غازات الاحتباس الحراري غير المدرجة في تقرير التقييم الثاني **للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ** (مثل ثلاثي فلوريد النيتروجين وثمانى فلورو البروبان وهيدرو فلورو الايتيرات). كما قد ينجم عن هذه الغازات الجديدة نواتج ثانوية تتسم بارتفاع إمكانات الاحترار العالمي.
- **المصادر الأخرى:** قد ينطلق مقدار صغير من المركبات الكربونية الفلورية أثناء التعامل مع الغاز (أثناء التوزيع مثلا) ومن مصادر أخرى مثل مصانع النموذج المصغر للبحث والتطوير (في الجامعات مثلا) ومن موردي الأجهزة. ولكن يعتقد بأن هذه الانبعاثات غير ذات أهمية (أي أقل من ١% من الانبعاثات الكلية لهذه الصناعة).
- **المنتجات أو العمليات الأخرى:** تستخدم في صناعة الإلكترونيات مركبات الكربون الفلورية في التطبيقات التي تصدر عنها انبعاثات، بما في ذلك صناعة شاشات العرض المسطحة^{٣٤} واختبارات موثوقية محركات الأقراص الصلبة (السوائل الخاملة) والمبردات^{٣٥} (التبريد البخري المباشر للأجهزة الكهربائية والإلكترونية والمبردات غير المباشرة في الدوائر المغلقة للأجهزة الكهربائية والإلكترونية) واللحام بإعادة التدفق في طور البخار والتنظيف البالغ الدقة^{٣٦}.

وضع متسلسلة زمنية متسقة

بدأ استخدام مركبات الكربون الفلورية في صناعة أشباه الموصلات في أواخر سبعينات القرن العشرين وتسارع استخدامها كثيرا في مطلع التسعينات. وقد ينطوي تحديد مستوى للانبعاثات في سنة الأساس على صعوبات نظرا لعدم توافر بيانات الانبعاثات قبل عام ١٩٩٥. ولو استندت تقديرات الانبعاثات إلى

^{٣٤} يمكن تقدير الانبعاثات الناجمة عن صناعة شاشات العرض المسطحة (البلورات السائلة لترانزيستور الأغشية الرقيقة) باتباع طرق تشبه الطرق المستخدمة في صناعة أشباه الموصلات. ويلزم تحديد معاملات انبعاثات أو تخفيض على مستوى الشركة. كما تستخدم مقادير ضئيلة للغاية في معامل/منشآت صناعة وبحوث وتطوير الآلات الإلكترونية الدقيقة.

^{٣٥} تناول القسم ٣-٧-٦ المعنون "فئة المصادر الثانوية للتطبيقات الأخرى" الانبعاثات الناجمة عن "اختبارات موثوقية محركات الأقراص الصلبة" و"المبردات".

^{٣٦} يتناول القسم ٣-٧-٢ المعنون "فئة المصادر الثانوية للمذيبات" الانبعاثات الناجمة عن التنظيف البالغ الدقة.

فرضيات بسيطة (مثل تساوي الاستخدام مع الانبعاثات) لأمكن حينذاك تحسين هذه التقديرات عن طريق تطبيق الطرق المبينة أعلاه. وفي حال عدم توافر البيانات التاريخية التي تسمح باتباع طريقة المستوى ٢ فيمكن حينئذ أن تطبق بأثر رجعي طريقة المستوى ١ باستعمال معالم الانبعاثات الافتراضية. ويمكن حينئذ تطبيق المستويين ١ و ٢ في آن واحد على السنوات التي يتاح فيها مزيد من البيانات لإجراء مقارنة أو دراسة مرجعية. ويمكن إجراء ذلك وفقا للإرشادات الواردة في القسم ٧-٣-٢-٢ تحت عنوان "تقنيات إعادة الحساب البديلة من الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب".

ولكفالة عدم التضارب في سجل الانبعاثات مع مرور الوقت، ينبغي لوكالة حصر الغازات إعادة حساب انبعاثات مركبات الكربون الفلورية في كل السنوات المبلغ عنها كلما تغيرت الإجراءات المتبعة في حساب الانبعاثات (إذا تحولت وكالة حصر الغازات مثلا من استعمال القيم الافتراضية إلى القيم الفعلية المحددة على مستوى المصنع). وإذا لم تتوافر بيانات على مستوى المصنع لكل السنوات التي تتألف منها المتسلسلة الزمنية فسوف يتعين على وكالة حصر الغازات النظر في الكيفية التي يمكن بها استعمال بيانات المصنع الجارية لإعادة حساب الانبعاثات في تلك السنوات. وقد يكون ممكنا تطبيق معالم الانبعاثات الجارية الخاصة بمصانع محددة على البيانات المتعلقة بالمبيعات في السنوات السابقة شريطة عدم حدوث تغيير كبير في العمليات التي يجريها المصنع. ويلزم إعادة الحساب لكفالة أن اتجاهات الانبعاثات حقيقية وليست مجرد تغييرات مصطنعة في الإجراءات المتبعة.

٣-٦-٢ التقارير والوثائق

من الممارسة السليمة توثيق وأرشفة كل المعلومات المطلوبة لإعداد تقديرات حصر الانبعاثات الوطنية كما هو مبين في القسم ٨-١٠-١ تحت عنوان "الوثائق الداخلية والأرشفة" من الفصل الثامن المعنون "ضمان ومراقبة الجودة". ومن غير العملي إدراج كل الوثائق في تقرير الحصر الوطني. على أنه ينبغي أن يشمل الحصر ملخصات للطرق المتبعة والإشارات إلى مصادر البيانات حتى تتسم تقديرات الانبعاثات المبلغ عنها بالشفافية وحتى يتسنى تعقب الخطوات التي اتبعت في حسابها.

ومن شأن وضوح التقارير المقدمة عن الانبعاثات في هذه الصناعة أن يحسن من شفافية تقديرات الانبعاثات وإمكانية مقارنتها. ومثال ذلك أنه وفقا للجدول ٢-٢ واو الوارد في جداول الهيئة بشأن الإبلاغ، ينبغي إدراج سطر إضافي للانبعاثات الناجمة عن صناعة أشباه الموصلات. ونظرا لانبعاث عدد من الغازات المتولدة عن مركبات الكربون الفلورية في هذه الصناعة فمن شأن الإبلاغ بحسب أنواع الغازات المنفردة بدلا من النوع الكيماوي أن يحسن أيضا من شفافية وفائدة هذه البيانات. وينبغي أن تراعى في الجهود المبذولة لزيادة الشفافية حماية سرية معلومات العمل المتصلة باستخدام غاز معين. وينبغي حماية هذه المعلومات في البلدان التي يبلغ فيها عدد شركات التصنيع ثلاثة أو أكثر عند تجميع بيانات عن انبعاثات غازات محددة على مستوى البلد. ويبين الجدول ٣-١٦ المعلومات المساندة اللازمة لتحقيق الشفافية على أكمل وجه في التقارير المقدمة عن تقديرات الانبعاثات.

ومن الممارسة السليمة في طريقة المستوى ٢-أ أن توثق عملية تحديد معاملات الانبعاثات الخاصة بشركات محددة، وأن يوضح الانحراف عن القيم الافتراضية النوعية. وبالنظر إلى مسائل السرية فقد ترغب وكالات حصر الغازات في تجميع معلومات إجمالية عن كل المصانع. وفي الحالات التي تقوم فيها المصانع في بلد ما بالإبلاغ عن معاملات انبعاثات أو معاملات تحول مختلفة لمركب معين من مركبات الكربون الفلورية وعملية أو نوع من العمليات، فقد تقوم وكالة حصر الغازات بتوفير مجموعة المعاملات المستعملة والمبلغ عنها.

والى أن يتخذ قرار بشأن التعامل مع ثلاثي فلوريد النيتروجين وثمانى فلورو البروبان وهيدرو فلورو الإيثيرات، ينبغي الإبلاغ عن الانبعاثات كل على حدة ولا تدرج في مجموع حسابات الانبعاثات.

الجدول ٣-١٦				
المعلومات اللازمة لتحقيق الشفافية الكاملة في تقديرات الانبعاثات الناجمة عن صناعة أشباه الموصلات				
البيانات	المستوى ١	المستوى ٢ (ج)	المستوى ٢ (ب)	المستوى ٢ (أ)
انبعاثات كل واحد من مركبات الكربون الفلورية (بدلاً من التجميع الإجمالي لكل المركبات الكربونية الفلورية)	X	X	X	X
مبيعات/مشتريات كل مركب كربوني فلوري	X	X		
كتلة كل مركب كربوني فلوري مستخدم في كل عملية أو في كل نوع من أنواع العمليات			X	X
جزء كل مركب كربوني فلوري مستخدم في العمليات التي تطبق فيها تكنولوجيات مراقبة الانبعاثات		X	X	X
معدل استخدام كل مركب كربوني فلوري في كل عملية أو في كل نوع من أنواع العمليات (لا يلزم الحصول على هذه المعلومة أو المعلومات التي تليها إلا في حالة عدم استخدام قيمة افتراضية)				X
جزء مركب الكربون الفلوري المحول إلى ميثان فلوري رباعي في كل عملية أو في كل نوع من أنواع العمليات				X
جزء الغاز المتبقي في حاوية الشحن				X
جزء كل مركب كربوني فلوري يتم تدميره باستخدام تكنولوجيا مراقبة الانبعاثات				X
جزء الناتج الثانوي الميثان الفلوري الرباعي الذي يتم تدميره باستخدام تكنولوجيا مراقبة الانبعاثات				X

٣-٦-٣ ضمان/مراقبة جودة الحصر

من الممارسة السليمة إجراء اختبارات لمراقبة الجودة كما هو مبين في الجدول ٨-١ من الفصل الثامن، ومراجعة خبراء لتقديرات الانبعاثات. وقد يكون من الملائم أيضاً إجراء اختبارات إضافية لضمان الجودة كما هو مبين في القسم ٨-٧ من الفصل الثامن، واتباع إجراءات ضمان الجودة، ولاسيما إذا استعملت طرق المستويات العليا لتحديد الانبعاثات الناجمة عن هذا المصدر. وتشجع وكالات حصر الغازات على استعمال المستوى الأعلى في ضمان/مراقبة الجودة المتعلقة بفتات

المصادر الرئيسية كما هو محدد في الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب".

وترد في الفصل الثامن إرشادات عامة إضافية بشأن إجراءات ضمان/مراقبة الجودة . ونظرا للطابع التنافسي الشديد الذي تتسم به صناعة أشباه الموصلات، ينبغي تضمين عملية التحقق أحكاما بشأن التعامل مع معلومات العمل السرية. وينبغي توثيق الطرق المتبعة والنظر في إجراء مراجعة دورية لعمليات قياس وحساب البيانات. كما ينبغي النظر في إجراء مراجعة لضمان جودة العمليات والإجراءات المتبعة.

٧-٣ انبعاثات بدائل المواد المستفدة للأوزون

عرض مجمل (٧-٣-١ إلى ٧-٣-٧)

يقدم هذا الفصل إرشادات بشأن الممارسة السليمة المتبعة في سبعة من مصادر انبعاثات بدائل المواد المستفدة للأوزون. وندلول كل واحد من الاستخدامات التالية في قسم مستقل:

- بخاخات الأيروسول وأجهزة استنشاق الجرعات المحددة
- استخدامات المذيبات
- الرغاوى
- التبريد الثابت
- تكييف الهواء في المركبات
- الوقاية من الحرائق
- تطبيقات أخرى

المسائل المنهجية العامة المتعلقة بفئات مصادر بدائل المواد المستفدة للأوزون

اختيار الطريقة

نصف الخطوط التوجيهية لهيئة مستويين لتقدير الانبعاثات الناجمة عن بدائل الموائد المستفدة للأوزون، وهما الطريقة المتقدمة أو الفعلية (المستوى ٢) والطريقة "الأساسية" أو "المحتملة" (المستوى ١).^{٣٧} وتراعي الطريقة الفعلية (المستوى ٢) التأخير الزمني بين استهلاك بدائل المواد المستفدة للأوزون وبين انبعاثاتها في حين تفترض الطريقة المحتملة حدوث الانبعاثات أثناء السنة التي يتم فيها إنتاج المادة الكيماوية أو بيعها إلى قطاع معين من قطاعات الاستعمال النهائي.

ولئن كانت طريقة المستوى ١ تتطلب بيانات أقل فإنها قد تسفر عن تقديرات تفقر إلى كثير من الدقة على الأجل القصير نظرا لانبعاث المواد الكيماوية من المصادر المعمرة مثل التلاجات، على مدى فترة زمنية تمتد عدة سنوات. وكلما ازداد طول المدة التي تنطلق فيها المواد الكيماوية كلما ازدادت إمكانية عدم دقة الطريقة "المحتملة". وإذا كانت هناك زيادة سنوية في مبيعات المعدات، كما هو الحال في معظم البلدان، فلا بد أن يتزايد أيضا مجموع مقدار المواد الكيماوية المخزنة في معدات عند المستخدم النهائي. ولذلك يرجح أن تسفر الطريقة المحتملة عن الإفراط في تقدير الانبعاثات.

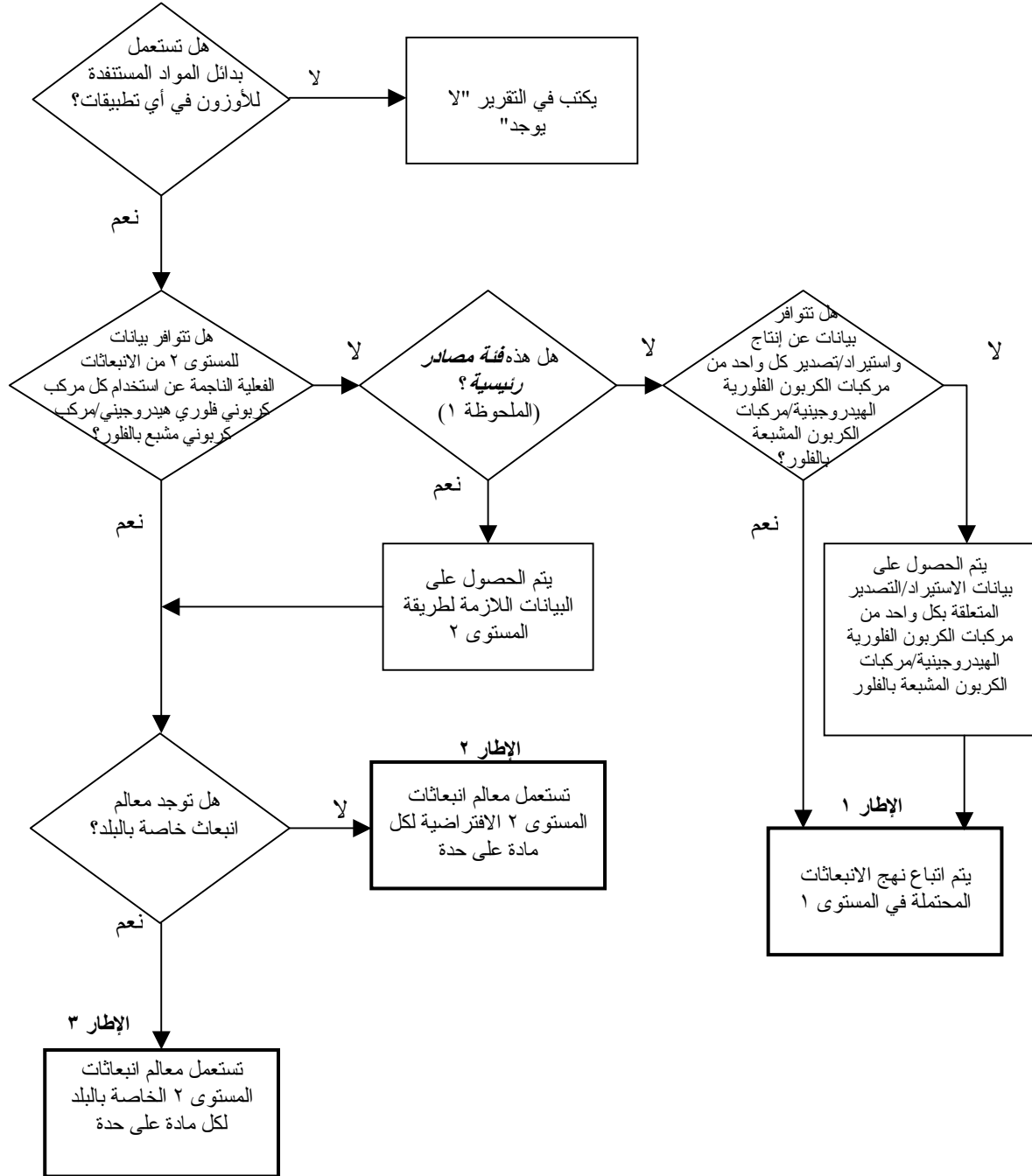
ومن الممارسة السليمة استعمال طريقة المستوى ٢ الفعلية في كل فئات المصادر الثانوية المتفرعة عن هذه الفئة. ويتطلب الاتساق قيام وكالات حصر الغازات بمحاولة تطبيق المنهجيات الفعلية على كل أنواع مصادر انبعاثات المواد المستفدة للأوزون. وإذا لم تستطع وكالة حصر الغازات تنفيذ الطرق الفعلية في كل فئات المصادر الثانوية فمن الممارسة السليمة حساب التقديرات المحتملة والإبلاغ عنها على مستوى كل فئات المصادر الثانوية حتى يتسنى حساب مجموع الانبعاثات. وينبغي ألا تقوم وكالة حصر الغازات بجمع تقديرات الانبعاثات الفعلية والمحتملة معا.

وتصف شجرة القرارات العامة في الشكل ٣-١١ المعنون "شجرة قرارات عامة لكل بدائل المواد المستفدة للأوزون" الممارسة السليمة للاختيار بين طريقتي المستوى ٢ والمستوى ١ لكل استعمال نهائي من الأقسام الثانوية السبعة التالية. ومن الممارسة السليمة استعمال طريقة المستوى ٢ في حالة

^{٣٧} أكد مؤتمر الأطراف الأعضاء في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ، في دورته الثالثة، "...أن الانبعاثات الفعلية لمركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور وسادس فلوريد الكبريت ينبغي تقديرها في الحالات التي تتوفر فيها البيانات، واستعمالها لأغراض الإبلاغ عن الانبعاثات. وينبغي أن يبذل الأطراف قصارى جهدهم لوضع المصادر اللازمة للبيانات." (القرار 2/CP.3، المسائل المنهجية المتعلقة ببروتوكول كيوتو).

فئات المصادر الثانوية المحددة بأنها "فئات مصادر رئيسية" كما هو مبين في الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب". ويتحدد ذلك على مستوى فئة المصادر التي حددتها الهيئة (وهي في هذه الحالة بدائل المواد المستفدة للأوزون) لا على مستوى فئة المصادر الثانوية المحددة من الهيئة.

الشكل ٣-١١ شجرة قرارات عامة لكل بدائل المواد المستفدة للأوزون



الملاحظة ١: فئة المصادر الرئيسية هي تلك الفئة التي تحظى بأولوية في نظام الحصر الوطني لأن تقديرها يؤثر بشدة على مجموع الحصر الذي يجربه البلد لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري المباشرة من حيث المستوى المطلق للانبعاثات أو اتجاه الانبعاثات أو كليهما (انظر القسم ٧-٢ المعنون "تحديد فئات المصادر الرئيسية الوطنية" من الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب").

وتعالج إرشادات الممارسة السليمة الواردة في هذا القسم التغييرات في طريقة المستوى ٢ بدلا من تنفيذ الطريقة المحتملة. ويتناول كل قسم ثانوي كيفية تطبيق هذه الطرق على بعض فئات المصادر الثانوية للمواد المستنفدة للأوزون ويراجع مصادر البيانات القائمة ويحدد الثغرات فيها. ولمزيد من الإرشادات بشأن تنفيذ طريقة المستوى ١، يمكن للبلدان الرجوع إلى القسم ٢-١٧-٣ من المجلد الثالث في الخطوط التوجيهية للهيئة.

ومن الممارسة السليمة بشكل عام تجميع بيانات ملائمة لطريقة المستوى ٢ في كل بلد عندما تمثل انبعاثات بدائل المواد المستنفدة للأوزون مكونا مهما في الحصر الوطني. وقد يتطلب ذلك نمودجا خاصا بالبلد. وترد مخططات شجرية مفصلة للقرارات بشأن كل فئة مصادر ثانوية للمساعدة على مواصلة تحديد الاحتياجات من البيانات واختيار النهج المتبع في المستوى ٢.

وسوف تحتاج وكالات حصر الغازات التي تطبق طريقة المستوى ٢ إلى تحديد ما إن كانت ستستعمل النهج السعودية أو النزولية. ويراعي النهج السعودي ضمنا التأخير الزمني وذلك بتعقب مقدار المادة الكيماوية البكر المستهلكة في سنة معينة لنحل محل المادة الكيماوية المنبعثة إلى الغلاف الجوي.

طريقة المستوى ٢ - أ- النهج السعودي

تستند الطريقة السعودية إلى عدد المنتجات والاستعمالات النهائية التي تستهلك وتتبعث فيها بدائل المواد المستنفدة للأوزون. ويتم في هذا النهج تقدير عدد وحدات المعدات التي تستعمل هذه المواد الكيماوية، ومتوسط شحناتها الكيماوية ومتوسط عمر الاستخدام، ومعدلات الانبعاثات والمعالجة والتخلص منها وغير ذلك من المعالم ذات الصلة. وتقدر بعد ذلك الانبعاثات السنوية كدالة لهذه المعالم طوال عمر الوحدات. ونظرا لتفاوت وحدات المعدات تفاوتا كبيرا من حيث مقدار المادة الكيماوية المستعملة وعمر الاستخدام ومعدلات الانبعاثات فإن وصف هذه المعدات قد يتسم بكثافة استخدام للموارد. وكلما ازداد عمر معدات الاستعمال النهائي وتتنوع أنواعها في تطبيق معين، كلما تعين أن يكون النهج السعودي أكثر تعقيدا لمراعاة الانبعاثات.^{٢٨} ويمكن الوصول إلى تقدير دقيق للانبعاثات باتباع النهج السعودي في حال توافر كل ما تتطلبه المعادلة التالية من بيانات عن كل أنواع المعدات ذات الصلة:

المعادلة ٣-٣٣

$$\text{Total Emissions of Each PFC or HFC} = \text{Equipment Assembly Emissions} + \text{Equipment Operation Emissions} + \text{Equipment Disposal Emissions}$$

مجموع انبعاثات كل مركب كربوني مشبع بالفلور أو أكل مركب كربوني فلوري هيدروجيني = الانبعاثات الناجمة عن تجميع المعدات + الانبعاثات الناجمة عن تشغيل المعدات + الانبعاثات الناجمة عن التخلص من المعدات

وتتطلب أثناء تجميع المعدات انبعاثات منفصلة عند ملء أو إعادة ملء المعدات بالمادة الكيماوية. كما تتطلق الانبعاثات من المعدات كغازات متسربة أو انبعاثات متعمدة أثناء التشغيل. وأخيرا، عندما ينتهي عمر المعدة ويتم التخلص منها فإن الشحنة

^{٢٨} نظرا لإمكانية استخدام ما يقرب من عشرين من المواد الكربونية الفلورية الهيدروجينية والمواد الكربونية المشبعة بالفلور كبدايل للمواد المستنفدة للأوزون ونظرا للتعدد والتنوع الشديد في مصادر الانبعاثات فإن تطبيق الطريقة السعودية يشمل التعامل مع مقادير ضخمة من البيانات ومستويات شديدة التعقيد.

المتبقية من المركب الكربوني الفلوري الهيدروجيني/المركب الكربوني المشبع بالفلور تتسرب إلى الغلاف الجوي أو يعاد تدويرها أو ربما يتم تدميرها.

ويمكن أن تتطوي الحاجة إلى تحديث قوائم حصر المعدات سنويا على تحد كبير لوكالات حصر الغازات التي لا تتوافر لديها سوى موارد محدودة. على أن الطريقة السعودية لا تتطلب بيانات عن الاستهلاك السنوي للمواد الكيماوية على الرغم من إمكانية استخدامها كاختبار لضمان الجودة، إن وجدت.

طريقة المستوى ٢ (ب) النهج النزولي

يقدر النهج النزولي أيضا الانبعاثات الناجمة عن جميع المعدات وتشغيلها والتخلص منها، ولكنه لا يعتمد على معاملات الانبعاثات. وبدلا من ذلك فإن هذه الطريقة تستعمل قياسات استهلاك (مثل مبيعات) كل مادة كيماوية في البلد أو المنشأة موضوع البحث. وفيما يلي المعادلة العامة المستخدمة في هذه الطريقة^{٣٩}:

المعادلة ٣-٣٤

$$\text{Emissions} = \text{Annual Sales of New Gas} - (\text{Total Charge of New Equipment} - \text{Original Total Charge of Retiring Equipment})$$

الانبعاثات = المبيعات السنوية من الغاز الجديد - (مجموع شحنة المعدات الجديدة - مجموع الشحنة الأصلية في المعدات المسحوبة من التداول)

وتشتري الصناعة مواد كيماوية جديدة من الصانعين لتحل محل المقادير المتسربة (المنبعثة) من المخزون الجاري للمعدات، أو لإجراء تعديل صاف في حجم مجموع الشحنة في مخزون المعدات.^{٤٠} ومجموع الشحنة في المعدات الجديدة مخصصا منه مجموع الشحنة الأصلية في المعدات المسحوبة من التداول يمثل صافي التغير في شحنة مخزون المعدات. وفي الحالات التي يكون فيها صافي التغير موجبا، فإن جزءا من المادة الكيماوية الجديدة يستعمل عوضا عن الزيادة في مجموع الشحنة، فإذا لا يمكن القول بأنه يحل محل انبعاثات السنة السابقة.

ولا يلزم لحساب الانبعاثات عند اتباع هذا النهج معرفة مجموع مقدار كل مادة كيماوية في مخزون المعدات. وكل ما نحتاج إلى معرفته هو مجموع الشحنات في المعدات الجديدة والمسحوبة من التداول. وينطبق هذا النهج مباشرة على الفئات الثانوية لمصادر التبريد وتكييف الهواء في المركبات والوقاية من الحرائق. ويتضمن وصف كل فئة من فئات المصادر الثانوية مزيدا من المعايير والتعديل لهذا النهج. فضلا عن ذلك، يجري تطوير نماذج ترصد فيها مبيعات المواد الكيماوية المستخدمة في مختلف الاستعمالات النهائية في مختلف مناطق العالم. ويجري حاليا استنباط هذه النماذج لاستعمالات نهائية محددة لبدائل المواد المستفدة للأوزون، مثل الرغوي والوقاية من الحرائق.^{٤١}

^{٣٩} الشروط الحدية: في حال عدم حدوث تغير صاف في مجموع شحنة المعدات فإن المبيعات السنوية تساوي حينئذ الانبعاثات. وإذا كان التغير الصافي في مجموع شحنة المعدات مساويا للمبيعات السنوية فإن الانبعاثات حينئذ تساوي صفرا.

^{٤٠} تتطلب الصناعة أيضا مادة كيماوية جديدة لتحل محل الغاز المدر وللمخزون الاحتياطي. ويمكن إضافة حدود إلى المعادلة العامة لحساب هذه الاستعمالات، وهي حدود لم ندرجها هنا لأغراض التبسيط.

^{٤١} يمكن الرجوع مثلا للموقع التالي: www.greenhousegases.org

اختيار معاملات الانبعاثات

يتوقف نوع معاملات الانبعاثات المطلوبة على نهج المستوى ٢ المطبق.

المستوى ٢ - أ- النهج السعودي

يتطلب النهج السعودي معاملات انبعاثات محددة لتقدير معدلات الانبعاثات في أنواع المعدات والقطاعات الكبرى. وينبغي أن تستند معاملات الانبعاثات إلى دراسات عن مخزون وحدات المعدات الخاص بالبلد لتحديد أعمارها العملية المتبقية ومتوسط شحناتها ومعدلات الانطباق الرجعي ومعدلات التسرب والكميات المتخلص منها وممارسات الاستخلاص. وتشمل *الخطوط التوجيهية للهيئة* قيمة افتراضية لبعض هذه المعالم، ولكنها ليست خاصة ببلد محدد. وتوفر *إرشادات الممارسة السليمة* قيمة افتراضية إضافية لبعض فئات المصادر الثانوية.

وهناك موضوع شائع يدور حول إمكانية تأثير التخلص من المعدات في نهاية عمرها العملي على مجموع الانبعاثات. ويمكن أن يبلغ مقدار المادة الكيماوية المتبقية في النظم (وهو ما يطلق عليه اسم "الركام المخزون") ٩٠ في المائة من الكمية الأصلية المستعملة. وتتناول الأقسام الخاصة بفئات المصادر الثانوية المسائل المحددة المتعلقة بمعاملات الانبعاثات.

المستوى ٢ - ب- النهج النزولي

كما جاء من قبل فإن النهج النزولي يعتمد بشكل عام على بيانات مبيعات المواد الكيماوية ولا يستعمل معاملات الانبعاثات المحددة على أساس المعدات. وفي الحالات التي لا تنطبق فيها هذه القاعدة، يتضمن كل قسم متعلق بإحدى فئات المصادر الثانوية *إرشادات الممارسات السليمة* (مثل الانبعاثات المنفلتة أثناء ملء المعدات بمركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور).

اختيار بيانات الأنشطة**المستوى ٢ - أ- النهج السعودي**

يتطلب النهج السعودي حصر مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية/مركبات الكربون المشبعة بالفلور القائمة في الوحدات القائمة (أي "الركام المخزون"). وقد تتمكن بعض وكالات حصر الغازات من الحصول على بيانات وطنية منشورة في مجلات التجارة أو التقارير التقنية. على أنه قد يلزم على الأرجح إجراء دراسة لتقدير حصر الوحدات أو المواد الكيماوية القائمة. كما يمكن لهيئات الخبراء تيسير توليد هذه المعلومات. كما قد تقرر وكالات حصر الغازات إجراء دراسات سنوية لتحديث قوائم حصر وحدات القطاعات. وقد يستعاض عن ذلك بحساب أو تقدير النمو في إنتاج كل واحدة من فئات المصادر الثانوية موضوع البحث. وينبغي أن تعبر البيانات عن الوحدات التي تستجد كل عام والوحدات القديمة أو الرديئة التي يتم سحبها من التداول.

المستوى ٢ - ب- النهج النزولي

تركز بيانات الأنشطة المطلوبة للنهج النزولي على توزيع المواد الكيماوية وليس بالأحرى على مصادر الانبعاثات. ولبعض الاستخدامات النهائية، مثل الوقاية من الحرائق والرغاوى، يجري تطوير نماذج عالمية

توزع فيها بدقة بيانات الإنتاج المعروفة على استعمالات نهائية معينة في مناطق محددة. وسوف تستفيد بصفة خاصة من بيانات الأنشطة المستمدة من هذه النماذج، البلدان التي تستورد كميات كبيرة من المواد الكيماوية والمعدات.

ويمكن باتباع النهج القائم على المبيعات الحصول على بيانات عن استخدام المواد الكيماوية على المستوى الوطني بسهولة أكبر مما في حالة البيانات المتعلقة بالحصص الوطني للمعدات المسؤولة عن إطلاق الانبعاثات. ومن الممارسة السليمة الحصول من القائمين بتصنيع أو استيراد الغاز على بيانات عن مجموع المبيعات السنوية.^{٤٢} ويرجح أن أفضل مصدر للبيانات المتعلقة بمجموع شحنات المعدات الجديدة هم القائمون على تصنيع المعدات أو رابطات التجارة التي تمثلهم. وبالنسبة لمجموع شحنات المعدات المسحوبة من التداول، لا بد من معرفة أو تقدير ما يلي: '١' عمر المعدة و '٢' إما (أ) المبيعات التاريخية من المعدات ومتوسط حجم الشحن التاريخي للمعدات أو (ب) معدل نمو هذه المبيعات والأحجام والشحن.

وأما بخصوص وكالات حصر الغازات في البلدان التي تستورد كل أو معظم المواد الكيماوية الجديدة المستهلكة فيرجح أن تواجه مسائل مختلفة فيما يتعلق بتوافر البيانات مقارنة مع البلدان التي تنتج فيها محليا كميات كبيرة من المواد الكيماوية. وفي حالة استيراد معظم المواد الكيماوية سواء بدون تعبئة أو في المعدات والمنتجات، فسوف يلزم الحصول على بعض البيانات عن الواردات لحساب الانبعاثات. ومن المثالي أن يقوم مسؤولو الجمارك بتعقب وتوفير الإحصاءات المتعلقة باستيراد المواد الكيماوية. وقد لا يكون ممكنا لمسؤولي الجمارك تعقب نوع المادة الكيماوية (مثل المركبات الكربونية الفلورية الكلورية في مقابل المركبات الكربونية الفلورية الهيدروجينية في بخاخات الأيروسول) المستخدمة في بعض المنتجات، مثل الرغاوى وبخاخات الأيروسول، أو تعقب وجود المنتج في المعدات المستوردة (مثل رغاوى الخلايا المغلقة في مقاعد المركبات). وقد يلزم في هذه الحالات جمع أو تقدير البيانات بمساعدة من كبار الموزعين والمستعملين النهائيين.

الاستيفاء

الاستيفاء من حيث مجموع كمية المادة الكيماوية المحتمل انبعاثها يعد موجودا انطلاقا من الحقيقة المتمثلة في أن بيانات الأنشطة في النهج النزولي يتم تسجيلها من حيث كمية المادة الكيماوية المستعملة. والاستيفاء مسألة تهم البلدان التي تطبق طريقة المستوى ٢ الصعودية التي تقوم على أساس المعدات.

يتسرب جزء من إنتاج المواد الكيماوية الجديدة إلى الغلاف الجوي أثناء عملية إنتاج كل مادة. ولا تحسب في أي من طرق المستوى ٢ (أو في طريقة المستوى ١) الانبعاثات المنفلتة أثناء الإنتاج. ومن الممارسة السليمة لوكالات حصر الغازات في البلدان التي لديها إنتاج محلي من المواد الكيماوية أن تدرج الانبعاثات المنفلتة في قوائم الحصر. ويتمثل النهج المقترح في تطبيق معامل انبعاث على إنتاج المواد الكيماوية أو افتراض انبعاث نسبة مئوية (إضافية) ثابتة من مبيعات المواد الكيماوية أثناء عملية الإنتاج. وعلى الرغم من أن المعامل الافتراضي هو ٠,٥ في المائة فإن التجربة اليابانية تشير إلى انطلاق انبعاثات أكبر كثيرا.^{٤٣} ومن الممارسة السليمة تحديد معامل الانبعاثات الفعلي في كل مصنع.

^{٤٢} تتضمن طريقة المستوى ١ (ب) الواردة القسم ٢-١٧-٣-٣ من المجلد الثالث في الخطوط التوجيهية للهيئة الطريقة الافتراضية المتعلقة ببيانات المبيعات السنوية.

^{٤٣} المصدر: الاجتماع السادس للجنة منع الاحترار العالمي ومجلس المنتجات الكيماوية في اليابان، ٢١ مايو/أيار ١٩٩٩.

وضع متسلسلة زمنية متسقة

تشجع وكالات حصر الغازات التي أعدت تقديرات محتملة (المستوى ١) في الماضي على تطوير قدرتها على إعداد تقديرات المستوى ٢ في المستقبل. ومن الممارسة السليمة عدم إدراج التقديرات الفعلية والمحتملة في نفس المتسلسلة الزمنية وقيام وكالات حصر الغازات بإعادة حساب الانبعاثات التاريخية باستعمال الطريقة الفعلية إذا غيرت النهج المتبعة. إذا لم تتوفر البيانات فينبغي التوفيق بين الطريقتين لكفالة عدم التضارب وفقا لإرشادات إعادة الحساب الواردة في القسم ٧-٣-٢، "تقنيات إعادة الحساب البديلة"، في الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب". ومن الممارسة السليمة توثيق إعادة الحساب توثيقا كاملا لكفالة الشفافية.

وتحدد معاملات الانبعاثات بشكل عام على أساس البيانات التاريخية المتعلقة بالمواد الكيماوية الأخرى (مثل المركبات الكربونية الفلورية الكلورية) المستخدمة في الأسواق المترسخة وينبغي تكيفها مع المواد الكيماوية الجديدة (مثل بدائل المواد المستنفدة للأوزون) في الأسواق الناشئة. وتتوفر الآن بيانات وطنية عن التوزيع في سنة الأساس (أو يمكن حسابها بدرجة معلومة من عدم التيقن).

تقييم عدم التيقن

ستصبح انبعاثات بدائل المواد المستنفدة للأوزون خلال مدة طويلة (أكثر من ٢٠ عاما) مساوية لمجموع الاستهلاك في نفس الإطار الزمني. ويصعب كثيرا في سنة معينة تحديد مقدار عدم التيقن للمواد المستنفدة للأوزون نظرا لكثرة عدد المصادر المختلفة وتنوع أنماط الانبعاث. وبتابع طريقة المستوى ٢ النزولية فإن عدم التيقن سيرتبط مباشرة بجودة واستيفاء البيانات المتعلقة بمبيعات وواردات المواد الكيماوية. وأما في طريقة المستوى ٢ السعودية فسوف يعبر عدم التيقن عن استيفاء استقصاء المعدات وملاءمة دالات الانبعاث المحددة لتوصيف الانبعاثات. وتقرح الأقسام السبعة التي تتناول فئات المصادر الثانوية مزيدا من الإرشادات بشأن عدم التيقن.

التقارير والوثائق المتعلقة بكل فئات المصادر الثانوية لبدائل المواد المستنفدة للأوزون

من الممارسة السليمة توثيق وأرشفة كل المعلومات المطلوبة لإعداد تقديرات حصر الانبعاثات الوطنية كما هو مبين في القسم ٨-١٠-١ تحت عنوان "الوثائق الداخلية والأرشيف" من الفصل الثامن المعنون "ضمان ومراقبة الجودة".

وكما جاء من قبل، ينبغي لوكالات حصر الغازات إعداد تقديرات الانبعاثات لأكثر عدد ممكن من فئات المصادر الثانوية للانبعاثات الناجمة عن الاستعمالات النهائية والإبلاغ عنها. وأما بخصوص فئات المصادر الثانوية التي لا يمكن إعداد تقديرات للانبعاثات الفعلية الناتجة عنها فينبغي لوكالات حصر الغازات إعداد تقديرات للانبعاثات المحتملة والإبلاغ عنها. وينبغي لوكالات حصر الغازات التي تبلغ عن نهج يجمع بين الطريقتين الفعلية والمحتملة أن تدرج مجموعة من التقديرات المحتملة لكل فئة مصادر ثانوية حتى يتسنى حساب مجموع انبعاثات بدائل المواد المستنفدة للأوزون. وكما جاء من قبل، ينبغي عدم الجمع بين التقديرات الفعلية والمحتملة.

وينبغي الحفاظ على التوازن بين سرية البيانات وتحقيق الشفافية. وقد تحل بعض المشاكل من خلال تجميع دقيق، بيد أن ذلك سيتطلب التحقق من النتائج باتباع وسائل أخرى (مثل قيام طرف آخر بإجراء عملية تدقيق). وفي الحالات التي يتم فيها تجميع البيانات حفاظا على سرية المعلومات المتعلقة بالملكية، ينبغي تقديم توضيحات نوعية للإشارة إلى طريقة ونهج التجميع.

ضمان/مراقبة جودة كل فئات المصادر الثانوية لبدائل المواد المستنفدة للأوزون

من الممارسة السليمة إجراء اختبارات لمراقبة الجودة على النحو المبين في الجدول ٨-١ من الفصل الثامن ومراجعة خبراء لتقديرات الانبعاثات. وقد يكون من الملائم أيضا إجراء اختبارات إضافية لمراقبة الجودة كما هو مبين في القسم ٧-٨ من الفصل الثامن واتباع إجراءات ضمان الجودة، وبخاصة في حالة استخدام طرق المستويات العليا لتحديد الانبعاثات المتولدة عن فئة هذه المصادر. وتشجع وكالات حصر الغازات على استعمال طرق المستويات العليا في ضمان/مراقبة الجودة لفئات المصادر الرئيسية كما هو محدد في الفصل السابع المعنون "الاختبار المنهجي وإعادة الحساب." وإضافة إلى الإرشادات الواردة في الفصل الثامن فإننا نورد فيما يلي إجراءات محددة ذات صلة بفئة هذه المصادر.

مقارنة تقديرات الانبعاثات باتباع نهج مختلفة

ينبغي لوكالات حصر الغازات التحقق من تقديرات الانبعاثات الفعلية (المستوى ٢) باستعمال طريقة الانبعاثات المحتملة (المستوى ١). وقد تنظر وكالات حصر الغازات في وضع نماذج محاسبية يمكنها التوفيق بين تقديرات الانبعاثات المحتملة والفعلية وقد تحسن من عملية تحديد معاملات الانبعاثات مع مرور الوقت.

اختبار بيانات الأنشطة الوطنية

ينبغي عند استخدام طريقة المستوى ٢-أ (الصعودية) أن تقوم وكالات حصر الغازات بتقييم إجراءات ضمان/مراقبة الجودة المقترنة بتقدير قوائم حصر المعدات والمنتجات لكفالة وفائها بالإجراءات العامة المبينة في خطة ضمان/مراقبة الجودة وكفالة استخدام إجراءات المعاينة التمثيلية. ويتسم ذلك بأهمية خاصة في حالة القطاعات الثانوية لبدائل المواد المستنفدة للأوزون المستخدمة في مجموعات كبيرة من المعدات والمنتجات.

وأما بخصوص طريقة المستوى ٢-ب (النزولية) فينبغي لوكالات حصر الغازات تقييم وإسناد إجراءات ضمان/مراقبة الجودة التي تجريها المنظمات المسؤولة عن تقديم معلومات عن توزيع المواد الكيماوية. وقد تأتي بيانات المبيعات من شركات تصنيع الغاز أو المستوردين أو الموزعين أو رابطات التجارة. وفي حالة عدم كفاية مراقبة الجودة المقترنة بالبيانات الثانوية فينبغي لوكالات حصر الغازات حينئذ إجراء اختبارات الخاصة بها لمراقبة جودة البيانات الثانوية، وإعادة تقييم عدم التيقن المقترن بتقديرات الانبعاثات المستقاة من هذه البيانات، وإعادة النظر في كيفية استخدام البيانات.

اختبار معاملات الانبعاثات

ينبغي أن تستند معاملات الانبعاثات المستخدمة في طريقة المستوى ٢-أ (الصعودية) إلى دراسات خاصة بالبلد. وينبغي لوكالات حصر الغازات مقارنة هذه المعاملات بالقيم الافتراضية. وينبغي أن تحدد ما إن كانت القيم الخاصة بالبلدان المحددة معقولة بالنظر إلى أوجه التشابه أو التباين بين فئة المصادر الوطنية وبين المصدر الذي تمثله القيم الافتراضية. وينبغي توضيح وتوثيق أي فروق بين المعاملات الخاصة ببلدان محددة وبين المعاملات الافتراضية.

٣-٧-١ الفئة الثانوية لمصادر بخاخات الأيروسول

٣-٧-١-١ المسائل المنهجية

تحتوي معظم مجموعات بخاخات الأيروسول على الهيدروكربون كمواد دافعة ولكن مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور، وهي مركبات تمثل جزءا صغيرا من مجموع المحتويات، قد تستخدم كمواد دافعة أو مذيبات. وتتعلق الانبعاثات من بخاخات الأيروسول في العادة بعد مدة وجيزة من إنتاجها، وهي مدة تبلغ في المتوسط ستة اشهر بعد بيعها. وأثناء استعمال البخاخات تنطلق نسبة ١٠٠ في المائة من المادة الكيماوية (غاملن وآخرون، ١٩٨٦؛ الوكالة الأمريكية لحماية البيئة، ١٩٩٢ (أ)). وفيما يلي المصادر الخمسة الرئيسية:

- ١٠٠ أجهزة استنشاق الجرعات المحددة.
- ١٠١ منتجات العناية الشخصية (مثل العناية بالشعر ومزيلات العرق ومعاجين الحلاقة).
- ١٠٢ المنتجات المنزلية (مثل معطرات الهواء ومنظفات الأفران والأنسجة).
- ١٠٣ المنتجات الصناعية (مثل رشاشات التنظيف الخاص ومواد التشحيم وأنبيب التجميد).
- ١٠٤ المنتجات العامة الأخرى (مثل الخيوط الطريفة (silly string) وأجهزة نفخ الإطارات وأبواق السيارات).

ومركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية المستخدمة حاليا كمواد دافعة هي HFC-134a و HFC-227ea و HFC-152a. وتستخدم مادة HFC-43-10mee وأحد مركبات الكربون المشبعة بالفلور، وهو الهكسان المشبع بالفلور، كمذيبات في منتجات الأيروسول الصناعية.^{٤٤}

اختيار الطريقة

تعتبر انبعاثات الأيروسول "فورية" نظرا لتسرب كل الشحنة الأولية بعد السنة الأولى أو السنتين الأوليين من البيع. ولذلك فمن اللازم لتقدير الانبعاثات معرفة مجموع مقدار الشحنة الأولية من الأيروسول في أوعية المنتج قبل البيع. ويمكن حساب انبعاثات كل عبوة أيروسول في السنة t وفقا للخطوط التوجيهية للهيئة على النحو التالي:

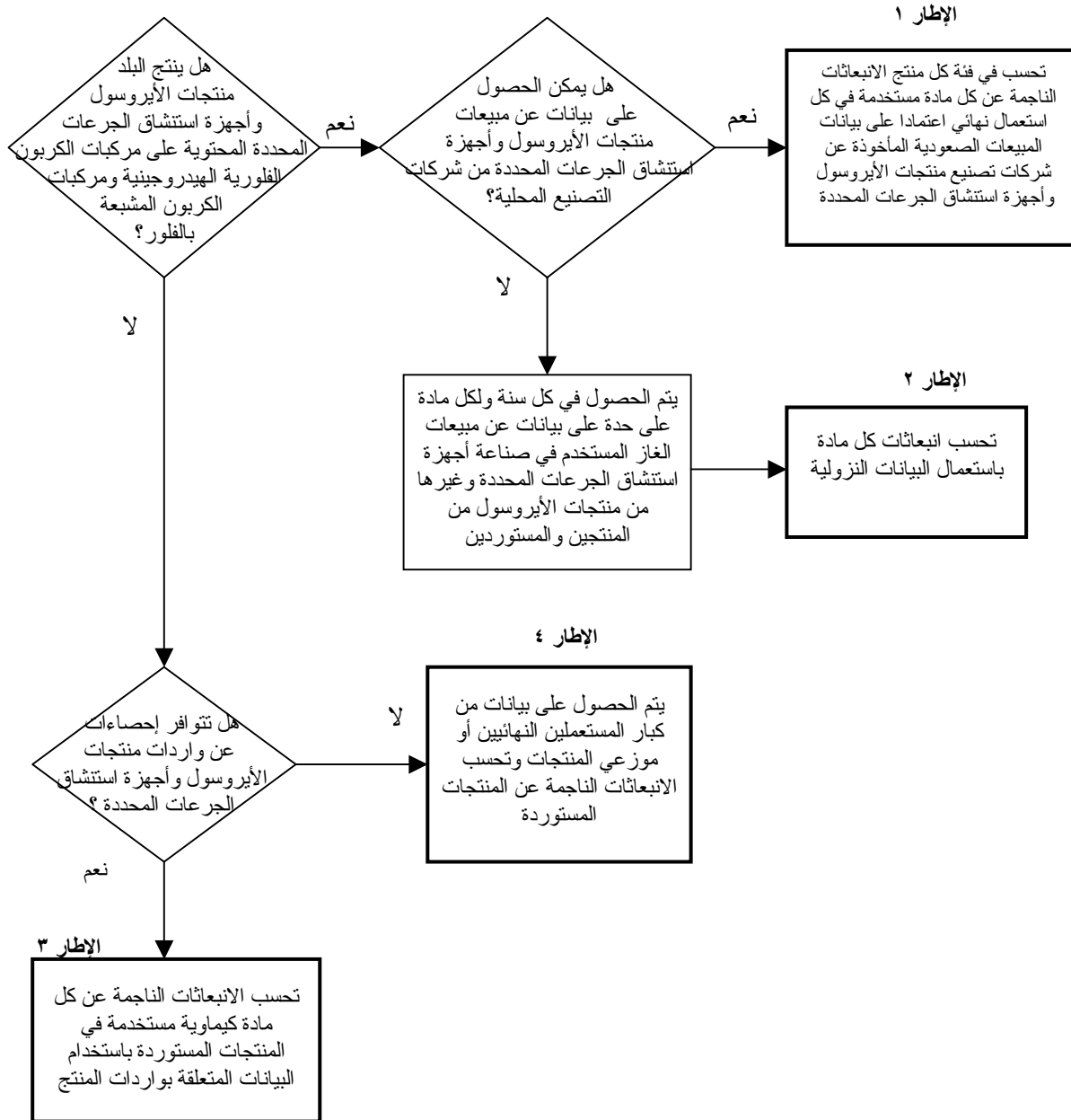
$$\begin{aligned} & \text{المعادلة ٣-٣٥} \\ & \text{Emissions of HFCs in year } t = \\ & \text{[(Quantity of HFC and PFC Contained in Aerosol Products Sold in year } t) \bullet (EF)] \\ & + \text{[(Quantity of HFC and PFC Contained in Aerosol Products Sold in year } (t - 1)) \bullet (1 - EF)] \\ & = \text{انبعاثات مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية في السنة } t \\ & \text{[(محتوى كمية الكربون الفلوري الهيدروجيني والكربون المشبع بالفلور في منتجات الأيروسول المباعة في السنة } t) \bullet (\text{معامل} \\ & \text{الانبعاثات})] + \text{[(كمية الكربون الفلوري الهيدروجيني والكربون المشبع بالفلور في منتجات الأيروسول المباعة في السنة } (t-1)) \bullet (1 - \\ & \text{معامل الانبعاثات})] \end{aligned}$$

وينبغي تطبيق المعادلة على كل مادة كيماوية على حدة. وتساوي انبعاثات مكافئ الكربون حاصل جمع انبعاثات مكافئ الكربون لكل مادة كيماوية.

^{٤٤} لا تستخدم مادة HFC-43-10mee إلا كمذيب، ولكنها تعد من منتجات الأيروسول عندما توزع في علب الأيروسول.

وبافتراض أن عمر المنتج هو سنتان فإن أي مقدار لا ينبعث أثناء السنة الأولى سينبعث حتماً أثناء السنة الثانية والأخيرة. والواقع أن معظم الانبعاثات تنطلق في السنة الأولى بعد شراء المنتج، ولكن هذا الحساب يراعي مدة التأخير من وقت الشراء حتى وقت الاستعمال.^{٤٥} ويحتوي الشكل ٣-١٢ المعنون " مخطط شجرة قرارات للانبعثات الفعلية (المستوى ٢) من الفئة الثانوية لمصادر بخاخات الأيروسول " على شجرة قرارات لتقدير الانبعثات الفعلية. وندتاول فيما يلي عملية جمع البيانات.

الشكل ٣-١٢ شجرة قرارات للانبعثات الفعلية (المستوى ٢) من الفئة الثانوية لمصادر بخاخات الأيروسول



^{٤٥} يعادل تقدير الانبعثات المحتملة من المصادر غير المعمرة، مثل أجهزة استنشاق الجرعات المحددة، استعمال معامل انبعثات نسبته ١٠٠ في المائة. ويسفر ذلك عن نتيجة مشابهة لما يسفر عنه النهج الفعلي في حال عدم حدوث نمو كبير في مبيعات الأيروسول.

اختيار معاملات الانبعاثات

من الممارسة السليمة استخدام معامل انبعاث افتراضي نسبته في السنة ٥٠ في المائة من الشحنة الأولية للمجموعة الواسعة من منتجات الأيروسول. ومعنى ذلك أن نصف الشحنة الكيماوية يتسرب في السنة الأولى وأما الشحنة المتبقية فتتسرب في السنة الثانية (غالمن وآخرون، ١٩٨٦). وينبغي لوكالات حصر الغازات عدم استعمال معاملات انبعاثات بديلة إلا في حال توافر أدلة عملية بشأن أغلبية منتجات الأيروسول. وينبغي على أية حال تجميع النسبة المئوية لمعاملات الانبعاثات لتكون ١٠٠ في المائة خلال الفترة الذي يفترض فيه تسرب الشحنة. وينبغي إجراء توثيق دقيق لعملية تحديد معاملات الانبعاثات في كل بلد. وقد تستطيع الشركات القائمة بتصنيع بخاخات الأيروسول وأجهزة استنشاق الجرعات المحددة العامة بتوفير بيانات عن المقادير المفقودة في العملية.

اختيار بيانات الأنشطة

بيانات الأنشطة المطلوبة هي مجموع كمية كل مادة كيماوية في منتجات الأيروسول المستهلكة في البلد (المبيعات والواردات المحلية على السواء). وفي البلدان التي تستورد ١٠٠ في المائة من منتجات الأيروسول فإن بيانات الأنشطة تساوي الواردات.

ويمكن جمع بيانات الأنشطة عن الفئة الثانوية لمصادر هذا الاستعمال النهائي باتباع نهج سعودي أو نزولي تبعا لتوافر جودة البيانات. ويتطلب النهج السعودي بيانات عن عدد منتجات الأيروسول المباعة والمستوردة (مثل عدد أجهزة استنشاق الجرعات المحددة ومنتجات العناية بالشعر ومعدات نفخ الإطارات)، ومتوسط الشحنة لكل عبوة. وأما النهج النزولي فيشمل تجميع بيانات مباشرة من شركات الصناعات الكيماوية عن مبيعات المواد الكيماوية المستخدمة في منتجات الأيروسول وأجهزة استنشاق الجرعات المحددة. وقد يلزم في كثير من الأحيان استخدام خليط من البيانات السعودية والنزولية.

إنتاج الأيروسول المحلي: في البلدان التي يوجد فيها إنتاج محلي من الأيروسول يمكن لشركات تصنيع الأيروسول وأجهزة استنشاق الجرعات المحددة العامة توفير بيانات عن كمية منتجات الأيروسول المستهلكة في البلد، وعدد بخاخات الأيروسول المصدرة، ومتوسط الشحنة في كل بخاخة، ونوع المادة الدافعة المذيبة المستخدمة (مثل نوع مركب الكربون الفلوري الهيدروجيني/مركب الكربون المشبع بالفلور). ويمكن بعد ذلك حساب مجموع منتجات الأيروسول المنتجة محليا في كل سنة بضرب عدد منتجات الأيروسول المباعة محليا أثناء سنة معينة بشحنة مركب الكربون الفلوري الهيدروجيني/مركب الكربون المشبع بالفلور المستخدمة في كل منتج. وإذا لم تتوافر البيانات السعودية فيمن لمنثجي المواد الكيماوية المحليين توفير بيانات عن مقدار مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية المباعة إلى الشركات المحلية القائمة بتصنيع أجهزة استنشاق الجرعات المحددة، وتجميع بيانات المبيعات لمنثجي بخاخات الأيروسول الأخرى (الفئات ٢ و٣ و٤ و٥ أعلاه). وفي حالة قيام شركات التصنيع المحلية باستيراد مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية فقد تلتمس المعلومات أيضا من القائمين بتصدير المواد الكيماوية على الرغم من احتمال عدم تمكنهم من توفير بيانات عن المواد الكيماوية المصدرة إلى كل بلد على حدة نظرا لدواعي السرية. ويعتبر مسؤولو الجمارك وموزعو المواد الكيماوية مصدرا آخر للحصول على بيانات عن الواردات الكيماوية.

إنتاج الأيروسول المستورد: تستورد معظم البلدان جانبا كبيرا من مجموع منتجات الأيروسول. وقد يتعذر جمع بيانات عن واردات بخاخات الأيروسول العامة المحتوية على الكربون الفلوري الهيدروجيني لأن الإحصاءات الرسمية المتعلقة بواردات منتجات الأيروسول لا تفرق في العادة بين بخاخات الأيروسول المحتوية على مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية وبين غيرها من بخاخات الأيروسول. وفي حالة عدم إمكانية الحصول من هيئات الجمارك على إحصاءات يمكن استعمالها

بخصوص الواردات فقد تتوافر بيانات من موزعي المنتجات ومن بعض المستعملين النهائيين. ومثال ذلك أنه في حالة أجهزة استنشاق الجرعات المحددة لا يقوم في العادة سوى عدد محدود من شركات إنتاج الأدوية باستيراد المنتجات ويمكن استقصاء هذه الشركات للحصول على المعلومات المطلوبة.

الاستيفاء

يعتمد الاستيفاء على توافر بيانات الأنشطة. وقد تحتاج وكالات حصر الغازات في البلدان التي لا يوجد فيها إنتاج محلي من بخاخات الأيروسول إلى استعمال أحكام الخبراء في تقدير بيانات الأنشطة حيث يرجح عدم استيفاء الإحصاءات المتعلقة بالواردات (انظر القسم ٦-٢-٥، أحكام الخبراء، في الفصل السادس المعنون "التطبيق العملي لقياس مقدار عدم التيقن").

وضع متسلسلة زمنية متسقة

ينبغي حساب الانبعاثات الناجمة عن بخاخات الأيروسول باستخدام نفس الطريقة ونفس مصادر البيانات المستخدمة في كل سنة من سنوات المتسلسلة الزمنية. وفي حالة عدم توافر بيانات متسقة في أي سنة من سنوات المتسلسلة الزمنية فينبغي إعادة حساب الثغرات وفقاً للإرشادات الواردة في القسم ٧-٣-٢ تحت عنوان "تقنيات إعادة الحساب البديلة" من الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب".

تقييم عدم التيقن

تستخدم مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية في قطاع بخاخات الأيروسول العامة على نطاق أوسع مما في قطاع أجهزة استنشاق الجرعات المحددة. وتفقر في الوقت الراهن البيانات المقدمة من القائمين بتصنيع واستيراد مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية عن المبيعات إلى قطاع بخاخات الأيروسول العامة إلى التحديد الدقيق على النطاق العالمي إلا في حالة مادة HFC-134a. ويمكن تحسين هذه البيانات من خلال أنشطة لجمع بيانات إضافية. ويعني الطابع الانتشاري الذي يتسم به قطاع بخاخات الأيروسول العامة أن الحصول على بيانات صعودية موثوقة يتطلب دراسات وطنية محددة يقوم بإجرائها خبراء الصناعة المحليين الذين ينبغي التماس النصح منهم بشأن أوجه عدم التيقن اعتماداً على النهج المتبعة في الحصول على أحكام الخبراء المبينة في الفصل السادس المعنون "التطبيق العملي لقياس مقدار عدم التيقن".

وهناك عدة مصادر للبيانات الموثوقة المتعلقة بقطاع أجهزة استنشاق الجرعات المحددة، وهو ما من شأنه أن يفضي إلى درجة كبيرة من الثقة في البيانات المبلغ عنها والتي ينبغي أن تعبر عنها تقديرات الانبعاثات الواردة في قوائم الحصر. على أنه عند قيام أحد البلدان بالإبلاغ فإن عدم وجود بيانات موثوقة عن قطاع بخاخات الأيروسول العامة يمكن أن ينطوي على إفراط أو تقريط في تقدير الانبعاثات بعامل يتراوح بين ثلث واحد وثلاثة أضعاف.

٣-٧-١-٢ التقارير والوثائق

ينبغي الإبلاغ عن تقدير الانبعاثات الناجمة عن أجهزة استنشاق الجرعات المحددة بشكل مستقل عن تقدير الانبعاثات الناجمة عن بخاخات الأيروسول الأخرى. وينبغي لوكالات حصر الغازات توثيق معامل الانبعاثات المستخدم. وفي حالة استخدام معامل انبعاث خاص بالبلد المحدد بدلاً من معامل الانبعاثات الافتراضي، ينبغي توثيق عملية تحديد هذا المعامل الخاص بالبلد. وينبغي الإبلاغ عن بيانات الأنشطة التفصيلية بالقدر الذي لا يكشف عن معلومات العمل السرية. وفي حالة سرية بعض البيانات ينبغي توفير معلومات عامة عن أنواع منتجات الأيروسول المستهلكة والمستوردة والمنتجة في البلد. ويرجح

أن يتسم بالسرية نوع مركب الكربون الفلوري الهيدروجيني المستخدم كمادة دافعة أو مذيبة، ومبيعات أجهزة الاستنشاق وبخاخات الأيروسول العامة إلى بلدان معينة.^{٤٦} وفي حالة وجود أقل من ثلاث شركات لتصنيع مواد كيميائية محددة للاستخدام كمذيبات، يمكن الإبلاغ عنها بشكل مندمج في هذا القسم، لأن هذه كما الأخرى تمثلان تطبيقات مولدة للانبعاثات بنسبة ١٠٠ في المائة (انظر القسم ٣-٧-٢-٢ أدناه).

٣-١-٧-٣ ضمان/مراقبة جودة الحصر

من الممارسة السليمة إجراء اختبارات لمراقبة الجودة كما هو مبين في الجدول ٨-١ المعنون "إجراءات مراقبة جودة المستوى العام للحصر من المستوى ١" في الفصل الثامن المعنون "ضمان ومراقبة الجودة" ومراجعة خبراء لتقديرات الانبعاثات. وقد يكون من الملائم أيضا إجراء اختبارات إضافية لمراقبة الجودة كما هو مبين في القسم ٧-٨ من الفصل الثامن واتباع إجراءات ضمان الجودة، وبخاصة عند استخدام طرق المستويات العليا لتحديد الانبعاثات الناجمة عن فئة هذه المصادر. وتُشجّع وكالات حصر الغازات على استعمال المستوى الأعلى لضمان/مراقبة الجودة المتعلقة بفئات المصادر الرئيسية كما هو محدد في الفصل السابع المعنون "الاختبار المنهجي وإعادة الحساب".

وبالإضافة إلى الإرشادات الواردة في الفصل الثامن المعنون "ضمان ومراقبة الجودة" فإننا نتطرق فيما يلي أدناه إلى إجراءات محددة ذات صلة بفئة هذه المصادر الفرعية. ينبغي استخدام البيانات الصعودية والنزولية على السواء للتحقق من تقدير الانبعاثات. وينبغي أن تكون البيانات المستخدمة لحساب الانبعاثات في السنة t-1 متسقة مع البيانات المستخدمة في تقدير الحصر في السنة السابقة بحيث يبلغ مجموع السنتين ١٠٠ في المائة. وإما إن كان الأمر على خلاف ذلك فينبغي حينئذ الإبلاغ عن سبب التعارض. وينبغي في عملية جمع البيانات المبينة أعلاه في القسم الذي يتناول عملية جمع البيانات أن تحوي مراقبة مناسبة للجودة. ولإتاحة إمكانية إجراء تقييم مستقل لمستوى جودة عملية الإبلاغ عن البيانات، ينبغي تحديد عدد شركات تصنيع بخاخات الأيروسول بالإضافة إلى المستعملين النهائيين.

^{٤٦} سيتسنى وضع إسقاطات مستقبلية تتسم بدرجة أعلى من الموثوقية والنظر في استراتيجيات الحد من الانبعاثات إذا تم القياس الكمي لبيانات الاستخدام في قطاعات بخاخات الأيروسول العامة.

٣-٧-٢ الفئة الثانوية لمصادر المذيبات

٣-٧-٢-١ المسائل المنهجية

تستخدم مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور كمذيبات في المجالات الأربعة الرئيسية التالية:

- ١١' التنظيف البالغ الدقة
- ٢٢' تنظيف الإلكترونيات
- ٣٣' تنظيف المعادن
- ٤٤' تطبيقات الترسيب

وما زال استخدام مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية كمذيبات في مرحلة المهد. وتشمل المذيبات المستخدمة أو التي قد تستخدم مادة HFC43-10mee والهكسان المشبع بالفلور (وهو أحد مركبات الكربون المشبعة بالفلور) وغير ذلك من المواد التي لم تدرج في تقرير التقييم الثاني للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، بما في ذلك مادة HFC-365mfc.^{٤٧}

اختيار الطريقة

مثلما في حالة بخاخات الأيروسول فإن الانبعاثات الناجمة عن تطبيقات المذيبات تعتبر بشكل عام انبعاثات "فورية" لأن نسبة ١٠٠ في المائة من المادة الكيماوية تطلق خلال عامين. ومن اللازم لتقدير الانبعاثات معرفة مجموع مقدار المادة الكيماوية في منتجات المذيبات المباعة كل عام. ويمكن حساب انبعاثات مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور الناجمة عن استخدام المذيبات في السنة t وفقا للخطوط التوجيهية للهيئة على النحو التالي:

المعادلة ٣-٣٦

$$\text{Emissions in year } t = [(\text{Quantity of Solvents Sold in year } t) \bullet EF] + [(\text{Quantity of Solvents Sold in year } (t - 1)) \bullet (1 - EF)]$$

$$\bullet \text{ الانبعاثات في السنة } t = [\text{كمية المذيبات المباعة في السنة } t] \bullet \text{ معامل الانبعاثات} + [\text{كمية المذيبات المباعة في السنة } (t-1)] \bullet (1 - \text{معامل الانبعاثات})$$

وينبغي، مثلما في حالة بخاخات الأيروسول، أن تطبق المعادلة على كل مادة كيماوية على حدة تبعا لتصنيف البيانات المتاحة. وإضافة إلى ذلك، قد تطبق المعادلة أيضا على مختلف فئات المعدات. ويساوي مجموع انبعاثات مكافئ الكربون حاصل جمع انبعاثات مكافئ الكربون لكل مادة كيماوية.

ويمثل معامل الانبعاثات جزء المادة الكيماوية المنبعثة من المذيبات في السنة t. ويفترض أن عمر المنتج هو سنتان، ومن ثم فإن أي مقدار لا ينبعث أثناء السنة الأولى لا بد وأن ينطلق تحديدا في السنة الثانية والأخيرة. ويحتوي الشكل ٣-١٣ المعنون

^{٤٧} لا توفر الخطوط التوجيهية للهيئة "تعليمات بشأن الإبلاغ" إلا لغازات الاحتباس الحراري التي أدرجت إمكانات احتراقها العالمي في تقرير التقييم الثاني.

"شجرة قرارات للانبعاثات الفعلية (المستوى ٢) من الفئة الثانوية لمصادر المذيبات" على شجرة قرارات لتقدير الانبعاثات الفعلية.

اختيار معاملات الانبعاثات

من الممارسة السليمة استخدام معامل انبعاث نسبته في كل سنة ٥٠ في المائة من الشحنة الأولية في تطبيقات المذيبات.^{٤٨} ومن الممكن في بعض التطبيقات التي تستخدم فيها معدات جديدة تخفيض معدلات الفقد كثيرا وحدث الانبعاثات في مدة تزيد على عامين. ويمكن تحديد معاملات انبعاث بديلة في هذه الحالات باستخدام بيانات سعودية عن استخدام هذه المعدات والأدلة العملية المتعلقة بمعاملات الانبعاثات البديلة.^{٤٩} وينبغي إجراء توثيق دقيق لمعاملات الانبعاثات الخاصة ببلدان محددة.

وينبغي عدم إجراء تعديلات من أجل استخلاص ومعالجة المذيبات. ولئن كان من الممكن استخلاص وإعادة استعمال المذيبات التي تحتوي على مركبات الكربون الفلورية والهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور عدة مرات أثناء استخدامها جراء ارتفاع تكاليفها فإن المادة الكيماوية ستنتقل في المتوسط بعد ستة أشهر من بيعها في معظم الاستعمالات النهائية التي ينجم عنها انبعاثات.

اختيار بيانات الأنشطة

تساوي بيانات الأنشطة المتعلقة بهذا الاستعمال النهائي كمية كل مادة كيماوية يتم بيعها كمذيب في سنة معينة. ومثلما في حالة بخاخات الأيروسول، ينبغي جمع بيانات عن كميات المذيبات المنتجة محليا والمستوردة على السواء. ويمكن جمع البيانات المطلوبة باستخدام الطريقة النزولية أو السعودية، تبعا لطبيعة صناعة المذيبات الوطنية. ويتنوع المستعملون النهائيون في معظم البلدان تنوعا كبيرا وسيكون من العملي اتباع نهج نزولي.

البيانات النزولية

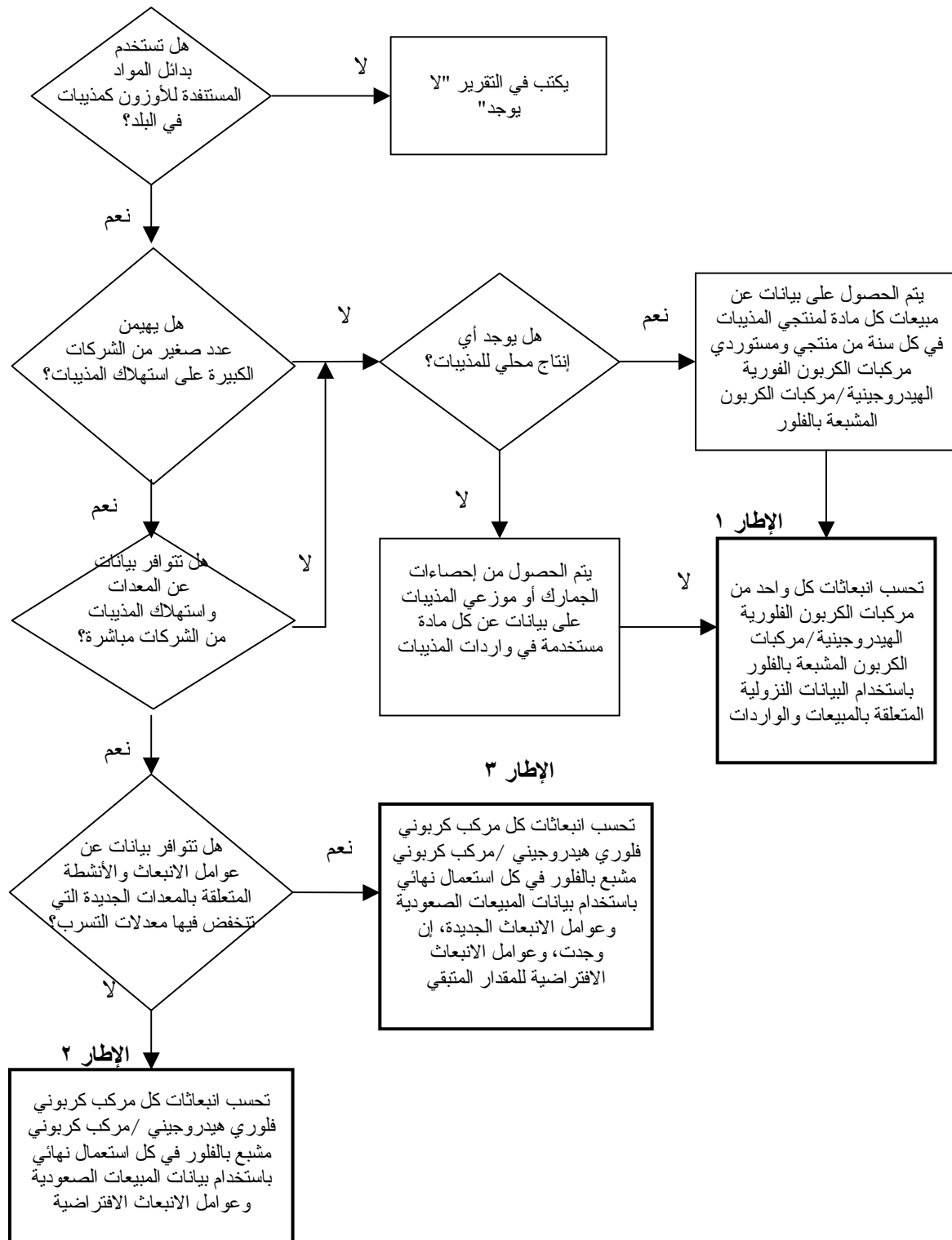
تساوي البيانات النزولية مقدار المبيعات أو الواردات السنوية من المادة الكيماوية المذبية في البلد. وينبغي توافر بيانات عن مبيعات المذيبات مباشرة من القائمين على صناعة المواد الكيماوية. ونظرا لعدم إنتاج المذيبات إلا في بضع بلدان فإن معظم البلدان تستورد بعض استهلاكها أو كله. ويمكن جمع بيانات عن واردات المذيبات من شركات التصنيع المصدرة على الرغم من أن المعلومات المتعلقة بالصادرات إلى بلدان معينة قد تعتبر سرية. وبدلا من ذلك يمكن استعمال إحصاءات الاستيراد التي يتم الحصول عليها من هيئات الجمارك أو موزعي المذيبات المستوردة. والحصول على بيانات عن واردات المذيبات يكون أيسر من الحصول على بيانات عن واردات بخاخات الأيروسول حيث تستورد المذيبات في العادة بكميات كبيرة وليس في عبوات صغيرة.

وفي حالة اختيار معاملات انبعاثات محددة لأنواع معينة من المعدات فسوف يلزم تفصيل بيانات الاستهلاك حسب فئات هذه المعدات. ويتطلب ذلك بشكل عام اتباع نهج سعودي.

^{٤٨} أنظر الحاشية ٤٧.

^{٤٩} كارشادات يسترشد بها فإنه في حال مبيعات المعدات الجديدة، تتراوح نسبة الغاز الذي سينطلق بين ١٠ و ٢٠ في المائة ويترسب الغاز المتبقي. وأما في السنوات اللاحقة فتكون المبيعات لأغراض الصيانة ويمكن اعتبار أن نسبة الغاز المنبعث تبلغ ١٠٠ في المائة.

الشكل ٣-١٣ شجرة قرارات لتابعات الفعلية (المستوى ٢) من الفئة الثانوية لمصادر المذيبات



البيانات السعودية

تشمل بيانات الأنشطة السعودية عدد المعدات أو العبوات المحتوية على المذيبات والشحنة الموجودة بداخلها. ويعتبر النهج السعودي مناسباً في الحالات التي تستهلك فيها الشركات الكبرى معظم المذيبات المباعة حيث سيتسنى الحصول على بيانات

تفصيلية عن الاستعمالات النهائية للمذيبات من بضعة كيانات كبيرة. كما قد يلائم النهج السعودي الحالات التي تتوفر فيها معاملات انبعاثات خاصة بالمعدات.

الاستيفاء

يتوقف الاستيفاء على توافر بيانات الأنشطة. وقد تحتاج وكالات حصر الغازات في البلدان التي لا تنتج المذيبات محليا إلى استخدام أحكام الخبراء في تقدير بيانات الأنشطة حيث من المرجح عدم استيفاء الإحصاءات المتعلقة بالواردات (انظر القسم ٢-٦-٥ تحت عنوان "أحكام الخبراء" من الفصل السادس المعنون "التطبيق العملي لقياس مقدار عدم التيقن").

وضع متسلسلة زمنية متسقة

ينبغي حساب الانبعاثات الناجمة عن المذيبات باستخدام نفس الطريقة ونفس مصادر البيانات في كل سنة من سنوات المتسلسلة الزمنية. وفي حالة عدم توافر بيانات متسقة في أي من سنوات المتسلسلة الزمنية، ينبغي إعادة حساب الثغرات وفقا للإرشادات الواردة في الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب".

تقييم عدم التيقن

تحظى الفرضية الأساسية المتمثلة في أن كل المذيبات تنطلق خلال سنتين بقبول واسع النطاق وينبغي ألا تقضي إلى خطأ كبير. وينبغي بالمثل أن تتسم بيانات الأنشطة بالموثوقية نظرا لقلّة عدد شركات تصنيع المواد الكيماوية وارتفاع تكلفة الغاز، وهو ما من شأنه أن يقلل من المخزون الاحتياطي، ونظرا للطابع الابتعائي البالغ ١٠٠ في المائة للاستعمال في معظم التطبيقات.

٢-٢-٧-٣ التقارير والوثائق

ينبغي لوكالات حصر الغازات الإبلاغ عن معامل الانبعاثات المستخدم والأساس العملي الذي تستند إليه أي معاملات خاصة ببلدان محددة. وينبغي الإبلاغ عن بيانات الأنشطة المتعلقة بمبيعات وواردات المواد الكيماوية ما لم تكن هناك دواع للسرية نظرا لقلّة عدد شركات التصنيع والمواقع التي توجد فيها. (قد لا يوجد مثلا في الوقت الراهن سوى منتج واحد لكل مركب). وفي الحالات التي يوجد فيها أقل من ثلاث شركات لتصنيع مواد كيماوية محددة للاستخدام كمذيبات، يمكن دمج التقارير في قطاع باخاخات الأيروسول لأن التطبيقات في القطاعين كليهما تعتبر ذات قدرة انبعاثية بنسبة ١٠٠ في المائة (انظر القسم ٣-٧-١-٢ أعلاه). وفي هذه الحالة ينبغي عدم تعيين انبعاثات الغازات المنفردة حفاظا على السرية وينبغي الإبلاغ عن الانبعاثات بأطنان مترية من مكافئات ثاني أكسيد الكربون.

٣-٢-٧-٣ ضمان/مراقبة جودة الحصر

من الممارسة السليمة إجراء اختبارات لمراقبة الجودة كما هو موضح في الجدول ٨-١ من الفصل الثامن، ومراجعة خبراء لتقديرات الانبعاثات. وقد يكون من الملائم أيضا إجراء اختبارات إضافية لمراقبة الجودة كما هو مبين في القسم ٨-٧ من الفصل الثامن واتباع إجراءات ضمان الجودة، وبخاصة في حالة استخدام طرق المستويات العليا لتحديد الانبعاثات المتولدة عن فئة هذه المصادر. وتشجع وكالات حصر الغازات على استعمال طرق المستويات العليا في ضمان/مراقبة الجودة لفئات المصادر الرئيسية كما هو محدد في الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب".

وبالإضافة إلى الإرشادات الواردة في الفصل الثامن المعنون "ضمان ومراقبة الجودة" فإننا نتطرق أدناه إلى إجراءات محددة ذات صلة بفئة هذه المصادر:

- تحقيقاً لدقة ضمان/مراقبة الجودة، ينبغي تجميع بيانات نزولية وبيانات عن الاستعمال النهائي على السواء. وإتاحة إجراء تقييم مستقل لمستوى جودة الإبلاغ عن البيانات، ينبغي تحديد عدد شركات التصنيع والموزعين إضافة إلى المستعملين النهائيين الذي يتم إجراء مقابلات معهم.
- عند تطبيق معاملات الانبعاثات وبيانات الأنشطة الخاصة بمختلف تطبيقات المذيبات، ينبغي أن تنتم بيانات الأنشطة التي يتم الحصول عليها بنفس القدر من التفصيل.

٣-٧-٣ الفئة الثانوية لمصادر الرغاوى

٣-٧-٣-١ المسائل المنهجية

يتزايد استخدام مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية كبدايل لمركبات الكربون الفلورية الكلورية ومركبات الكربون الفلورية الكلورية الهيدروجينية في تطبيقات الرغاوى، مثل العزل والتوسيد والتغليف. والمركبات التي قد تستخدم تشمل المواد HFC-245fa و HFC-365mfc و HFC-134a و HFC-152a. وفي الرغاوى المفتوحة الخلية يرحح حدوث انبعاثات مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية المستخدمة كعوامل نفخ أثناء عملية التصنيع. وفي رغاوى الخلايا المغلقة، تتطلق الانبعاثات على مدى فترة أطول (تمتد مثلا إلى ٢٠ عاما).

اختيار الطريقة

تصف شجرة القرارات في الشكل ٣-١٤ المعنون " شجرة قرارات للانبعاثات الفعلية (المستوى ٢) من الفئة الثانوية لمصادر الرغاوى " طرق الممارسة السليمة لتقدير مستوى الانبعاثات.

وتقترح الخطوط التوجيهية للهيئة حساب الانبعاثات الناجمة عن رغاوى الخلايا المفتوحة بشكل مستقل عن الانبعاثات الناجمة عن رغاوى الخلايا المغلقة:

رغاوى الخلايا المفتوحة: نظرا لحدوث انطلاق فوري لمركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور المستخدمة في نفخ رغاوى الخلايا المفتوحة فإن كل الانبعاثات تتطلق في بلد التصنيع. وتحسب الانبعاثات وفقا للمعادلة التالية الواردة في الخطوط التوجيهية للهيئة:^{٥٠}

المعادلة ٣-٣٧

**Emissions from Open-cell Foam = Total Annual HFCs and PFCs Used
in Manufacturing Open-cell Foam**

الانبعاثات الناجمة عن رغاوى الخلايا المفتوحة = مجموع مقدار مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور المستخدمة سنويا في تصنيع رغاوى الخلايا المفتوحة

رغاوى الخلايا المغلقة: تحدث الانبعاثات الناجمة عن رغاوى الخلايا المغلقة عند ثلاث نقاط مميزة:

- ١٦٦ المقادير المفقودة في السنة الأولى أثناء التصنيع والتركيب: تتطلق هذه الانبعاثات حيثما يصنع المنتج.
- ٢٦٦ المقادير المفقودة سنويا (المقادير المفقودة في الموقع جراء الاستخدام): تفقد رغاوى الخلايا المغلقة جزءا من شحناتها الأولية كل عام إلى أن يتوقف استعمالها. وتحدث هذه الانبعاثات حيثما يستخدم المنتج.
- ٣٦٦ المقادير المفقودة جراء التخريد: كما تتطلق الانبعاثات عند التخريد حيثما يستخدم المنتج.

^{٥٠} الانبعاثات الفعلية الناجمة عن كل واحدة من المواد الكيماوية المستخدمة في هذه التطبيقات تساوي الانبعاثات المحتملة.

وتقدم الخطوط التوجيهية للهيئة في القسم ٣-٤-١٧-٣ في المجلد الثالث تحت عنوان "تقدير انبعاثات مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور الناجمة عن نفخ الرغاوى" معادلة لحساب الانبعاثات الناجمة عن نفخ الرغاوى تراعى فيها نقطتا الانبعاث الأوليان. ولإعداد تقدير كامل للانبعاثات الناجمة عن هذا المصدر فمن الممارسة السليمة إضافة حد ثالث إلى المعادلة لمراعاة المقادير المفقودة نتيجة التخريد والتدمير الكيماوي كلما توافرت البيانات. وهكذا فإن المعادلة المقترحة تسير على هذا النحو:

المعادلة ٣-٣٨

$$\begin{aligned} \text{Emissions from Closed-cell Foam} = & [(Total\ HFCs\ and\ PFCs\ Used\ in\ Manufacturing\ New \\ & \text{Closed-cell Foam in year } t) \bullet (\text{first-year Loss Emission Factor})] \\ + & [(Original\ HFC\ or\ PFC\ Charge\ Blown\ into\ Closed-cell\ Foam\ Manufacturing\ between\ year\ t \\ & \text{and year } t - n) \bullet (\text{Annual Loss Emission Factor})] \\ + & [(Decommissioning\ Losses\ in\ year\ n) - (HFC\ or\ PFC\ Destroyed)] \end{aligned}$$

الانبعاثات الناجمة عن رغاوى الخلايا المغلقة = [(مجموع مركبات الكربون الفلورية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور المستخدمة في تصنيع رغاوى الخلايا المغلقة الجديدة في السنة t) • (معامل الانبعاثات للفقد في السنة الأولى)] + [(الشحنة الأصلية لمركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية أو مركبات الكربون المشبعة بالفلور المنفوخة في رغاوى الخلايا المغلقة فيما بين السنتين t و t-n) • (معامل الانبعاثات للفقد السنوي)] + [(المقادير المفقودة جراء التخريد في السنة n) - (المقدار المدمر من مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية أو مركبات الكربون المشبعة بالفلور)]

حيث:

$$n = \text{عمر منتج رغاوى الخلايا المغلقة}$$

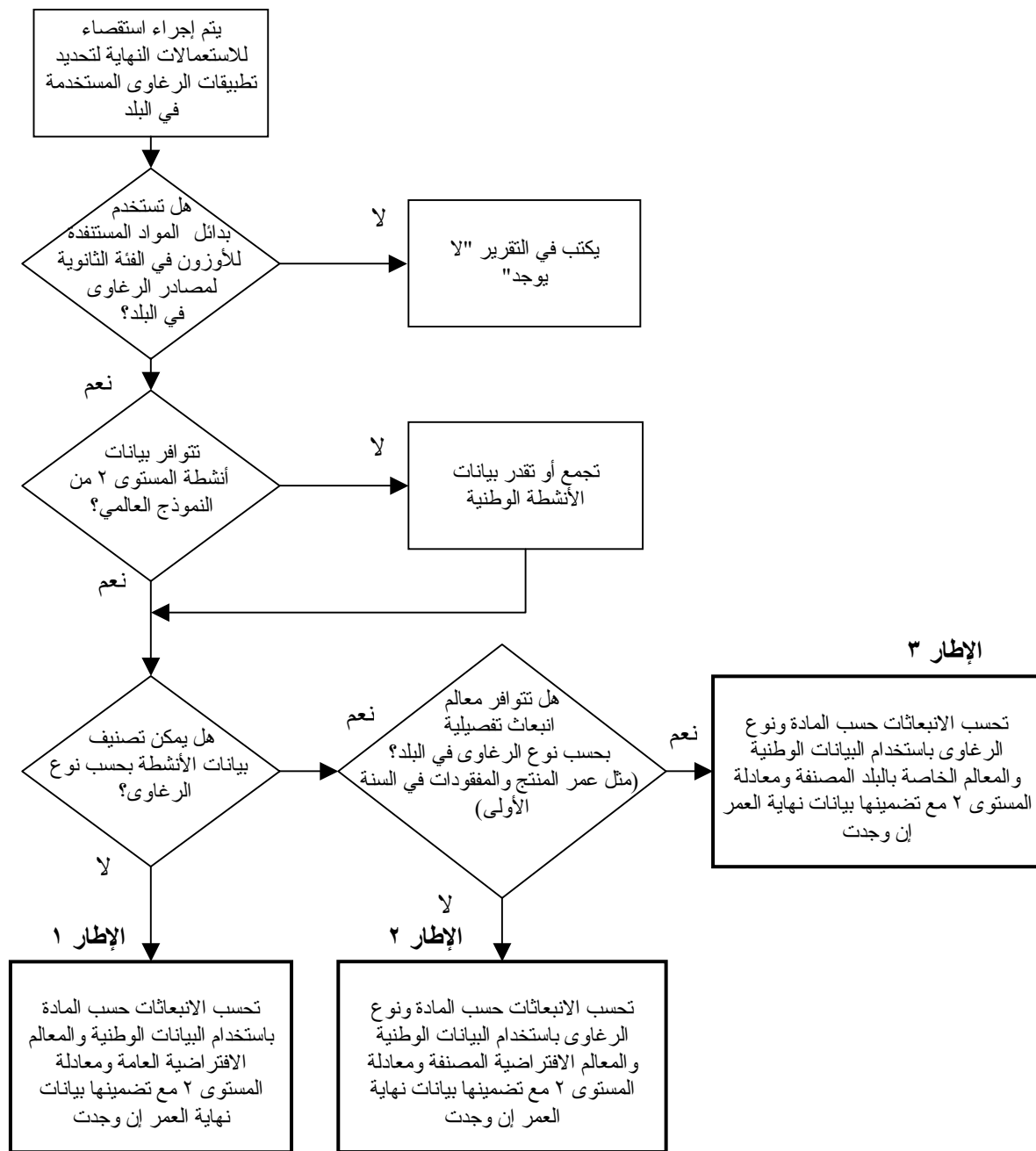
المقادير المفقودة جراء التخريد = المادة الكيماوية المتبقية في نهاية العمر العملي عند التخلص من معدات الفقد.

وينبغي تطبيق هذه المعادلة على كل مادة كيماوية وعلى كل تطبيق من تطبيقات الرغاوى الرئيسية كل على حدة. وتساوي انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون حاصل جمع انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون في كل مجموعة من أنواع المواد الكيماوية وتطبيقات الرغاوى.

ويلزم لتطبيق هذا النهج تجميع البيانات الجارية والتاريخية المتعلقة بالمبيعات السنوية من المواد الكيماوية لصناعة الرغاوى في الفترة السابقة مباشرة والمتضمنة متوسط مدة عمر رغاوى الخلايا المغلقة (مثل العشرين عاما الأخيرة). وما لم يكن ممكنا جمع بيانات عن المقادير المفقودة المحتملة عند التخريد فينبغي افتراض أن كل المادة الكيماوية غير المبتعثة أثناء التصنيع ستنتقل أثناء مدة عمر الرغاوى.

ويمكن تعديل هذا النهج باستخدام بيانات الأنشطة التي يوفرها نموذج عالمي يوزع بدقة بيانات الإنتاج المعروفة على مختلف تطبيقات الرغاوى في شتى المناطق في كافة أنحاء العالم. ويمكن حينئذ استخدام هذه البيانات مع معاملات الانبعاثات المجزأة الواردة في الجدول ٣-١٧ المعنون "معاملات الانبعاثات الافتراضية للمركبات الكربونية الفلورية الهيدروجينية/مركبات الكربون المشبعة بالفلور المتولدة عن رغاوى الخلايا المغلقة".

الشكل ٣-١٤ شجرة قرارات للتبعثات الفعلية (المستوى ٢) الناجمة عن الفئة الثانوية لمصادر الرغاوى



اختيار معاملات الانبعاثات

مثلما في فئات المصادر الثانوية الأخرى فإن أول اختيار لمعاملات الانبعاثات هو بوضع واستعمال البيانات الخاصة بالبلد والمراجعة من النظراء والجيدة التوثيق استنادا إلى البحث الميداني. وكما سبقت الإشارة، إذا لم تتوفر أي معلومات عن المقادير المفقودة جراء التخريد فينبغي مراعاة استهلاك المواد الكيماوية عند تحديد معاملات انبعاثات المقادير المفقودة في السنة الأولى والمقادير المفقودة سنويا.^{٥١}

^{٥١} كما لاحظنا أن التخريد لا ينطوي بالضرورة على فقد كامل لعامل النفخ في هذه المرحلة إما بسبب نوع من الاستعمال الثانوي أو بسبب التخلص من الجهاز دون أن يمس (مثل الكثير من الثلجات). ويمكن اعتبار هذا كنوع من خيارات التعامل مع نهاية العمر المتاحة للدول،

وفي حالة عدم توافر بيانات خاصة بالبلدان ، يمكن استعمال الفرضيات الافتراضية. ويقدم الجدولان ٣-١٨ و ٣-١٩ فرضيات معاملات الانبعاثات الافتراضية للممارسة السليمة الموافقة لآخر ما توصلت المعرفة الحالية حول أهم تطبيقات رغاوى الخلايا المغلقة الحالية. وسوف يتطلب استعمال هذه العوامل بيانات عن مبيعات المواد الكيماوية ومخزون المواد الكيماوية المترسبة في المعدات المستخدمة في هذه التطبيقات.

وفي حالة عدم توافر سوى بيانات إجمالية عن مبيعات المواد الكيماوية من رغاوى الخلايا المغلقة وتعذر الحصول على معلومات عن أنواع محددة من الرغاوى فينبغي استعمال معاملات الانبعاثات الافتراضية الواردة في الخطوط التوجيهية للهئية^{٥٢}. ويبين الجدول ٣-١٧ هذه العوامل الافتراضية العامة.

الجدول ٣-١٧ معاملات الانبعاثات الافتراضية للمركبات الكربونية الفلورية الهيدروجينية/مركبات الكربون المشبعة بالفلور المتولدة عن رغاوى الخلايا المغلقة	
القيم الافتراضية	
مدة عمر المنتج	n = ٢٠ عاما
المقادير المفقودة في السنة الأولى	١٠ في المائة في السنة من الشحنة الأصلية من المركب الكربوني الفلوري الهيدروجيني أو المركب الكربوني المشبع بالفلور على الرغم من إمكانية انخفاض القيمة لتصل إلى ٥ في المائة في حالة إجراء قدر كبير من إعادة المعالجة أثناء التصنيع.
المقادير المفقودة سنويا	٤,٥ في المائة في السنة من الشحنة الأصلية من المركب الكربوني الفلوري الهيدروجيني أو المركب الكربوني المشبع بالفلور.
المصدر: غالمن وآخرون (١٩٨٦).	

الجدول ٣-١٨ معاملات الانبعاثات الافتراضية لتطبيقات المركبات الكربونية الفلورية الهيدروجينية - ١٣٤-أ (الفئة الثانوية لمصادر الرغاوى) (المستقاة من المعلومات القائمة عن المركبات الكربونية الفلورية الكلورية/مركبات الكربون المشبعة بالفلور المجمعة من البحوث الوطنية/الدولية)			
تطبيقات مادة HFC-134a	عمر المنتج بالسنوات	النسبة المئوية للمنفذ في السنة الأولى	النسبة المئوية للمنفذ السنوي
بولي يوريثان - السطح المتكامل ^(١)	١٢-١٥	٩٥	٢,٥
بولي يوريثان - اللوحة المتصلة	٥٠	١٠	٠,٥
بولي يوريثان - اللوحة المتقطعة	٥٠	١٢,٥	٠,٥
بولي يوريثان - الأجهزة	١٥-٢٠	٧,٥	٠,٥
بولي يوريثان - المحقون	١٥	١٢,٥	٠,٥
الرغاوى الوحيدة المكون ^(١)	٥٠	٩٥	٢,٥
بوليسترين/بولي إيثيلين المنبتق ^(١)	٥٠	٤٠	٣
(أ) تطبيقات مادة HFC-134a المصدر: أشفورد (١٩٩٩).			

وإن كان من الواضح أنها أقل فعالية من تكنولوجيات التدمير أو الاستخلاص البحتة. وينبغي أن تركز نماذج الانبعاثات في المستقبل الانتباه بشكل سليم على المسائل المتعلقة بنهاية العمر.

^{٥٢} لا يتم توفير معاملات انبعاثات لرغاوى الخلايا المفتوحة نظرا لانطلاق كل الانبعاثات أثناء السنة الأولى.

الجدول ٣-١٩

معاملات الانبعاثات الافتراضية لتطبيقات المركبات الكربونية الفلورية الهيدروجينية-٢٤٥ أ/المركبات الكربونية الفلورية الهيدروجينية 365mfc (الفئة الثانوية لمصادر الرغاوى) - المستقاة من المعلومات القائمة عن المركبات الكربونية الفلورية الكلورية/مركبات الكربون المشبع بالفلور المجمع من البحوث الوطنية/الدولية

النسبة المئوية للفقد السنوي	النسبة المئوية للفقد في السنة الأولى	عمر المنتج بالسنوات	تطبيقات HFC-245a/HFC-365mfc
٠,٥	٧,٥	٥٠	بولي يوريثان - اللوحة المتصلة
٠,٥	١٠	٥٠	بولي يوريثان - اللوحة المتقطعة
٠,٢٥	٤	١٥	بولي يوريثان - الأجهزة
٠,٥	١٠	١٥	بولي يوريثان - المحقون
٠,٧٥	٤٠	١٥	بولي يوريثان - الكتلة المتصلة
٠,٧٥	٤٥	١٥	بولي يوريثان - الكتلة المتقطعة
١	١٠	٥٠	
١	١٠	٢٥	بولي يوريثان - الصفائح المتصلة
١,٥	٢٥	٥٠	بولي يوريثان - رذاذ الرغاوى
٠,٧٥	٤٥	١٥	الكتلة المتقطعة الفينولية
١	١٠	٥٠	الصفائح المتقطعة الفينولية
المصدر: أشفورد (١٩٩٩).			

ويسفر استخدام هذه المعاملات عن انبعاث ٩٠ في المائة من الشحنات الأولية على مدى عشرين عاما من الاستعمال السنوي بعد انطلاق ١٠ في المائة أثناء السنة الأولى.

اختيار بيانات الأنشطة

يلزم الحصول على نوعين من بيانات الأنشطة لإعداد تقديرات الانبعاثات، وهذان النوعان من بيانات الأنشطة هما مقدار المادة الكيماوية المستعملة في تصنيع الرغاوى في البلد ومقدار المادة الكيماوية الكامنة داخل الرغاوى المستعملة في البلد. وتتباين المسائل المتعلقة بجمع البيانات المتصلة بهذين المجالين.

• **المادة الكيماوية المستعملة في تصنيع الرغاوى:** ينبغي أن يشمل مقدار كتلة المواد الكيماوية المستخدمة في صناعة نفخ الرغاوى مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور المنتجة محليا والمستوردة. وينبغي الحصول مباشرة على البيانات المتعلقة بالمبيعات المحلية من المواد الكيماوية لصناعة الرغاوى من شركات تصنيع المواد الكيماوية. ومثلما في حالة الفئات الثانوية لمصادر بدائل المواد المستنفدة للأوزون فقد تتوافر بيانات واردات المواد الكيماوية من مسؤولي الجمارك أو موزعي المواد الكيماوية.

وتنطلق كل انبعاثات رغاوى الخلايا المفتوحة أثناء التصنيع. وبذلك يلزم تحديد نصيب المادة الكيماوية المقترنة بتصنيع رغاوى الخلايا المفتوحة. ويمكن تحديد هذه البيانات من خلال استقصاء للاستعمالات النهائية أو يتم تقريبها عن طريق استعراض بيانات الاستعمالات النهائية المشابهة المتعلقة بمركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور.

● **المادة الكيماوية المنبعثة أثناء مدة عمر رغاوى الخلايا المغلقة:** ينبغي حساب ما يقترن بكل رغاوى الخلايا المغلقة المستعملة في البلد من مفقودات سنوية ناجمة عن التخريد. وسوف يتطلب ذلك النظر في استيراد وتصدير المنتجات المحتوية على رغاوى الخلايا المغلقة التي قد تتسم بقدر كبير من التعقيد.

وينبغي لوكالات حصر الغازات في البلدان التي تقوم بتصدير رغاوى الخلايا المغلقة أن تخصص هذه الكميات المصدرة من حسابات المقادير المفقودة سنويا والناجمة عن التخريد نظرا لانطلاق انبعاثاتها في البلد المستورد. وقد تتوافر من شركات التصنيع الكبرى بيانات عن الشحنة الكيماوية في صادرات رغاوى الخلايا المغلقة.

ولأغراض الاستيفاء، ينبغي في المقابل أن تقوم وكالات حصر الغازات في البلدان التي تستورد منتجات محتوية على رغاوى الخلايا المغلقة أن تدرج مقادير الانبعاثات الناجمة عن هذه المنتجات المستوردة. ونظرا للصعوبة الشديدة في تجميع إحصاءات واردات منتجات رغاوى الخلايا المغلقة فقد تحتاج وكالات حصر الغازات في البلدان التي لا تتطلق فيها الانبعاثات إلا من واردات رغاوى الخلايا المغلقة أن تستعمل أحكام الخبراء في تقدير هذه البيانات (انظر القسم ٦-٢-٥، أحكام الخبراء، من الفصل السادس المعنون "التطبيق العملي لقياس مقدار عدم التيقن").

وقد تستطيع وكالات حصر الغازات في المستقبل استعمال مجموعات البيانات الدولية المتعلقة بإنتاج واستهلاك مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية/مركبات الكربون المشبعة بالفلور لإعداد تقديرات لمحتوى المواد الكيماوية في رغاوى الخلايا المغلقة المستوردة. ومثال ذلك أن عملية جمع الإحصاءات في دراسة التقييم البيئي لبدائل الفلوروكربون قد جمعت بيانات عن الأنشطة العالمية المتعلقة بمادة HFC-134a في قطاع الرغاوى حتى عام ١٩٩٧^{٥٣} وعلى الرغم من الفهم الجيد نسبيا للبيانات العالمية فلا تتوافر في الوقت الراهن بيانات تفصيلية إقليمية.

الاستيفاء

تم تحديد خمسة عشر تطبيقا وأربع مواد كيماوية محتملة مستخدمة كعوامل نفخ (HFC-134a و HFC-152a و HFC-245fa و HFC-365mfc) في الفئة الثانوية لمصادر الرغاوى. ولأغراض الاستيفاء ينبغي لوكالات حصر الغازات تحديد ما إن كانت عوامل النفخ مستخدمة في كل تطبيق، وهو ما يشير إلى إمكانية وجود ٦٠ مركب من الناحية النظرية (انظر الجدول ٣-٢٠ المعنون "استخدام بدائل المواد المستفدة للأوزون في صناعة عوامل نفخ الرغاوى"). ومن الناحية العملية فإن هذه القائمة تنخفض لتصل إلى ٣٢ مركب من مجموعات المواد الكيماوية/التطبيقات المحتملة الواقعية على الرغم من وجود بعض أوجه التفاوت المحتملة على المستوى الإقليمي. كما ينبغي ملاحظة أن هذه الطريقة في هذه المرحلة لا تتصدى للاستعمالات المحتملة للمخاليط وسيتعذر في الواقع تعيين مختلف معاملات الانبعاثات لهذه النظم. والمشكلة الرئيسية التي ينطوي عليها الاستخدام المحتمل للمخاليط هي مشكلة رصد الأنشطة.

^{٥٣} مادة HFC-134a هي من أكثر ما يشيع استعماله من صور مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية. ويمكن الاطلاع على بيانات دراسة التقييم البيئي لبدائل الفلوروكربون على هذا الموقع : <http://www.afeas.org>

الجدول ٣-٢٠ استخدام بدائل المواد المستنفدة للأوزون في صناعة عوامل نفخ الرغاوى (انبعاثات منتجات الرغاوى بحسب الغاز-بدائل المواد المستنفدة للأوزون)				
بدائل عوامل نفخ الرغاوى الكربونية الفلورية الهيدروجينية ^(ب)				الفئات الثانوية
HFC-365mfc	HFC-245fa	HFC-152a	HFC-134a	
X	X	X	X	الرغاوى المرنة من بولي يوريثان
X	X	X	X	الرغاوى المنمنجة المرنة من بولي يوريثان
X	X	O	O	رغاوى السطح المتكامل من بولي يوريثان
O	O	X	O	الألواح المتصلة من بولي يوريثان
O	O	X	O	الألواح المتقطعة من بولي يوريثان
O	O	X	O	رغاوى الأجهزة من بولي يوريثان
O	O	X	O	الرغاوى المحقونة من بولي يوريثان
O	O	X	X	الكتلة المتصلة من بولي يوريثان
O	O	X	X	الرغاوى المتقطعة من بولي يوريثان
O	O	X	X	الصفائح المتصلة من بولي يوريثان
O	O	X	X	رذاذ الرغاوى من بولي يوريثان
X	X	O	O	الرغاوى الوحيدة المكون من بولي يوريثان
X	X	O	O	بوليستيرين/ بولي إيثيلين المنبثق
O	O	X	X	الكتلة الفينولية
O	O	X	X	الصفائح الفينولية

(ب) X = استخدام غير متوقع؛ O = الاستخدام الجاري أو المتوقع.

وضع متسلسلة زمنية متسقة

ينبغي لوكالة حصر الغازات اتباع طريقة متسقة في تقييم انبعاثاتها على مدى الفترة الزمنية. وفي الحالات التي لا يتم فيها مثلاً إنشاء أي نظام لرصد التخريد الفعلي عند البدء في عملية الحصر فسوف يتعذر كثيراً الحصول على بيانات بأثر رجعي عند النظر في التحول من البيانات "الافتراضية" إلى البيانات "الفعلية". وينبغي من ثم أن يكون هذا القرار موضع دراسة دقيقة في بداية عملية الإبلاغ. وينبغي إجراء أي عمليات لإعادة حساب التقديرات وفقاً للإرشادات الواردة في الفصل السابع.

تقييم عدم التيقن

تشير بيانات المبيعات الجارية إلى دقة التقديرات العالمية في حدود ١٠ في المائة وتتراوح نسبة دقة التقديرات الإقليمية بين ٣٠ و ٤٠ في المائة وقد يزيد مقدار عدم التيقن في المعلومات النزولية المتعلقة ببلدان محددة على ٥٠ في المائة (ماك كالوك، ١٩٨٦). وسوف تزايد مستويات عدم التيقن جراء تطبيق معاملات الانبعاثات، وبخاصة إذا لم يمكن إلا استعمال معاملات الانبعاثات الافتراضية، هذا رغم ضرورة ملاحظة أن حساب مجموع الانبعاثات في سنة ما لا يعتمد إلا بشكل جزئي على دقة فرضيات الاستهلاك الجديد في تلك السنة. وتتسأ بقية الانبعاثات من تطبيقات الرغاوى المركبة ومن التطبيقات التي يتوقف استعمالها في تلك السنة. ونظراً لانطلاق معظم الانبعاثات في كثير من الحالات جراء التخريد فإن الفرضيات المتعلقة

بعمر المنتج قد ينجم عنها أعلى قدر من عدم التيقن في حسابات الانبعاثات الافتراضية. ولذلك فمن الأهمية البالغة أن تحتفظ وكالات حصر الغازات بسجلات لما تجريه من تقديرات للمنتجات المحتوية على مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية ووضع آلية ما لرصد التوقف الفعلي عند الاستعمال إن أمكن. وقد تساعد هذه السجلات على كفاءة عدم تجاوز مجموع الانبعاثات مجموع المدخلات مع مرور الوقت.

٣-٧-٣-٢ التقارير والوثائق

ينبغي الإبلاغ عن معاملات الانبعاثات جنباً إلى جنب مع توثيق البيانات المتعلقة ببلدان محددة. وينبغي الإبلاغ عن مبيعات المواد الكيماوية في صناعة نفع الرغاوى بما يضمن الحفاظ على سرية معلومات العمل. وتتعلق معظم مسائل السرية الناشئة عن تجميع أي بيانات بالأنشطة البالغة التركيز. ويمكن لمعالجة ذلك الإبلاغ عن الانبعاثات الناجمة عن الرغاوى كرقم وحيد شريطة إمكانية مراجعة عملية تحديد هذا الرقم في ظل شروط السرية المناسبة. ويفضل دائماً بطبيعة الحال الإعلان عن الانبعاثات الموحدة الناجمة عن التصنيع (السنة الأولى) واستخدامها (عمر المنتج) والتخريد (نهاية العمر) حتى يتسنى الاستمرار في التركيز على ما يطرأ من تحسينات في كل واحد من هذه المجالات. وإذا حدث في المستقبل أن قامت وكالات حصر الغازات باستعمال مجموعات البيانات العالمية والإقليمية فينبغي الإبلاغ عن النتائج المتعلقة بكيفية توزيع الانبعاثات على مستوى البلدان.

٣-٧-٣-٣ ضمان/مراقبة جودة الحصر

من الممارسة السليمة إجراء اختبارات لمراقبة الجودة على النحو المبين في الجدول ٨-١ من الفصل الثامن ومراجعة خبراء لتقديرات الانبعاثات. وقد يكون من الملائم أيضاً إجراء اختبارات إضافية لمراقبة الجودة كما هو مبين في القسم ٨-٧ من الفصل الثامن واتباع إجراءات ضمان الجودة، وبخاصة في حالة استخدام طرق المستويات العليا لتحديد الانبعاثات المتولدة عن فئة هذه المصادر. وتشجع وكالات حصر الغازات على استعمال طرق المستويات العليا في ضمان/مراقبة الجودة/لغات المصادر الرئيسية كما هو محدد في الفصل السابع المعنون "الاختبار المنهجي وإعادة الحساب".

ومن الشواغل الرئيسية كفاءة الحفاظ على سلامة البيانات الإقليمية والعالمية عن طريق تجميع التقديرات الخاصة ببلدان محددة وسوف تدعو الحاجة إلى تناول هذا الإسناد الترافقي في جزء كبير من عملية مراجعة ضمان/مراقبة الجودة.

٣-٧-٤ الفئة الثانوية لمصادر التبريد الثابت

٣-٤-٧-١ المسائل المنهجية

تستخدم مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور في المعدات الثابتة المستعملة في التبريد وتكييف الهواء كبداية لمركبات الكربون الفلورية الكلورية ومركبات الكربون الفلورية الكلورية الهيدروجينية. وتشمل أمثلة معدات التبريد الثلجات المنزلية وتبريد الأغذية المباعة بالتجزئة وتكييف الهواء للأغراض التجارية والسكنية ومستودعات التخزين البارد. كما تشمل هذه الفئة الثانوية في الوقت الحاضر التبريد في النقل، وهو بخلاف ما نتناوله في الفئة الثانوية لمصادر تكييف الهواء في المركبات (انظر القسم ٣-٧-٥ المعنون "الفئة الثانوية لمصادر تكييف الهواء في المركبات")^{٤٤}.

اختيار الطريقة

يستند نهج المستوى ٢ الوارد في الخطوط التوجيهية للهيئة إلى حساب الانبعاثات الناجمة عن تجميع معدات التبريد الثابتة وتشغيلها والتخلص منها. ونبين فيما يلي المعادلة العامة المستخدمة:

المعادلة ٣-٣٩

$$\text{Total Emissions} = \text{Assembly Emissions} + \text{Operation Emissions} + \text{Disposal Emissions}$$

مجموع الانبعاثات = الانبعاثات الناجمة عن التجميع + الانبعاثات الناجمة عن التشغيل + الانبعاثات الناجمة عن التخلص من المعدات

- تشمل الانبعاثات الناجمة عن التجميع الانبعاثات المقترنة بتصنيع المنتجات، حتى وإن تم تصدير هذه المنتجات في نهاية المطاف.
 - تشمل الانبعاثات الناجمة عن التشغيل كل الانبعاثات السنوية المتسربة من المعدات المستخدمة وكذلك الانبعاثات المقترنة بتشغيل المعدات. وينبغي أن يشمل ذلك كل المعدات المستخدمة في البلد بغض النظر عن مكان تصنيعها.
 - تشمل الانبعاثات الناجمة عن التخلص من المعدات مقدار مادة التبريد المنطلقة من الأنظمة التي يتم التخلص منها. ومثلما في حالة الانبعاثات الناجمة عن التشغيل ينبغي أن تشمل الانبعاثات الناجمة عن التخلص من المعدات كل وحدات المعدات في البلد الذي يتم فيه التخلص من هذه المعدات بغض النظر عن مكان تصنيعها.
- ومن الممارسة السليمة اتباع نهج المستوى ٢ النزولي باستخدام المبيعات السنوية من غاز التبريد. وأما النهج البديل، وهو النهج الذي تستخدم فيه البيانات الصعودية عن المعدات ومعاملات الانبعاثات المتعددة، فإنه يعتمد

^{٤٤} وينطبق ذلك بشكل خاص على النظم القائمة بذاتها. وينبغي تناول النظام الذي يعمل بمحرك باعتباره يندرج تحت تكييف هواء في المركبات (انظر القسم ٣-٧-٥ المعنون "الفئة الثانوية لمصادر التكييف في المركبات").

بشدة على كثافة البيانات ولا يرجح أن يسفر عن تحسن في مستوى الدقة، بيد أنه يعد ممارسة سليمة في ظل بعض الظروف الوطنية. وتصف شجرة القرارات في الشكل ٣-١٥ طرق الممارسة السليمة المتبعة في تقدير الانبعاثات. ويبين الجدول ٣-٢٢ معاملات الانبعاثات المستخدمة في النهج النزولية والصعودية والتحسينات المدخلة على البيانات الافتراضية المستخدمة في طريقة المستوى ٢.

النهج النزولي

فيما يتعلق بالنهج النزولي، يتم توحيد مراحل الانبعاث الثلاث في المعادلة المبسطة التالية:

المعادلة ٣-٤٠

$$\text{Emissions} = (\text{Annual Sales of New Refrigerant}) - (\text{Total Charge of New Equipment}) \\ + (\text{Original Total Charge of Retiring Equipment}) - (\text{Amount of Intentional Destruction})$$

الانبعاثات = (المبيعات السنوية من مادة التبريد الجديدة) - (مجموع شحنات المعدات الجديدة) + (المجموع الأصلي لشحنات المعدات المسحوبة من التداول) - (مقدار التدمير المقصود)

والمبيعات السنوية من مادة التبريد الجديدة هي مقدار المادة الكيماوية المستخدمة في قطاع التبريد في بلد معين في سنة ما. ويشمل هذا المقدار كل المادة الكيماوية المستعملة لملاء أو لإعادة ملء المعدات، سواء في حالة استخدام المادة الكيماوية لشحن المعدات داخل المصنع أم بعد التركيب أو في حالة استخدامها لإعادة شحن المعدات أثناء الصيانة. ولا يشمل المقدار المادة الكيماوية المعاد تدويرها.

ومجموع شحنات المعدات الجديدة هو حاصل جمع الشحنات الكاملة في كل المعدات الجديدة المباعة في البلد في سنة معينة. وهو يشمل المادة الكيماوية المطلوبة لملاء المعدات في المصنع والمادة الكيماوية المطلوبة لملاء المعدات بعد التركيب. كما أنه لا يشمل الانبعاثات الناجمة عن عملية الشحن أو المادة الكيماوية المستعملة لإعادة شحن المعدات أثناء الصيانة.

والمجموع الأصلي لشحنات المعدات المسحوبة من التداول هو حاصل جمع الشحنات الكاملة لكل المعدات المسحوبة في البلد في سنة معينة. ويشمل هذا المجموع المادة الكيماوية التي كانت مطلوبة أصلاً لملاء المعدات في المصنع والمادة الكيماوية التي كانت مطلوبة أصلاً لملاء المعدات بعد التركيب. وهو لا يشمل الانبعاثات الناجمة عن الشحن أو المادة الكيماوية المستخدمة لإعادة شحن المعدات أثناء الصيانة.

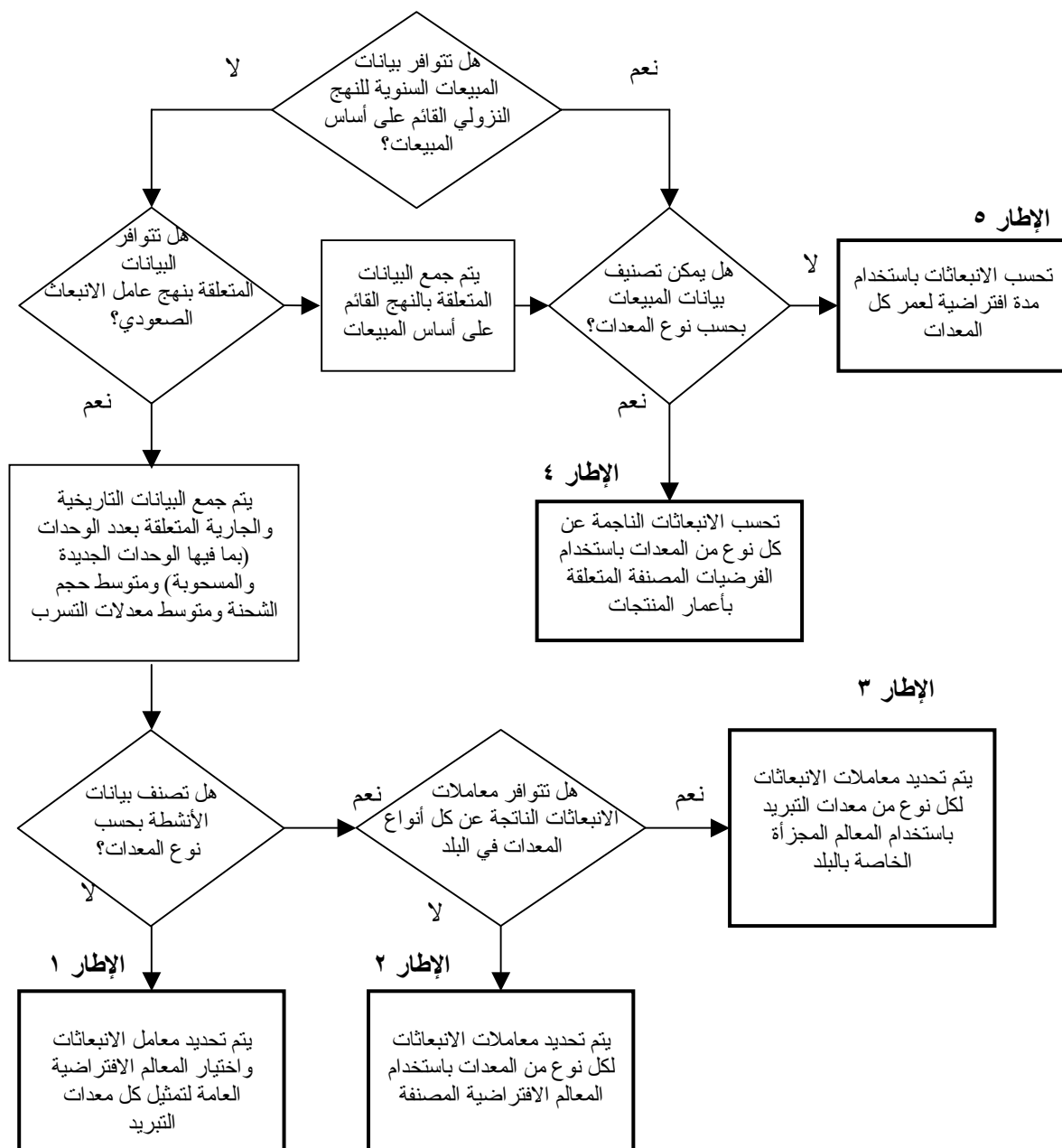
ويوجد في كل بلد مخزون من معدات التبريد القائمة التي تحتوي على مخزون قائم من غازات التبريد. ولذلك لا بد من استخدام المبيعات السنوية من غازات التبريد الجديدة لأحد الغرضين التاليين.^{٥٥}

- زيادة حجم مخزون المواد الكيماوية القائمة المستخدمة.

^{٥٥} تتطلب الصناعة أيضاً مواد كيماوية جديدة للمخزون الاحتياطي. ويمكن إضافة حد للمعادلة العامة لمراعاة هذا الاستخدام. ولا تتضمن المعادلة هذا الحد لأغراض التبسيط.

- استبدال الجزء المنطلق إلى الغلاف الجوي من مخزون المواد الكيماوية في السنة السابقة (بسبب التسرب والتخلص من المعدات مثلا).

الشكل ٣-١٥ شجرة قرارات الانبعاثات الفعلية (المستوى ٢) من الفئة الثانوية لمصادر التبريد



والفرق بين مجموع كمية الغاز المباع وكمية الغاز المستخدم لزيادة حجم مخزون المادة الكيماوية يساوي مقدار المادة الكيماوية المنبعثة إلى الغلاف الجوي. وتساوي الزيادة في حجم مخزون المادة الكيماوية الفرق بين مجموع شحنتي المعدات الجديدة والمعدات المسحوبة من التداول.

وباستخدام بيانات عن مبيعات الغاز الجارية والتاريخية بدلا من معاملات الانبعاثات المستمدة من المراجع فسوف تراعى في المعادلة الانبعاثات الناجمة عن التجميع والتشغيل والتخلص من المعدات في الزمان والمكان الذي تنطلق فيه هذه الانبعاثات.

ويرجع عدم دقة معاملات الانبعاثات الافتراضية لأن معدلات الانبعاثات قد تتفاوت كثيرا من بلد إلى بلد، بل وفي داخل البلد الواحد.

ويمكن تطبيق المعادلة على بعض أنواع المعدات أو بشكل أعم على كل معدات تكييف الهواء والتبريد في البلد، تبعاً لمستوى تصنيف بيانات الأنشطة. فإن توافرت بيانات الأنشطة، تجمع مقادير الانبعاثات الناتجة عن كل نوع من المعدات والمواد الكيماوية لتحديد مجموع الانبعاثات في القطاع.

النهج السعودي

يتطلب تنفيذ نهج المستوى ٢ السعودي إجراء تقدير لمقدار مادة التبريد في مخزون المعدات، ومعاملات الانبعاثات لتمثيل مختلف أنواع التسرب من المعدات (أي الانبعاثات الناجمة عن التجميع والتشغيل والتخلص من المعدات):

وفيما يتعلق بالانبعاثات الناجمة عن التجميع، ينبغي استخدام المعادلة التالية:

المعادلة ٣-١

$$\text{Assembly Emissions} = (\text{Total HFC and PFC Charged in year } t) \bullet (k / 100)$$

الانبعاثات الناجمة عن التجميع = (مجموع الكربون الفلوري الهيدروجيني والكربون المشبع بالفلور

$$\text{أثناء السنة } t) \bullet (k / 100)$$

حيث:

k = معامل الانبعاثات الذي يمثل النسبة المئوية للشحنة الأولية المنطلقة أثناء التجميع.

وتحسب الانبعاثات الناجمة عن التشغيل من مجموع مخزون مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية/مركبات الكربون المشبعة بالفلور في المعدات الجاري استعمالها. وينبغي استخدام المعادلة التالية:

المعادلة ٣-٢

$$\text{Operation Emissions} = (\text{Amount of HFC and PFC Stock in year } t) \bullet (x / 100)$$

الانبعاثات الناجمة عن التشغيل = (مقدار الكربون الفلوري الهيدروجيني والكربون المشبع بالفلور

$$\text{أثناء السنة } t) \bullet (x / 100)$$

حيث:

x = معدل التسرب السنوي كنسبة مئوية من مجموع الشحنة. ونظراً لحدوث التسرب من معدات التبريد بمعدلات مختلفة فإن من الممارسة السليمة تصنيف البيانات إلى فئات متجانسة (أي حسب العمر أو الحجم) وتحديد قيم معدل التسرب السنوي x في مختلف أنواع المعدات.

ولحساب الانبعاثات الناجمة عن التخلص من المعدات، يلزم معرفة متوسط مدة العمر (n) للمعدة والشحنة الأولية n في السنوات السابقة. ويمكن حينئذ حساب مقدار الانبعاثات الناجمة عن التخلص من المعدات وفقاً للمعادلة التالية:

المعادلة ٣-٤

$$\text{Disposal Emissions} = (\text{HFC and PFC Charged in year } t - n) \cdot (y / 100) \cdot (1 - z / 100) - (\text{Amount of Intentional Destruction})$$

الانبعاثات الناجمة عن التخلص من المعدات = (الكربون الفلوري الهيدروجيني والكربون المشبع بالفلور

المعبأ أثناء السنة t-n) • (y / 100) • (1 - z / 100)

- (مقدار التدمير السنوي)

حيث:

y = النسبة المئوية للشحنة الأولية المتبقية في المعدات وقت التخلص من المعدات.

z = كفاءة الاستخلاص وقت التخلص من المعدات. وفي حالة إعادة تدوير أي مادة كيميائية أثناء التخلص من المعدات، ينبغي

طرح النسبة المئوية من المجموع. وسوف يساوي الحد صفراً في حال عدم إجراء أي إعادة تدوير.

اختيار معاملات الانبعاثات

النهج النزولي (القائم على أساس المبيعات)

نظراً لاستناد هذا النهج إلى المبيعات الكيميائية وليس إلى معدلات التسرب من المعدات فإنه لا يتطلب استخدام معاملات الانبعاثات.

النهج السعودي

من الممارسة السليمة في اختيار معاملات الانبعاثات أن تستخدم البيانات الخاصة بالبلدان استناداً إلى المعلومات المقدمة من شركات تصنيع المعدات ومقدمي الخدمات وشركات التخلص من المعدات. وفي حالة عدم توافر البيانات، ينبغي لوكالات حصر الغازات استخدام معاملات الانبعاثات المبينة في الجدول ٣-٢٢ الذي يلخص أفضل التقديرات لشحنة المعدات ومدة العمر ومعاملات الانبعاثات. وتعتبر هذه القيم الافتراضية عن المعرفة الجارية بالصناعة ويتم توفيرها كنطاقات وليس بالأحرى كتقديرات ثابتة. وينبغي لوكالات حصر الغازات الاختيار ضمن النطاق وفقاً لظروف كل بلد وأن توثق الأسباب الداعية إلى هذه الاختيارات. وفي الحالات التي تجزأ فيها البيانات حسب فئات المعدات مثلما في الجدول ٣-٢١ فمن الممارسة السليمة استخدام أحكام الخبراء لتقدير النصيب النسبي في كل نوع من المعدات، واختيار معاملات الانبعاثات الملائمة لأكثر أنواع المعدات شيوعاً (انظر القسم ٦-٢-٥، أحكام الخبراء، من الفصل السادس المعنون "التطبيق العملي لقياس مقدار عدم التيقن").

اختيار بيانات الأنشطة

النهج النزولي (القائم على المبيعات)

ينبغي لوكالات حصر الغازات في البلدان التي تقوم بتصنيع المواد الكيميائية المستخدمة في التبريد أن تقدر المبيعات السنوية من غاز التبريد باستخدام المعلومات المقدمة من شركات تصنيع الكيماويات. وينبغي تجميع البيانات المتعلقة بالمواد الكيميائية المستوردة من إحصاءات الجمارك أو المستوردين أو الموزعين. (انظر الإطار

٣-٤: للاطلاع على معلومات بشأن كيفية استخدام الواردات والصادرات في تقدير المبيعات السنوية والكميات الأخرى الواردة في المعادلة).

ويمكن تقدير مجموع الشحنات في المعدات الجديدة باستخدام إما:

- المعلومات المقدمة من شركات تصنيع المعدات/المستوردين عن مجموع شحنات المعدات التي يقومون بتصنيعها أو بتصديرها
- أو المعلومات المقدمة من شركات تصنيع المواد الكيماوية/المستوردين عن مبيعاتهم إلى شركات تصنيع المعدات.

وقد يفضل مصدر المعلومات الأول على المصدر الثاني لأن بعض المعدات الجديدة قد لا يتم شحنها في المصنع في حين قد لا يستخدم جانب من مادة التبريد المباعة للمصنع في ملء المعدات الجديدة (لاستعماله مثلا في صيانة المعدات القائمة).

ويمكن تقدير المجموع الأصلي لشحنات المعدات المسحوبة من التداول باستخدام نفس المصادر المستخدمة في تقدير مجموع الشحنات في المعدات الجديدة. على أن البيانات في هذه الحالة تكون تاريخية حيث تأتي من السنة التي تم فيها إنشاء المعدات المسحوبة من التداول في السنة الجارية. وتحدد هذه السنة بطرح مدة عمر المعدات من السنة الجارية. ويمكن جمع معلومات عن مدد أعمار المعدات من شركات التصنيع والمستعملين. ويتضمن الجدول ٣-٢٢ القيم الافتراضية لأعمار سبعة من مختلف أنواع المعدات. وفي حالة عدم توافر بيانات عن أنواع محددة من المعدات فإن العمر الافتراضي لأجهزة التكييف والتبريد يتراوح بين ١٠ و ١٥ عاما.

الاستيفاء

يمكن تحقيق الاستيفاء في الطريقة النزولية إذا لم تتوافر بيانات عن غازات التبريد الجديدة وغازات التبريد المستخدمة في المعدات المسحوبة في السنة الجارية. وأما في الطريقة الصعودية فإن الاستيفاء يتوقف على المراعاة الكاملة لمخزون المعدات الجاري الذي قد ينطوي على تعقب كثير من البيانات.

وضع متسلسلة زمنية متسقة

ينبغي حساب الانبعاثات الناجمة عن التبريد الثابت باستخدام نفس الطريقة ونفس مصادر البيانات المستخدمة في كل سنة من سنوات المتسلسلة الزمنية. وفي الحالات التي لا تتوافر فيها بيانات لاستخدامها مع الطريقة الأكثر دقة في أي سنة من سنوات المتسلسلة الزمنية فينبغي إعادة الحساب وفقا للإرشادات الواردة في القسم ٧-٣-٢-٢ تحت عنوان "التقنيات البديلة لإعادة الحساب" من الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب".

الإطار ٣-٤

مراعاة واردات وصادرات غازات التبريد والمعدات

عند تقدير المبيعات السنوية من غازات التبريد الجديدة ومجموع شحنات المعدات الجديدة ومجموع الشحنات الأصلية في المعدات المسحوبة من التداول، ينبغي أن تراعي وكالات حصر الغازات وصادرات كل من المواد الكيماوية والمعدات. وسوف يكفل ذلك مراعاة الاستهلاك المحلي الفعلي للمواد الكيماوية والمعدات. ومثال ذلك أنه إذا استورد بلد ما كمية كبيرة من مادة HFC-134a لاستخدامها فينبغي حساب الكمية المستوردة كجزء من المبيعات السنوية. وأما إذا قام البلد بشحن عدد كبير من التلجالات المنزلية ثم قام بتصديرها فإن مجموع التلجالات المستوردة ينبغي طرحه من مجموع شحنات التلجالات المنزلية المصنعة في البلد للحصول على مجموع الشحنات في المعدات الجديدة.

النهج العام: ينبغي بشكل عام تقدير كمية المبيعات السنوية باستخدام الصيغة التالية:

المبيعات السنوية	+	المادة الكيماوية المصنعة محليا	+	المادة الكيماوية المستوردة بدون تعبئة	+	المادة الكيماوية المحتواة في المعدات المصدرة التي تم شحنها في المصنع
------------------	---	--------------------------------	---	---------------------------------------	---	--

وينبغي أن تكون كل الكميات مأخوذة من السنة التي يتم فيها إجراء التقدير. وينبغي بالمثل تقدير كمية مجموع شحنات المعدات الجديدة باستخدام الصيغة التالية:

مجموع شحنات المعدات الجديدة	+	المادة الكيماوية المستخدمة في شحن المعدات المصنعة محليا التي لم تشحن في المصنع	+	المادة الكيماوية المستخدمة في شحن المعدات المستوردة المشحونة في المصنع
-----------------------------	---	--	---	--

وينبغي تقدير مجموع الشحنات الأصلية في المعدات المسحوبة من التداول باستخدام نفس الطريقة المتبعة في تقدير مجموع الشحنات في المعدات الجديدة إلا أنه ينبغي أخذ كل الكميات من سنة صنع أو استيراد المعدات المسحوبة من التداول.

النهج المبسط: من الممكن عند تقدير المبيعات السنوية ومجموع الشحنات في المعدات الجديدة أن نتغاضى عن كميات المادة الكيماوية المستوردة أو المصدرة داخل المعدات المشحونة في المصنع لأن هذه الكميات تصبح لاغية في حساب مقدار الانبعاثات. على أنه ينبغي لوكالات حصر الغازات التي تستعمل عملية الحساب المبسطة أن تكفل ما يلي: (١) عدم التضارب في التعامل مع واردات وصادرات المعدات المشحونة في المصنع عند تقدير كل من المبيعات السنوية ومجموع الشحنات في المعدات الجديدة و (٢) الاستمرار في مراعاة واردات وصادرات المعدات المشحونة في المصنع عند تقدير مجموع الشحنات الأصلية في المعدات المسحوبة من التداول. ومع توقف المعدات الجديدة عن العمل في نهاية المطاف فقد ترغب البلدان في تعقب واردات وصادرات المعدات المشحونة في المصنع حتى وإن لم تكن هناك حاجة ماسة إلى هذه المعلومات لإجراء تقديرات السنة الجارية.

والصيغة المبسطة لحساب المبيعات السنوية هي:

المبيعات السنوية =	المواد الكيماوية المصنعة محليا	+	المواد الكيماوية المستوردة بدون تعبئة
--------------------	--------------------------------	---	---------------------------------------

والصيغة المبسطة لحساب مجموع الشحنات في المعدات الجديدة هي:

مجموع الشحنات في المعدات الجديدة =	المواد الكيماوية المستخدمة في شحن المعدات المصنعة محليا	+	المواد الكيماوية المستخدمة في شحن المعدات المستوردة التي لم تسحن في المصنع
------------------------------------	---	---	--

ولا بد من استخدام الصيغة الكاملة التي تراعي فيها واردات وصادرات المعدات المشحونة سلفا لحساب مجموع الشحنات الأصلية في المعدات المسحوبة من التداول.

تقييم عدم التيقن

يعرض الجدول ٣-٢٢ نطاقات معاملات الانبعاثات التي تبرز عدم التيقن المقترن بهذا القطاع. وبشكل عام فإن الطرق الفعلية السعودية التي تستند إلى معاملات الانبعاثات تكون أكثر دقة من الطرق النزولية التي تستخدم بيانات المبيعات. وينبغي لوكالات حصر الغازات التماس المشورة الصناعية بشأن عدم التيقن اعتمادا على أحكام الخبراء الموضحة في الفصل السادس المعنون "التطبيق العملي لقياس مقدار عدم التيقن".

٣-٧-٤-٢ التقارير والوثائق

يبين الجدول ٣-٢١ المعلومات المساندة اللازمة لكفالة شفافية تقديرات الانبعاثات المبلغ عنها.

الجدول ٣-٢١ توثيق الممارسات السليمة المتعلقة بالتبريد الثابت		
معلومات الإبلاغ عن الممارسات السليمة بحسب الطريقة المتبعة	المستوى ٢ (النزولي)	المستوى ٢ (السعودي)
مجموع المبيعات السنوية من غاز التبريد	X	
مجموع شحنة الأجهزة الجديدة	X	X
المجموع الأصلي لشحنة الأجهزة المسحوبة من التداول	X	X
مجموع شحنة كل مخزون الأجهزة		X
مدة عمر المعدات	X	X
توثيق مدة العمر، إن كانت تتعلق ببلدان محددة	X	X
معاملات الانبعاثات/الاستخلاص		X
توثيق معاملات الانبعاثات إن كانت خاصة بالبلد		X
المصدر: أحكام فريق الخبراء (انظر: الرؤساء المشاركون والمحروون والخبراء، انبعاثات بدائل المواد المستنفدة للأوزون)		

٣-٧-٤-٣ ضمان/مراقبة جودة الحصر

من الممارسة السليمة إجراء اختبارات لمراقبة الجودة كما هو مبين في الجدول ٨-١ من الفصل الثامن، ومراجعة خبراء لتقديرات الانبعاثات. وقد يكون من الملائم أيضا إجراء اختبارات إضافية لمراقبة الجودة كما هو مبين في القسم ٨-٧ من الفصل الثامن واتباع إجراءات ضمان الجودة، وبخاصة في حالة استخدام طرق المستويات العليا لتحديد الانبعاثات المتولدة عن فئة هذه المصادر. وتشجع وكالات حصر الغازات على استعمال طرق المستويات العليا في ضمان/مراقبة الجودة لفئات المصادر الرئيسية كما هو محدد في الفصل السابع المعنون "الاختبار المنهجي وإعادة الحساب".

وبالإضافة إلى الإرشادات الواردة في الفصل الثامن المعنون "ضمان/مراقبة الجودة" فإننا نتطرق فيما يلي إلى بعض الإجراءات ذات الصلة بفئة هذه المصادر الثانوية:

- من شأن تطبيق النهج السعودي والنهج النزولي المبسط على السواء أن يمكن من اختبار مقارن للتقدير النهائي للانبعاثات.
- من الأهمية البالغة التحقق من دقة معاملات الانبعاثات المستخدمة في الطريقة السعودية باستخدام البيانات النزولية حيث من المرجح أن يقترن بمعاملات الانبعاثات أكبر قدر من عدم التيقن.

كما ستقل هذه التقنية من إمكانية عدم مراعاة بعض الاستعمالات النهائية.

ويشبه ذلك عملية الحساب باتباع " النهج المرجعي " في قطاع الطاقة. ويستخدم في هذه المجموعة النهج النزولي كاختبار للتحقق من التكنولوجيات الأكثر تفصيلا والطرق القائمة على أساس التطبيقات.

الجدول ٢٢-٣ أفضل التقديرات (أحكام الخبراء) بشأن شحنة وعمر ومعاملات الانبعاثات الناجمة عن أجهزة التبريد الثابتة					
معاملات الانبعاثات (النسبة المئوية للشحنة الأولية في السنة)			مدة العمر (بالسنوات)	الشحنة (بالكيلو غرام)	التطبيق
(z)	(x)	(k)	(n)	(E _i charge)	العامل في المعادلة
الانبعاثات في نهاية مدة العمر (كفاءة الاستخلاص)	الانبعاثات في مدة المعمر	الانبعاثات الأولية			
70% من الباقي	$0.1 \leq e \leq 0.5$	$0.2 \leq e \leq 1$	$12 \leq t \leq 15$	$0.05 \leq c \leq 0.5$	التبريد المنزلي
$70 \leq r \leq 80\%$ من الباقي	$1 \leq e \leq 10$	$0.5 \leq e \leq 3$	$8 \leq t \leq 12$	$0.2 \leq c \leq 6$	التطبيقات التجارية القائمة بذاتها
$80 \leq r \leq 90\%$ من الباقي	$10 \leq e \leq 30$	$0.5 \leq e \leq 3$	$7 \leq t \leq 10$	$50 \leq c \leq 2000$	التبريد التجاري المتوسط والكبير
$70 \leq r \leq 80\%$ من الباقي	$15 \leq e \leq 50$	$0.2 \leq e \leq 1$	$6 \leq t \leq 9$	$3 \leq c \leq 8$	التبريد في وسائل النقل
$80 \leq r \leq 90\%$ من الباقي	$7 \leq e \leq 25$	$0.5 \leq e \leq 3$	$10 \leq t \leq 20$	$10 \leq c \leq 10K$	التبريد الصناعي، بما في ذلك تجهيز المأكولات والتخزين البارد
$80 \leq r \leq 95\%$ من الباقي	$2 \leq e \leq 15$	$0.2 \leq e \leq 1$	$10 \leq t \leq 30$	$10 \leq c \leq 2000$	معدات التبريد المركزي
$70 \leq r \leq 80\%$ من الباقي	$1 \leq e \leq 5$	$0.2 \leq e \leq 1$	$10 \leq t \leq 15$	$0.5 \leq c \leq 100$	أجهزة التكييف المنزلية وال تجارية، بما فيها مضخات الحرارة
ملحوظة: المقدار المفقود نتيجة التوزيع = ٢ إلى ١٠ في المائة من المبيعات السنوية من غاز التبريد (الرواسب المتبقية في الصهاريج والخسائر المتكبدة أثناء عملية النقل (ICF ١٩٩٨)). تحليل انبعاثات غازات التبريد الناجمة عن التخلص بشكل غير سليم من اسطوانات 30-Ib. أعدته شركة IFC Incorporated، واشنطن العاصمة، ٢ يونيو/حزيران، ١٩٩٨.					
ينبغي ملاحظة أن كل بلد سيسعمل ببياناته الوطنية الخاصة به عند إعداد قائمة حصر انبعاثات غازات الاحتباس الحراري.					

٣-٧-٥ الفئة الثانوية لمصادر تكييف الهواء في المركبات

٣-٧-٥-١ المسائل المنهجية

تستخدم صناعة السيارات مادة HFC-134a لتكييف الهواء في المركبات الجديدة منذ عام ١٩٩٥. والغرض من تكييف الهواء في المركبات هو تبريد الهواء لركاب السيارات والشاحنات والقطارات وعربات الترام والحافلات. وإضافة إلى ذلك فإن بعض الشاحنات تبرد حمولتها عن طريق نظام ذاتي الدفع (ضاغط متصل بالمحرك) تستخدم فيه مادة HFC-134a.

وكان الإجراء المتبع في الماضي في نظم تكييف هواء المركبات هو إطلاق غاز التبريد إلى الغلاف الجوي أثناء الصيانة. وقد تقل كثيرا الحاجة إلى غاز تبريد جديد بفضل تنفيذ برنامج لإعادة تدوير/استخلاص غاز التبريد عند صيانة أجهزة تكييف هواء المركبات.

اختيار الطريقة

تتوقف طرق الممارسة السليمة على الظروف الوطنية (انظر شجرة القرارات في الشكل ٣-١٦). ويرد نهج المستوى ٢ العام المتبع في تقدير الانبعاثات الناجمة عن كل أنواع وحدات التبريد وتكييف الهواء في القسم ٢-٤-١٧-٢ تحت عنوان "تقدير الانبعاثات الناجمة عن استخدام مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور في أجهزة التبريد وتكييف الهواء" من الخطوط التوجيهية للهيئة وكذلك في وصف الممارسة السليمة المتبعة في التبريد الثابت. وفيما يلي المعادلة العامة للمستوى ٢:^{٥٦}

المعادلة ٣-٤٤

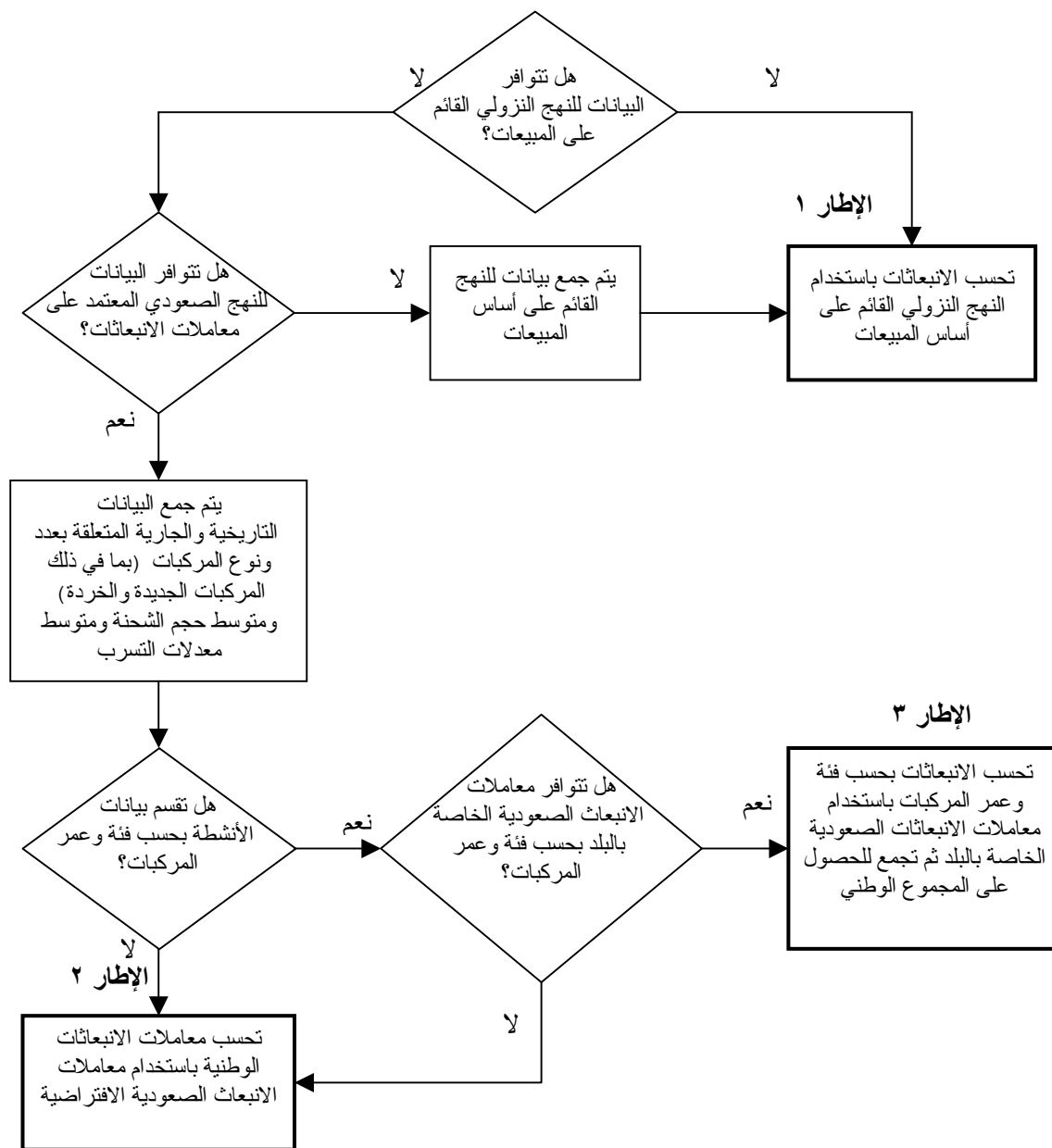
Annual Emissions of HFC-134a = 'First-Fill' Emissions + Operation Emissions + Disposal Emissions – Intentional Destruction

الانبعاثات السنوية لمادة HFC-134a = الانبعاثات الناجمة عن "الشحنة الأولى" + الانبعاثات الناجمة عن التشغيل + الانبعاثات الناجمة عن التخلص من الأجهزة – التدمير المقصود

وتشمل الانبعاثات الناجمة عن **الشحنة الأولى** انبعاثات غاز التبريد المنطلقة أثناء ملء كل وحدات تكييف هواء المركبات (الانبعاثات المحتملة في المستقبل) وقت تجميع الأجهزة عن طريق شركة تصنيع المركبات أو الجهة القائمة بتركيب نظام التكييف بعد طرحه في الأسواق في بلد ما، حتى وإن تم تصدير المركبات في نهاية المطاف. وتشمل الانبعاثات الناجمة عن التشغيل التسرب السنوي من كل أجهزة تكييف المركبات المستخدمة في بلد ما، بما في ذلك الانبعاثات الناجمة عن عمليات الصيانة وبغض النظر عن مكان تصنيعها. وتشمل الانبعاثات الناجمة عن التخلص من المعدات مقدار غاز التبريد المنطلق من نظم تكييف المركبات التي يتم التخلص منها.

^{٥٦} لأغراض هذه الفئة الثانوية فإن الانبعاثات الناجمة عن "الشحنة الأولى" ترادف مصطلح الانبعاثات الناجمة عن "التجميع" على النحو المستخدم في الفئة الثانوية لمصادر التبريد الثابت.

الشكل ٣-١٦ شجرة قرارات للانبعثات الفعلية (المستوى ٢) الناجمة عن الفئة الثانوية لمصادر تكييف الهواء في المركبات



النهج النزولي

يعد نهج المستوى ٢ النزولي من أدق الطرق المستخدمة لأنه لا يتسم بكثافة استخدام البيانات ولأنه يعتمد على البيانات الموثوقة ويتطلب فرضيات أقل. وتقدر الانبعثات في النهج النزولي باستخدام البيانات المتعلقة بمبيعات المواد الكيماوية لحساب حصة مجموع مبيعات مادة HFC-134a المستخدمة في صناعة تكييف هواء المركبات لتحل محل غاز التبريد المتسرب إلى الغلاف الجوي (مثل شركات تصنيع السيارات وشركات التركيب في مرحلة ما بعد التسويق وشركات خدمات الصيانة). وعند إضافة هذه القيمة إلى الانبعثات الناجمة عن "الشحنة الأولى" والتخلص من الأجهزة فإنها تساوي مجموع

الانبعاثات السنوية. ونعرض في نهاية هذا القسم المعادلة النزولية في شكلها الكامل. وفيما يلي أدناه المعادلة مقسمة إلى عناصرها التي تتألف منها:

وتحسب انبعاثات الشحنة الأولى باستخدام معامل انبعاثات لتمثيل جزء مادة HFC-134a (وهو مثلا ٠,٠٠٥) الذي يتسرب على هيئة انبعاثات منفلة (الفاقد جراء عملية التجميع) أثناء ملء المعدات لأول مرة:

المعادلة ٤٥-٣

First-Fill Emissions = (EF) • (Annual Virgin HFC-134a for First-Fill of New MAC Units)

الانبعاثات الناجمة عن الشحنة الأولى = معامل الانبعاثات • (المقدار السنوي لمادة HFC-134a البكر المستخدمة في الشحنة الأولى في وحدات تكييف هواء المركبات)

ولذلك فإن أي انبعاثات جديدة من مادة HFC-134a التي لم تتسرب كانبعاثات منفلة أثناء الشحن الأول ولم تستخدم في شحن وحدات التكييف الجديدة لا بد من استعمالها في صيانة الوحدات القائمة التي تسرب منها الغاز أثناء التشغيل في السنة السابقة. وبذلك يمكن حساب الانبعاثات الناجمة عن التشغيل وفقا للمعادلة التالية:

المعادلة ٤٦-٣

Operation Emissions = (Total Annual Virgin HFC-134a Sold to the MACs Industry) – (Total Annual Virgin HFC-134a for First-Fill of New MAC Units)

الانبعاثات الناجمة عن لتشغيل = (المجموع السنوي لمادة HFC-134a البكر لمبااعة إلى صناعة تكييف هواء المركبات) – (المجموع السنوي لمادة HFC-134a البكر المستخدمة في شحن وحدات تكييف هواء المركبات للمرة الأولى)

ويراعى ضمنا غاز التبريد المعاد تدويره والمستخلص في هذه المعادلة لأنه يقلل من مقدار مجموع المادة البكر المطلوبة في البلد أو المنطقة.^{٥٧}

والانبعاثات التي تنطلق بعد خدمات الصيانة النهائية لوحدات تكييف هواء المركبات تساوي مجموع مقدار مادة HFC-134a الموجودة في المركبات المحولة إلى خردة أثناء العام بعد طرح أي تدمير. وكشرط تحديدي فسوف يستمر تقدير الانبعاثات في المستقبل باستخدام هذه المعادلة حتى وإن لم تستخدم أي مقادير جديدة من HFC-134a في قطاع تكييف هواء المركبات:

المعادلة ٤٧-٣

Disposal Emissions = (Annual Scrap Rate of Vehicles with MACs Using HFC-134a)

- (Number of Vehicles with MACs Using HFC-134a)
- (Average HFC-134a Charge/Vehicle) – Destruction

الانبعاثات الناجمة عن التخلص من المركبات = (المعدل السنوي للتخلص من المركبات المزودة بأجهزة التكييف المشحونة بمادة HFC-134a)

- (عدد المركبات المزودة بأجهزة التكييف المشحونة بمادة HFC-134a)

- (متوسط شحنة مادة HFC-134a/في كل مركبة) - التدمير

وكما جاء من قبل ينبغي ألا تدرج في هذه المعادلة مادة HFC-134a المتجمعة أثناء الصيانة أو الاستخلاص التي تستخلص ويعاد تدويرها لأنها تقلل من مقدار مادة HFC-134a البكر (الجديدة) المطلوبة في البلد ومن ثم فإنها تقلل ضمنا من

^{٥٧} البلدان أو المناطق التي تجري عمليات إعادة تدوير أثناء الصيانة واستخلاص عند التخلص من السيارات الخردة ستستفيد كثيرا من انخفاض مجموع الانبعاثات. ويمكن لإعادة التدوير أثناء الصيانة وللاستخلاص من أن يخفضا من مجموع الانبعاثات بنسبة تقدر بنحو ٦٠ في المائة.

الانبعاثات. ومن شأن طرح مادة HFC-134a المعاد تدويرها والمستخلصة في هذه المرحلة أن يفضي إلى تقليل مفرط في تقدير الانبعاثات.

النهج السعودي

يمكن أيضا تطبيق طريقة المستوى ٢ من أسفل إلى أعلى عن طريق تقدير عدد وحدات تكييف هواء المركبات في البلد ومتوسط الشحنة لكل مركبة وتطبيق معاملات الانبعاثات التي تمثل معدلات التسرب. وتشبه معادلة الشحنة الأولى النهج النزولي:

المعادلة ٤٨-٣

$$\text{First-Fill Emissions} = (\text{Total HFC-134a Charged in year } t) \bullet (k / 100)$$

$$\text{انبعاثات الشحنة الأولى} = (\text{مجموع مادة HFC-134a المشحونة أثناء السنة } t) \bullet (k / 100)$$

وقيمة المتغير k شبيهة بمعامل الانبعاثات المتغير المستخدم في النهج النزولي لأنه يمثل النسبة المئوية للشحنة الأولى المنطلقة أثناء التجميع.

المعادلة ٤٩-٣

$$\text{Operation Emissions} = (\text{Amount of HFC-134a Stock in year } t) \bullet (x / 100)$$

$$\text{الانبعاثات الناجمة عن التشغيل} = (\text{مقدار مخزون مادة HFC-134a في السنة } t) \bullet (x / 100)$$

ويمثل معامل الانبعاثات x معدل الانبعاثات السنوية كنسبة مئوية من مجموع الشحنة. وينبغي تطبيق المعادلة على مختلف أنواع أجهزة تكييف المركبات لأن معدلات التسرب تتوقف على عمر ونوع المركبات. ويرجح ارتفاع معدلات التسرب في الوحدات القديمة المستخدمة في تكييف هواء المركبات عما في الوحدات الجديدة. وينبغي أن يشمل مجموع مادة HFC-134a في المركبات كل النظم التي يجري تشغيلها في البلد. ومن شأن تنفيذ برنامج للاستخلاص/إعادة التدوير لخدمة السيارات والمركبات الخردة أن يقلل كثيرا من الحاجة إلى غاز تبريد جديد.

ولحساب الانبعاثات الناجمة عن التخلص من المعدات، يلزم معرفة متوسط مدة عمر (n) المركبات والشحنة الأولى n في السنوات السابقة. ويمكن حينئذ حساب الانبعاثات الناجمة عن التخلص من المركبات وفقا للمعادلة التالية:

المعادلة ٥٠-٣

$$\text{Disposal emissions} = (\text{HFC-134a Charged in year } t - n) \bullet (y / 100) \bullet (1 - z / 100)$$

$$= \text{الانبعاثات الناجمة عن التخلص من المركبات}$$

$$(\text{مادة HFC-134a المشحونة في السنة } t-n) \bullet (y / 100) \bullet (1 - z / 100)$$

والمتغير y هو النسبة المئوية للشحنة الأولى المتبقية في وحدات التكييف وقت التخلص من المعدات، وتساوي z كفاءة الاستخلاص وقت التخلص من المعدات. وفي حالة إعادة تدوير أي غاز تبريد أثناء عملية التخلص من المعدات، ينبغي طرح النسبة المئوية من المجموع. وأما إذا لم يتم إجراء إعادة تدوير فإن z تساوي صفرا.

اختيار معاملات الانبعاثات**النهج النزولي**

لا يتطلب النهج النزولي سوى معامل انبعاث للانبعاثات الناجمة عن الشحنة الأولى. ومن الممارسة السليمة تطبيق معامل نسبته ٠,٥ في المائة (٠,٠٠٥) إذا لم تتوفر البيانات المقيسة. وينبغي إجراء توثيق كامل للفرضيات البديلة المستخدمة.

النهج السعودي

ينبغي أن تبتذل وكالات حصر الغازات التي تطبق النهج السعودي قصارى جهدها لتحديد قيم جارية للمعامل y, k, n, x خاصة بالبلد. وفي حالة استعمال قيم خاصة بالبلد فلا بد من إجراء توثيق كامل لها. وإذا لم تتوفر القيم الخاصة بالبلد فيمكن الرجوع إلى الجدول ٢٣-٣ الذي يبين معالم الانبعاثات الافتراضية المأخوذة عن الخطوط التوجيهية للهيئة ويتضمن تحديثا لبعض المعالم استنادا إلى آخر ما وصلت إليه الصناعة من خبرة.

الجدول ٢٣-٣ معالم الانبعاث الافتراضية لبدائل المواد المستنفدة للأوزون من الفئة الثانية لمصادر تكييف الهواء في المركبات (النهج السعودي)		
معالم الانبعاث السعودية	القيم الافتراضية المحددة من الهيئة	القيم الافتراضية المحدثة
متوسط مدة عمر المركبة (n)	١٢ عاما	١٢ عاما
معدل الانبعاثات الناجمة عن نظام تكييف هواء المركبات (x)	10-30%	10-20%
معدل الانبعاثات الناجمة عن الشحنة الأولى (x)	4-5%	0.5%
الشحنة المتبقية في العادة (y)	75%	40%
الجزء المستخلص ^أ (z)	0%	0%
(أ) يمثل الجزء المستخلص من خلال برنامج للاستخلاص/إعادة التدوير دالة كفاءة أجهزة الاستخلاص ومهارة الفني (مقدار مادة HFC-134a المستخلصة/المعاد تدويرها) وفعالية البرنامج (الجزء المتعلق بعمليات خدمات الصيانة التي تطبق البرنامج). المصدر: بيكر (١٩٩٩).		

ويتوقف معدل الانبعاثات الناجمة عن نظام تكييف هواء المركبات (x) بدرجة كبيرة على وجود برامج للاستخلاص وإعادة التدوير. وإذا كان البلد لديه هذا البرنامج فسوف تكون النهاية الدنيا للنطاق (أي ١٠ في المائة) ملائمة. وبدون هذا البرنامج فقد تقترب القيمة من ٢٠ في المائة. ويرتبط اختيار معامل انبعاث النظام باختيار الجزء المستخلص (z). وإذا كان لدى البلد برنامج للاستخلاص وإعادة التدوير فمن المرجح انخفاض الانبعاثات أثناء خدمات الصيانة وعند نهاية مدة عمر نظام تكييف هواء المركبة على السواء. وعليه ينبغي لوكالة حصر الغازات في البلد أن تستعمل قيمة لمعدل إعادة التدوير تكون أكبر من الصفر للجزء المستخلص z. وينبغي بالمثل أن تقوم وكالات حصر الغازات في البلدان التي ليس لديها برنامج للاستخلاص/إعادة التدوير باختيار قيمة عليا للمعدل x وقيمة نسبتها صفر في المائة للجزء z.

التحقق من الانبعاثات

ينبغي حدوث توافق بين النتائج النزولية والسعودية في حدود ١٠ في المائة.

اختيار بيانات الأنشطة

النهج النزولي

في إطار النهج النزولي، تشمل بيانات الأنشطة مقدار مادة HFC-134a المباعة لصناعة تكييف هواء المركبات، والمقدار المستخدم في الشحن الأولى، والمتغيرات المطلوبة لتحديد مقدار HFC-134a في المركبات الخردة، والمقدار المدمر من مادة HFC-134a، إن وجد. وندتالول فيما يلي مسائل جمع البيانات المتعلقة بكل حد.

- لا يشمل **مجموع مادة HFC-134a البكر** إلا غاز التبريد الجديد المباع للمستعملين النهائيين. ويشمل المستعملون النهائيون شركات تصنيع السيارات وشركات التركيب بعد طرح المنتجات في الأسواق ومراكز الإصلاح التي تقوم بشحن النظم بغاز التبريد قبل البيع. وينبغي ألا تتضمن تقديرات السنة الجارية مادة HFC-134a المدرجة في قائمة حصر غاز التبريد لدى الموزع وغاز التبريد الذي لم يتم بيعه للاستعمال في نظم تكييف هواء المركبات. وفي حالة وجود عدد كبير من المستعملين النهائيين، ينبغي لوكالات حصر الغازات الحصول على بيانات المبيعات مباشرة من شركات تصنيع المواد الكيماوية وموزعي غاز التبريد. وينبغي الحصول على البيانات المتعلقة بواردات المواد الكيماوية البكر من مسؤولي الجمارك أو المستوردين والموزعين.
- **مجموع الشحنات الأولى من مادة HFC-134a** هو مجموع مقدار مادة HFC-134a الذي تشتريه وتستخدمه في شحن نظم التكييف الجديدة، شركات صناعة السيارات أو شركات تركيب نظم تكييف هواء المركبات بعد طرحها في الأسواق. ويشمل ذلك المقادير المفقودة أثناء عملية الشحن (الانبعاثات الناجمة عن الشحن الأولى). وفي البلدان التي توجد لديها صناعات محلية لإنتاج السيارات، ينبغي أن تكون شركات تصنيع السيارات قادرة على توفير هذه البيانات. وينبغي توفر بيانات إضافية من شركات تركيب وحدات تكييف المركبات بعد طرحها في الأسواق.^{٥٨}
- **الانبعاثات الناجمة عن التخلص من المركبات**: إذا لم يكن معروفًا العدد الفعلي للمركبات الخردة المحتوية على مادة HFC-134a فينبغي تقديره على أساس **معدل تخريد المركبات**، وهو المعدل الذي يتم عنده سحب المركبات من الخدمة في البلد أو المنطقة. وينبغي، إن أمكن، تصنيف معدلات التخريد حسب سنة الطراز وينبغي تطبيق متوسط معدل التخريد لسنوات الطراز التي يتم فيها شحن أجهزة تكييف المركبات بمادة HFC-134a. وإذا تعذر الحصول على معدل تخريد المركبة من إحصاءات تسجيل المركبات فيمكن استعمال نسبة ٨ في المائة كقيمة افتراضية لمجموع أسطول المركبات. وينبغي الحصول على مجموع أعداد المركبات المسجلة في البلد من الإحصاءات الحكومية الرسمية. ويمكن الحصول على مجموع عدد مركبات الأسطول المزودة بأجهزة تكييف من شركات تصنيع السيارات والمستوردين. وينبغي الاستناد إلى أحكام الخبراء في تقدير مدى اختراق مادة HFC-134a في سوق أجهزة تكييف المركبات.
- **متوسط شحنات مادة HFC-134a** هو المتوسط المرجح لشحنات غاز التبريد في المركبات الموجودة في البلد. والقيمة الافتراضية الواردة في **الخطوط التوجيهية للهيئة** هي ٠,٨ كيلو غرام لكل مركبة.

^{٥٨} عند نقل السيارات الجديدة فإن غاز التبريد يعتبر في حاوية (أي نظام تكييف الهواء في المركبة) ولا يسفر عن انبعاثات.

- **تدمير مادة HFC-134a** ليس من الممارسات غير الشائعة في الوقت الراهن. على أنه إذا توافرت لدى وكالة حصر الغازات بيانات عن هذه الممارسات فينبغي إدراجها في المعادلة وتوثيقها لكفالة عدم الإفراط في تقدير انبعاثات.

ونعرض فيما يلي الجدول ٣-٢٤ الذي يبين المعالم الافتراضية:

الجدول ٣-٢٤ معالم الانبعاث الافتراضية المحددة من الهيئة لبدائل المواد المستنفدة للأوزون الناجمة عن الفئة الثانوية لمصادر تكييف الهواء في المركبات (النهج النموذجي)	
معالم الانبعاثات النهائية	القيمة الافتراضية
متوسط شحنة مادة HFC-134a	٠,٨٠ كيلو غرام لكل مركبة ^(١)
معدل تخريد المركبات	٨%
غاز التبريد المنطلق أثناء عملية "الشحن الأول" للمركبة	معامل الانبعاثات = ٠,٥% من متوسط شحنة النظام
(أ) ينطبق ذلك على سيارات الركاب. وينبغي استخدام قيمة ١,٢ كيلو غرام للمركبة في حالة الشاحنات الكبيرة (أتكنسون، ١٩٩٩). المصدر: أتكنسون وبيكر (١٩٩٩).	

النهج السعودي

يتطلب النهج السعودي بيانات عن مقدار مادة HFC-134a المشحونة في السنة، ومخزون HFC-134a في جميع أجهزة تكييف المركبات في كل سنة، والمقدار المتبقي في نهاية مدة عمر أجهزة التكييف في المركبات، كما هو مبين أدناه:

- **مجموع مادة HFC-134a** المستخدمة في الشحن الأول لوحدات تكييف المركبات هو نفس القيمة المطلوبة للنهج النزولي ويمكن الحصول عليه من شركات تصنيع السيارات وشركات تركيب وحدات تكييف المركبات بعد طرحها في الأسواق.
- **مخزون مادة HFC-134a** في السيارات العاملة أثناء السنة يساوي عدد المركبات في مجموع الأسطول الذي تستخدم فيه مادة HFC-134a مضروبا بمتوسط شحنة كل مركبة. وينبغي الحصول على هذه المعلومات من البيانات السنوية التي توفرها شركات تصنيع السيارات للسنوات n الأخيرة. ويمكن أن تستخدم أيضا في النهج السعودي القيمة الافتراضية البالغة ٠,٨ كيلو غرام/مركبة المستخدمة في النهج النزولي إن لم تتوفر بيانات عن أساطيل محددة.
- **مقدار مادة HFC-134a** التي استخدمت في الأصل لشحن وحدات التكييف قبل n سنة ينبغي أن تشمل الوحدات المنتجة والمشحونة محليا وكذلك الوحدات المستوردة. ومثلما في مجموع الشحنة فإن تحديد الشحنات التي استخدمت في الأصل يتطلب بيانات تاريخية عن الشحنة الأولى. وبالنظر إلى أن مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية لم تستخدم على نطاق واسع في أجهزة تكييف المركبات إلا في السنوات الأخيرة فمن غير اللازم الحصول على البيانات المطلوبة لأكثر من بضعة أعوام.

الاستيفاء

فيما يتعلق بالنهج النزولي، لا يلزم مراعاة السيارات المستوردة أو وحدات التكييف المستوردة لأنها تعتبر في

الأساس "حاويات". وتراعى الانبعاثات الناجمة عن الشحنات الأولى في بلد الصنع. على أنه بمجرد استيراد المركبات فإن البلد المستورد يراعي الانبعاثات الناجمة عن هذه المركبات استناداً إلى غاز التبريد المستخدم في خدمات الصيانة و "انبعاثات ما بعد الخدمة" المقدرة من مجموع تسجيلات السيارات (التي تشمل الواردات). وبالمثل، لا يلزم الإبلاغ عن الصادرات كفئة منفصلة من النظم حيث تتم مراعاتها في المعادلة. ولا يوضع في حساب بلد أو منطقة الصنع في المعادلة إلا انبعاثات التجهيز الناجمة عن الشحنات الأولى (٠,٥ في المائة من شحنات النظام) وأما كل الانبعاثات التي تحدث في المستقبل فتتم مراعاتها في بلد أو منطقة الصنع.

وفيما يتعلق بالنهج السعودي فإن الاستيفاء يتوقف على النطاق الذي تغطيه بيانات الأنشطة المتعلقة بالسيارات، وبخاصة بيانات الواردات والبيانات المتعلقة بوحدة تكييف المركبات التي يجري تشغيلها بعد طرحها في الأسواق.

وضع متسلسلة زمنية متسقة

ينبغي حساب الانبعاثات الناجمة عن تكييف هواء المركبات باستخدام نفس الطريقة ونفس مصادر البيانات المستخدمة في كل سنة من سنوات المتسلسلة الزمنية. وفي الحالات التي لا تتوفر فيها بيانات متسقة لنفس الطريقة في أي من سنوات المتسلسلة الزمنية فينبغي إعادة حساب هذه الثغرات وفقاً للإرشادات الواردة في القسم ٧-٣-٢، تقنيات إعادة الحساب البديلة، من الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب".

تقييم عدم التيقن

يقترن بالنهج السعودي قدر من عدم التيقن أكبر كثيراً من عدم التيقن المقترن بالنهج النزولي وذلك بسبب عدم وجود أي اختبارات داخلية لكفالة استيفاء عملية الحساب. وتوفر الطريقة النزولية حداً أعلى، وثم يقل الاحتمال بأن تتجاوز القيمة الحقيقية التقدير النزولي. وينبغي لوكالات حصر الغازات التماس المشورة الصناعية بشأن أوجه عدم التيقن باستخدام النهج المتبعة بالحصول على أحكام الخبراء المبينة في الفصل السادس المعنون "التطبيق العملي لقياس مقدار عدم التيقن".

٣-٧-٥-٢ التقارير والوثائق

ينبغي تجميع البيانات الأساسية الواردة في الجدول ٣-٢٥ والإبلاغ عنها.

وفيما يتعلق بالطريقة السعودية، من المهم أن تقوم وكالات حصر الغازات بالإبلاغ عن طريقة مراعاة مادة HFC-134a المستخلصة أثناء الخدمة (أي اختيار القيمة c). وينبغي إجراء توثيق واضح للصلة بقيمة الجزء المستخلص (z).

٣-٧-٥-٣ ضمان/مراقبة جودة الحصر

من الممارسة السليمة إجراء اختبارات لمراقبة الجودة على النحو المبين في الجدول ٨-١ من الفصل الثامن ومراجعة خبراء لتقديرات الانبعاثات. وقد يكون من الملائم أيضاً إجراء اختبارات إضافية لمراقبة الجودة كما هو مبين في القسم ٧-٨ من الفصل الثامن واتباع إجراءات ضمان الجودة، وبخاصة في حالة استخدام طرق المستويات العليا لتحديد الانبعاثات المتولدة عن فئة هذه المصادر. وتشجع وكالات حصر الغازات على استعمال طرق المستويات العليا في ضمان/مراقبة الجودة لفئات المصادر الرئيسية كما هو محدد في الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب".

الجدول ٢٥-٣ توثيق الممارسات السليمة في تكييف هواء المركبات				
مصدر البيانات	الصعدي	النزولي	البيانات التي يتم الإبلاغ عنها	مصدر البيانات
الحكومة	X	X	عدد المركبات الخردة	الإحصاءات الحكومية
الحكومة	X	X	سجلات السيارات في البلد	
الصناعة/الحكومة		X	كل مادة HFC-134a البكر المباعة إلى المستعملين النهائيين في سوق أجهزة تكييف هواء المركبات	موزعو غاز التبريد
الصناعة		X	كل مادة HFC-134a البكر المشتراة مباشرة من منتجي غاز التبريد (بما في ذلك مادة HFC-134a المستوردة)	شركات تصنيع السيارات
الصناعة	X	X	كل غاز التبريد المستخدم في "الشحنة الأولى" في نظم تكييف الهواء التي تستخدم مادة HFC-134a (t للطريقة السعودية)	
الصناعة	X	X	المتوسط المرجح لشحنة نظم التكييف المشحونة بمادة HFC-134a	
الصناعة	X	X	المركبات المباعة والنسبة المئوية المزودة بنظم التكييف التي تعمل بمادة HFC-134a	
الصناعة/الحكومة	X	X	مجموع عدد المركبات المستوردة والنسبة المئوية المزودة بنظام تكييف الهواء الذي يستخدم فيه مادة HFC-134a	مستوردو المركبات
الصناعة	X	X	كل مادة HFC-134a المستخدمة "للشحنة الأولى" في النظم الجديدة (t للطريقة السعودية)	شركات تصنيع/تركيب النظم بعد طرحها في الأسواق
الصناعة/الحكومة	X	X	عدد نظم التكييف المحتوية على مادة HFC-134a المباعة في البلد أو المنطقة	
الصناعة	X	X	الانبعاثات الفعلية الناجمة عن العملية إذا كانت مختلفة كثيرا عن الانبعاثات الافتراضية	شركات تصنيع وتركيب النظم الجديدة
الصناعة/الحكومة	X		جزء مادة HFC-134a المستخلص أثناء التخلص من المركبات (z)	المعلومات المطلوبة للطريقة السعودية
الصناعة	X		المعدل السنوي للتسرب من النظم القائمة (x)	
الصناعة	X		متوسط مدة عمر المركبة (n)	
الصناعة	X		الشحنة الأولية للنظم في السنة t-n	
الصناعة	X		مقدار مادة HFC-134a في النظم وقت التخلص من المركبات (y)	
الصناعة	X		الشحنة الأولية لنظم التكييف في السنة t-n	

المصدر: أحكام فريق الخبراء (انظر: الرؤساء المشاركون والمحرورون والخبراء، انبعاثات بدائل المواد المستنفدة للأوزون).

٣-٧-٦ الفئة الثانوية لمصادر الوقاية من الحرائق

٣-٧-٦-١ المسائل المنهجية

يوجد نوعان عامان من معدات الوقاية من الحرائق (إخماد الحرائق) التي تستعمل فيها الهالونات وبدائلها الجزئية من مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور، وهما: المعدات النقالة (السيالة) والمعدات الثابتة (الغامرة). وتستخدم مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور بصورة رئيسية كبدايل للهالونات في المعدات الغامرة.

اختيار الطريقة

صممت معدات الوقاية من الحرائق بحيث تطلق شحناتها الأولية أثناء حوادث الحرائق الفعلية. وقد كشفت الدراسات عن أن الاستخدام السنوي في إخماد الحرائق يمثل أقل من ٢ في المائة من القاعدة المركبة. وتمثل الانبعاثات الأخرى الناتجة عن التسرب والانبعاث العرضي أقل من ٥ في المائة من القاعدة المركبة سنويا. ونظرا لتكلفة المادة المستخدمة كعوامل إطفاء ونتيجة للدروس المستفادة من الإنهاء التدريجي للهالونات فإن نسبة كبيرة (٨٥ في المائة تقريبا) من مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور يتم استخلاصها في العادة عند نهاية العمر المستفاد منه في المعدات. ويستند العمر المستفاد منه في معدات الوقاية من الحرائق في العادة إلى العمر المستفاد منه في التطبيق الذي تجري حمايته. ومع شيوع استعمال نظم الوقاية من الحرائق التي تستعمل فيها مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور لحماية الأجهزة الإلكترونية فإن العمر المستفاد منه يقل في العادة عن ١٠ سنوات نظرا للتغيرات السريعة في تكنولوجيا الأجهزة الإلكترونية. ويتوقف اختيار طرق الممارسة السلمية على الظروف الوطنية (انظر شجرة القرارات في الشكل ٣-١٧ المعنون "شجرة قرارات للانبعثات الفعلية (المستوى ٢) الناجمة عن الفئة الثانوية لمصادر الوقاية من الحرائق"). وتحسب الانبعاثات وفقا للطريقة الواردة في الخطوط التوجيهية للهيئة كدالة لمركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور المشحونة في المعدات الجديدة أثناء السنة.

المعادلة ٣-٥١

Emissions of HFCs or PFCs in year t = (HFCs/PFCs Used to Charge New Fire Protection Equipment) • (Emission Factor in Percent)

انبعاثات مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور في السنة t = (مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية/مركبات الكربون المشبعة بالفلور المستخدمة في شحن المعدات الجديدة للوقاية من الحرائق) • (النسبة المئوية لمعامل الانبعاثات)

ويمثل معامل الانبعاثات الجزء السنوي الذي ينطلق من مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور المشحونة حديثا. وتنطلق مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور في الواقع على مدى فترة تزيد على السنة. ولذلك فإن معامل الانبعاثات يمثل أيضا الانبعاثات المنطلقة من

المعدات المشحونة في السنوات السابقة. وقد ينتج خطأ كبير جراء اختيار معامل انبعاث على أساس الإنتاج السنوي للتعبير عن عملية انبعاث متعددة السنوات.^{٥٩}

ومن الممارسة السليمة نمذجة الانبعاثات باتباع نهج نزولي مشابه للنهج المتبع في لجنة الخيارات التقنية لأشكال الهالونات التابعة لبروتوكول منتريال من أجل تقدير الانبعاثات الناجمة عن الهالونات. وإلى أن يتاح نموذج كهذا للاستعمال مع بدائل المواد المستنفدة للأوزون، ينبغي تعديل معادلة الهيئة لمراعاة المعدات المملوءة بمركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور في السنوات السابقة. ويمكن في ظل هذا التعديل مقارنة المعادلة بنهج المستوى ٢ النزولي الذي تطرقنا إليه عند تناول التبريد الثابت وتكييف هواء المركبات.^{٦٠}

المعادلة ٣-٥٢

$$\text{Emissions} = \text{Annual Sales of HFCs/PFCs for Fire Protection} \\ - (\text{HFCs/PFCs used to Charge New Fire Protection Equipment} \\ - \text{HFCs or PFCs Originally Used to Charge Retiring Fire Protection Equipment})$$

الانبعاثات = المبيعات السنوية من مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية/مركبات الكربون المشبعة بالفلور للوقاية من الحرائق - (مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية/مركبات الكربون المشبعة بالفلور المستخدمة في شحن المعدات الجديدة - مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية أو مركبات الكربون المشبعة بالفلور المستخدمة في الأصل لشحن المعدات المسحوبة من التداول).

والفرق بين الكمية السنوية لكل واحد من مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية/مركبات الكربون المشبعة بالفلور المباع إلى صناعة الوقاية من الحرائق وبين التغيير في حجم مجموع مخزون كل واحد من هذه المركبات يساوي مقدار المادة الكيماوية المنبعثة إلى الغلاف الجوي. والتغير في مجموع مخزون كل واحد من مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية/مركبات الكربون المشبعة بالفلور يساوي الفرق بين مجموع الشحنات في المعدات الجديدة والمعدات المسحوبة من التداول.

وينبغي تطبيق هذه المعادلة على كل مركب من مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية/مركبات الكربون المشبعة بالفلور المستخدمة في معدات الوقاية من الحرائق. ويساوي مجموع انبعاثات مكافئ الكربون حاصل جمع انبعاثات مكافئ الكربون الناجمة عن كل مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية/مركبات الكربون المشبعة بالفلور. ومن الأساسي تعقب صادرات/واردات معدات الوقاية من الحرائق التي تستعمل مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية/مركبات الكربون المشبعة بالفلور كغالبية التوصل إلى تقديرات دقيقة للانبعاثات باستخدام المعادلة المعدلة.

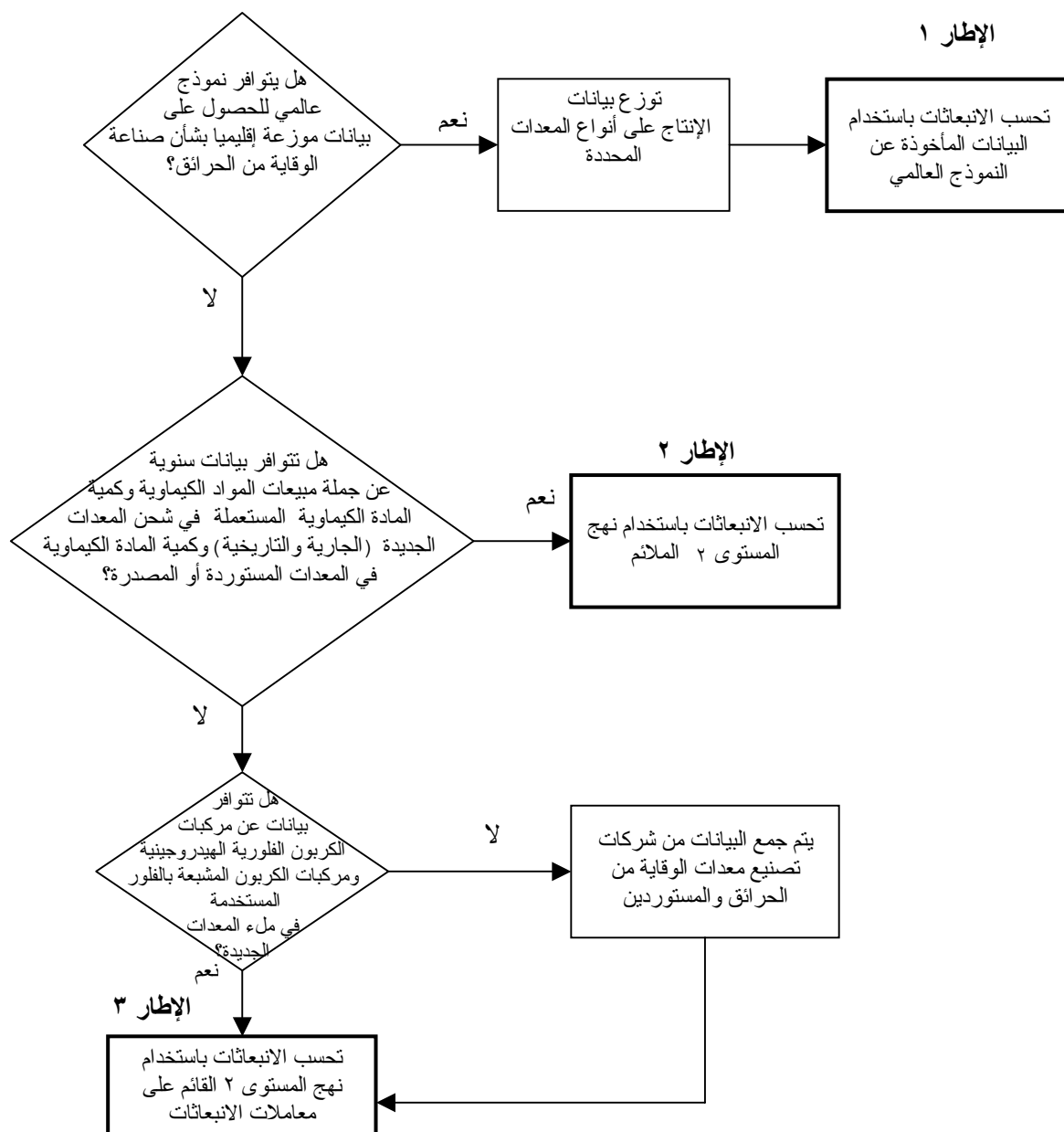
وإستخدام نهج المستوى ٢ السعودي لا يناسب الفئة الثانوية لمصادر الوقاية من الحرائق لعدم توافر بيانات الأنشطة المطلوبة في معظم البلدان. ولا تفرق مدونات الجمارك والإحصاءات الحكومية القائمة بين المعدات المحتوية على بدائل المواد المستنفدة للأوزون وغيرها من المركبات. ومثال ذلك أنه على الرغم من مراعاة وحدات للوقاية من الحرائق فلا يوجد

^{٥٩} معدل الانبعاثات كدالة لقاعدة المعدات يعد أكثر أهمية من معدل الانبعاثات كدالة للإنتاج. ومثلما في حالة الهالونات فإن الانبعاثات لم تتوقف عند توقف الإنتاج، بل استمرت في اتباع نمط متسق استناداً إلى قاعدة المعدات.

^{٦٠} النهج القائم على أساس المبيعات المطبق على الفئة الثانوية لمصادر الوقاية من الحرائق هو أساساً نفس النهج المتبع في الفئة الثانوية لمصادر التبريد الثابت وتكييف هواء المركبات.

حالياً أي إجراء محدد للتمييز بين المعدات التي يستعمل فيها أحد بدائل المواد المستنفدة للأوزون وغيره من أنواع المواد الكيميائية.

الشكل ٣-١٧ شجرة قرارات للانبعاثات الفعلية (المستوى ٢) الناجمة عن الفئة الثانوية لمصادر الوقاية من الحرائق



اختيار معاملات الانبعاثات

لا تتطلب طريقة المستوى ٢ النزولية معاملات انبعاثات. على أنه إذا لم تتوفر بيانات الأنشطة المتعلقة بالسنوات السابقة مع الحاجة إلى معامل انبعاثات فينبغي استعمال معاملات الانبعاثات الافتراضية الواردة في الخطوط التوجيهية للهيئة والمبينة في الجدول ٣-٢٦ المعنون "معامل الانبعاث الافتراضية المحددة من الهيئة للفئة الثانوية لمصادر الوقاية من الحرائق (النهج السعودي)".

الجدول ٣-٢٦ معالم الانبعاث الافتراضية المحددة من الهيئة للفتنة الثانوية لمصادر الوقاية من الحرائق (النهج السعودي)	
نوع المعدات	النسبة المئوية لمركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية/مركبات الكربون المشبعة بالفلور المركبة
سيالة (نقالة)	%٥
غامرة (ثابتة)	%٥
المصدر: لجنة الخيارات التقنية المعنية بالهالونات	

اختيار بيانات الأنشطة

تركز بيانات الأنشطة المطلوبة للطريقة النزولية على توزيع المواد الكيماوية وليس على مصادر الانبعاثات. وكل أنواع البيانات التالية مطلوبة لنهج المستوى الأعلى:

- **المبيعات والواردات السنوية من كل مركب كربوني فلوري هيدروجيني ومن كل مركب مشبع بالفلور لصناعة الوقاية من الحرائق:** يمكن الحصول على بيانات المبيعات المحلية من منتجي المركبات الكربونية الفلورية الهيدروجينية/المركبات الكربونية المشبعة بالفلور. ويمكن الحصول على بيانات عن المواد الكيماوية المستوردة من مسؤولي الجمارك وموزعي المواد الكيماوية.
- **مقدار كل مركب كربوني فلوري هيدروجيني وكل مركب كربوني مشبع بالفلور مستخدم في شحن المعدات الجديدة للوقاية من الحرائق:** يمكن تقدير هذه البيانات باستخدام المعلومات التي يتم الحصول عليها من القائمين بتصنيع/استيراد معدات الوقاية من الحرائق بشأن مجموع شحنات المعدات التي يقومون بتصنيعها/استيرادها.
- **مقدار كل مركب كربوني فلوري هيدروجيني وكل مركب مشبع بالفلور استخدم أصلا في شحن المعدات المسحوبة من التداول:** يمكن للقائمين على تصنيع/استيراد معدات الوقاية من الحرائق توفير بيانات عن متوسط مدد أعمار المنتجات والشحنة الأولية في المعدات المسحوبة. على أن مدد أعمار المعدات قد تطول لتصل إلى ٣٥ عاما وأما بدائل المواد المستنفدة للأوزون فلم تستخدم في الصناعة إلا مؤخرا. وعليه فقد لا تحتوي المعدات المسحوبة حاليا إلا على أدنى مقدار من مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور.

وقد تم في عام ١٩٩١ وضع نموذج نزولي لتقدير انبعاثات الهالونات العالمية استنادا إلى حجم محتوى الهالونات في المعدات والإمدادات المتوافرة من الاستخلاص وإعادة التدوير.^{٦١} ويمكن تطوير نموذج مشابه في المستقبل لتحديد حصة الإنتاج العالمي من الكربون الفلوري الهيدروجيني/الكربون المشبع بالفلور المباع لصناعة الوقاية من الحرائق ويمكن بعد ذلك توزيع هذا الإنتاج على المناطق العالمية.^{٦٢} ويمكن لهذا النموذج أن يساعد البلدان التي تعاني من صعوبة الحصول على البيانات

^{٦١} نشر النموذج في تقرير عام ١٩٩٢ الصادر عن لجنة الخيارات التقنية لأشكال الهالونات التابعة لبروتوكول مونتريال وحظي بقبول واسع آنذاك.

^{٦٢} أوصى فريق الخبراء بأن يشمل النموذج المناطق العشر التالية: أمريكا الشمالية، وأوروبا، واليابان، وأستراليا/نيوزيلندا، وشبه القارة الهندية، وشمال شرق آسيا، ورابطة دول جنوب شرق آسيا، وأفريقيا، بما في ذلك تركيا وأمريكا الوسطى والجنوبية والبلدان التي تمر اقتصاداتها بمرحلة انتقالية.

الوطنية المتعلقة بمركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية/مركبات الكربون المشبعة بالفلور المطلوبة لبيانات صناعة الوقاية من الحرائق.

الاستيفاء

ينبغي لوكالات حصر الغازات أن تكفل تضمين التقدير لكل المركبات الكربونية الفلورية الهيدروجينية والمركبات الكربونية المشبعة بالفلور المستخدمة في صناعة الوقاية من الحرائق. وإذا كانت مبيعات وواردات المواد الكيماوية مستوفاة فلا بد أيضا من استيفاء التقدير النهائي.

وسيكون إجمالي الإنتاج العالمي مساويا في كل الحالات لإجمالي الانبعاثات العالمية إضافة إلى إجمالي مجموع محتوى بدائل المواد المستنفدة للأوزون في المعدات. وفيما يتعلق بوكالات حصر الغازات التي ستستخدم نموذجا عالميا في المستقبل فإنها تستوفي تقديراتها إذا وزعت البيانات العالمية والإقليمية توزيعا دقيقا.

وضع متسلسلة زمنية متسقة

قد يتعذر في بعض البلدان تحديد بيانات الأنشطة التاريخية المتعلقة بمركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور المشحونة في المعدات الجديدة حيث لم تستخدم هذه المواد إلا مؤخرا. وإذا قامت وكالات حصر الغازات باستعمال معاملات انبعاثات تمهيدية لهذه السنوات استنادا إلى البيانات التاريخية المتعلقة بالهالونات ثم تتحول بعد ذلك إلى النهج القائم على مبيعات المواد الكيماوية فينبغي لهذه الوكالات أن تتبع الممارسة السليمة في كفالة اتساق المتسلسلة الزمنية كما هو مبين في الفصل السابع المعنون "الاختبار المنهجي وإعادة الحساب".

تقييم عدم التيقن

يتسم نهج المستوى ٢ النزولي بدقة أكبر من النهج المبسط القائم على معاملات الانبعاثات لأن الانبعاثات لا ترتبط ارتباطا جيدا بنسبة مئوية ثابتة من الإنتاج السنوي ولا يمكن لمعامل الانبعاثات أن يمثل بشكل سليم الانبعاثات الناجمة عن المعدات التي تقادم عليها العمر. وسوف تتوقف دقة النهج النزولي على جودة البيانات المتعلقة بمبيعات المواد الكيماوية. ولعل من الممكن تقدير الانبعاثات السنوية بنسبة تزيد أو تقل عن ١٠ في المائة باستخدام هذه الطريقة.

ويتوقع أن تقترن بالنموذج العالمي درجة أكبر من التيقن لأنه يستند إلى الإنتاج المعروف ويكفل توازنا ماديا كاملا. وإجمالي الإنتاج العالمي في أي وقت يساوي دائما إجمالي الانبعاثات العالمية إضافة إلى المجموع الإجمالي لبدايل المواد المستنفدة للأوزون في المعدات. وينطوي تصنيف البيانات إقليميا وقطريا على مزيد من عدم التيقن.

٣-٦-٢ التقارير والوثائق

يعد التوازن بين الحفاظ على سرية البيانات وبين تحقيق الشفافية مسألة مهمة، وبخاصة في فئات المصادر الثانوية التي ينخفض استعمالها، مثل الوقاية من الحرائق. ويوجد بديل رئيسي واحد للمواد المستنفدة للأوزون يقوم بتصنيعه واحد فقط من المنتجين بكميات أقل كثيرا من بدائل المواد المستنفدة للأوزون المستخدمة في فئات المصادر الثانوية الأخرى. ولعل في التجميع الدقيق للبيانات المرجحة لإمكانات الاحترار العالمي وسيلة لمعالجة هذه المسألة.

٣-٦-٧-٣ ضمان/مراقبة جودة الحصر

من الممارسة السليمة إجراء اختبارات لمراقبة الجودة كما هو مبين في الجدول ٨-١ من الفصل الثامن، و مراجعة خبراء لتقديرات الانبعاثات. وقد يكون من الملائم أيضا إجراء اختبارات إضافية لمراقبة الجودة كما هو مبين في القسم ٧-٨ من الفصل الثامن واتباع إجراءات ضمان الجودة، وبخاصة في حالة استخدام طرق المستويات العليا لتحديد الانبعاثات المتولدة عن فئة هذه المصادر. وتشجع وكالات حصر الغازات على استعمال طرق المستويات العليا في ضمان/مراقبة الجودة/لفئات المصادر الرئيسية كما هو محدد في الفصل السابع المعنون "الاختبار المنهجي وإعادة الحساب." وإضافة إلى الإرشادات الواردة في الفصل الثامن المعنون "ضمان ومراقبة الجودة" فإننا نتطرق أدناه إلى إجراءات محددة ذات صلة بهذه الفئة الثانوية. ولا يمكن الاعتماد على إمكانية التحقق عالميا من كمية المواد الكيماوية المستخدمة ومصادر لها لإثبات صحة البيانات المتعلقة بأحد البلدان. على أنه يمكن مراقبة الجودة عن طريق إجراء اختبارات للتحقق من الانبعاثات باستخدام البيانات الإقليمية والعالمية حيث تعتبر البيانات المتعلقة ببلدان محددة مجموعة فرعية من هذه البيانات. ومن شأن الاتفاق على معاملات الانبعاثات بتوافق الآراء إقليميا وعالميا أن يحافظ على سلامة النموذج الشامل.

٣-٧-٧ الفئة الثانوية لمصادر التطبيقات الأخرى

٣-٧-٧-١ المسائل المنهجية

تمثل مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور طائفة عريضة من الغازات التي تتسم بخواص تجتذب مجموعة من التطبيقات النوعية التي لا تغطيها فئات المصادر الثانوية الأخرى. وتشمل هذه التطبيقات اختبار الإلكترونيات ونقل الحرارة وسائل العازل والتطبيقات الطبية وكثير من التطبيقات الجديدة المحتملة التي لم يجر بعد تطويرها. كما توجد بعض الاستعمالات التاريخية لمركبات الكربون المشبعة بالفلور وكذلك الاستعمال الناشئ لمركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية في هذه التطبيقات. ولهذه التطبيقات معدلات للتسرب تتراوح بين قدرة انبعاثية تصل إلى ١٠٠ في المائة في سنة التطبيق إلى نحو ١ في المائة سنويا.

اختيار الطريقة

يتوقف اختيار طرق الممارسة السليمة على الظروف الوطنية (انظر شجرة القرارات في الشكل ٣-١٨). ويتنوع المستعملون النهائيون لهذه التطبيقات النوعية تنوعا كبيرا. ونتيجة ذلك فإن بحث كل تطبيق على حدة قد يكون غير ممكن عمليا. وبدلا من ذلك فإننا نقتراح تقسيم هذه التطبيقات المتنوعة إلى التطبيقات العالية الانبعاث المشابهة للمذيبات والأيروسول وإلى تطبيقات الاحتواء منخفضة الانبعاث التي تشبه رغاوى الخلايا المغلقة والثلاجات. وينبغي أن يتحدد تقسيم الاستهلاك السنوي من الغاز إلى أي من الفئتين من خلال استقصاء لتطبيقات الاستعمالات النهائية.

وفيما يلي التقسيم الافتراضي المقترح للاستخدامات:

• تطبيقات الانبعاث = %X من مجموع الاستهلاك.

• تطبيقات الاحتواء = % (X - ١٠٠) من مجموع الاستهلاك.

وسوف نتناول نماذج هذه الظروف بالتناوب.

تطبيقات الانبعاث

من الممارسة السليمة استخدام طريقة نزولية مشابهة للطرق المتبعة مع بخاخات الأيروسول والمذيبات. وأثناء استخدام الموائع في هذه التطبيقات فإن ١٠٠ في المائة من المادة الكيميائية تنبعث في المتوسط بعد سنة أشهر من بيعها. وبعبارة أخرى، مثلما في حالة استخدامات الأيروسول، يمكن حساب الانبعاثات في السنة t وفقا للمعادلة المطبقة على المذيبات وبخاخات الأيروسول على النحو التالي:

المعادلة ٣-٥

$$\text{Emissions of HFCs and PFCs in year } t = [\text{Quantity of HFCs and PFCs Sold in year } t \bullet (EF)] \\ + [\text{Quantity of HFCs and PFCs Sold in year } (t - 1) \bullet (1 - EF)]$$

انبعاثات مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور في السنة t = [كمية مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور المباعة في السنة t • (معامل الانبعاثات)] + [كمية مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور المباعة في السنة (t-1) • (١ - معامل الانبعاثات)]

ويمثل معامل الانبعاثات جزء المادة الكيماوية المنبعثة أثناء سنة البيع. ولا بد أن تكون الانبعاثات على مدى سنتين مساوية بالتحديد لنسبة ١٠٠ في المائة. وينبغي تطبيق هذه المعادلة على كل مادة كيماوية على حدة. ويساوي مجموع انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون حاصل جمع انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون لكل مادة كيماوية.

تطبيقات الاحتواء

تنخفض معدلات فقد انخفاضاً كبيراً في بعض التطبيقات. وفي الحالات التي تتوافر فيها البيانات السعودية سيكون مطلوباً وضع نموذج منفصل للانبعاثات لتعديلها بما يتلاءم مع انخفاض معدل التسرب. وفي الحالات التي لا تتوافر فيها أي بيانات، ينبغي استعمال نموذج سعودي تطبق فيه معاملات انبعاث افتراضية. وهكذا فإن المعادلة المستخدمة في تقدير الانبعاثات السنوية تسير على النحو التالي:

المعادلة ٣-٤٤

$$\text{Emissions} = \text{Product Manufacturing Emissions} + \text{Product Life Emissions} + \text{Product Disposal Emissions}$$

الانبعاثات = الانبعاثات الناجمة عن تصنيع المنتج + الانبعاثات أثناء عمر المنتج + الانبعاثات الناجمة عن التخلص من المنتج

حيث:

الانبعاثات الناجمة عن تصنيع المنتج = المبيعات السنوية • معامل الانبعاثات الناجمة عن التصنيع

الانبعاثات أثناء عمر المنتج = المخزون • معدل التسرب

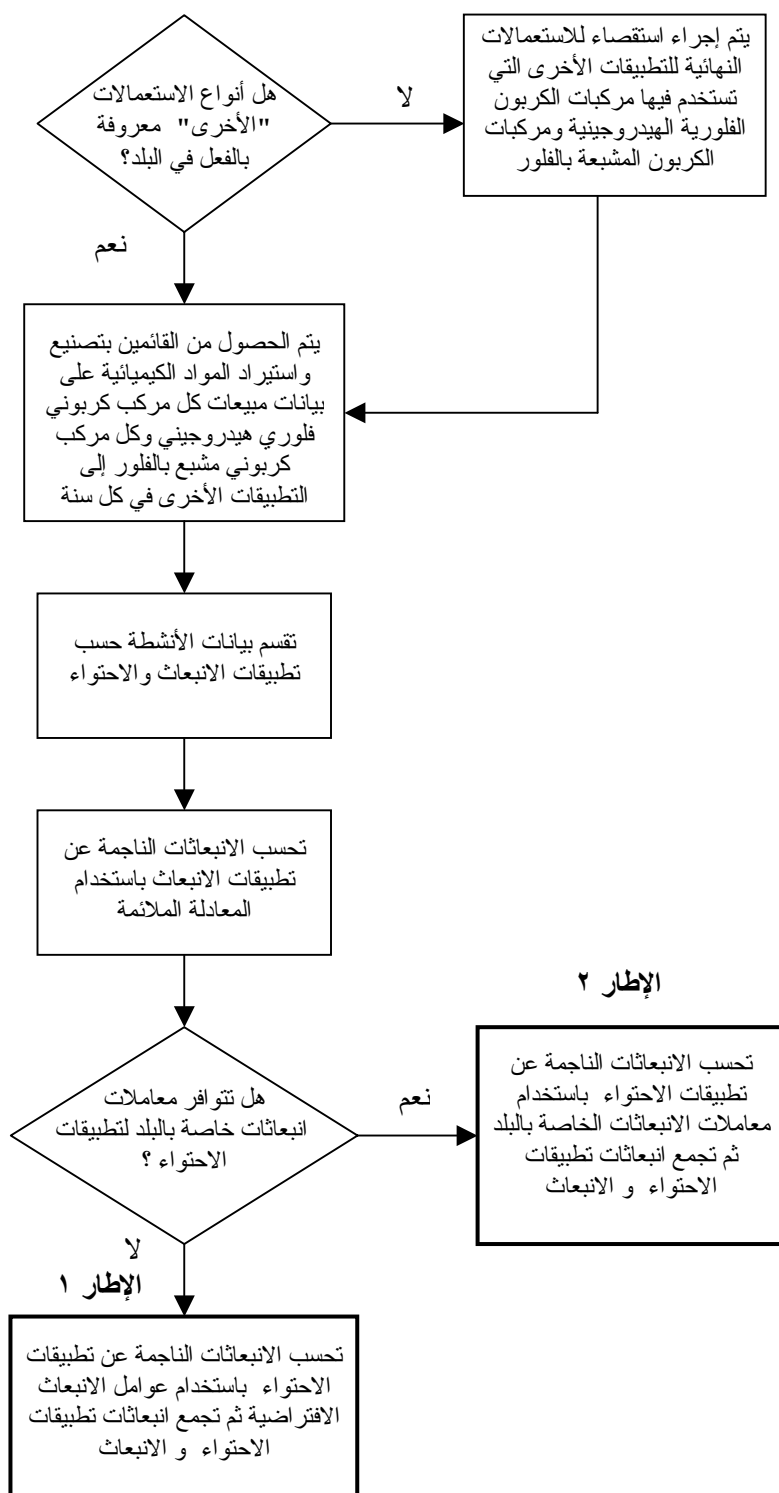
الانبعاثات الناجمة عن التخلص من المنتج = المبيعات السنوية • معامل الانبعاثات الناجمة عن التخلص من المنتج

اختيار معاملات الانبعاثات

تطبيقات الانبعاث

في حال عدم توافر بيانات عملية عن الاستعمالات النهائية فإن من الممارسة السليمة استخدام معامل انبعاثات افتراضي نسبته ٥٠ في المائة. ويعني ذلك أن نصف الشحنة الأولية تنطلق أثناء السنة الأولى وينطلق النصف المتبقي من الشحنة أثناء السنة الثانية. وفي حالة استخدام معاملات انبعاثات بديلة فينبغي توثيقها على الوجه الأكمل.

الشكل ٣-١٨: شجرة قرارات للانبعثات الفعلية (المستوى ٢) الناجمة عن الفئة الثانوية لمصادر التطبيقات الأخرى



اختيار معاملات الانبعثات

تطبيقات الانبعثات

في حال عدم توافر بيانات عملية عن الاستعمالات النهائية فإن من الممارسة السليمة استخدام معامل انبعثات افتراضي نسبته ٥٠ في المائة. ويعني ذلك أن نصف الشحنة الأولية تنطلق أثناء السنة الأولى وينطلق النصف المتبقي من الشحنة أثناء السنة

الثانية. وفي حالة استخدام معاملات انبعاثات بديلة فينبغي توثيقها على الوجه الأكمل.

تطبيقات الاحتواء

يتمثل النهج المقترح في الحصول على البيانات مباشرة من قطاعات الاستعمال النهائي. وأما إن لم يكن ممكنا الحصول على هذه البيانات فيمكن الرجوع إلى القيم الافتراضية المبينة في الجدول ٣-٢٧ أدناه. وتفترض هذه القيم الافتراضية انخفاض معدل التسرب السنوي وطول عمر المعدات، وهو ما ينبغي توقعه في تطبيقات الاحتواء.

الجدول ٣-٢٧ معالم الانبعاث الافتراضية المحددة من الهيئة لتطبيقات الاحتواء (الفئة الثانوية لمصادر التطبيقات الأخرى)	
القيمة الافتراضية	معلم الانبعاثات
١% من المبيعات السنوية	معامل انبعاثات التصنيع
٢% من المبيعات السنوية	معدل التسرب
٥% من المبيعات السنوية	معامل انبعاثات التخلص من المعدات
١٥ عاما	مدة عمر الانبعاثات
المصدر: غالمن وآخرون (١٩٨٦).	

اختيار بيانات الأنشطة

ينبغي الحصول على قيمة مجموع المبيعات المخصصة للاستعمالات الأخرى مباشرة من منتجي ومستوردي مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية/مركبات الكربون المشبعة بالفلور. ويمكن تجميع البيانات المتعلقة باستيراد مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور من الموزعين. وتستورد معظم البلدان مقادير كبيرة من هذه المواد نظرا لقلّة المنتج منها. كما يمكن تجميع البيانات من المستعملين النهائيين، غير أن ذلك قد تكتفه بعض الصعوبات. وينبغي تحديد مبيعات هذه المواد لتطبيقات الانبعاث، في مقابل تطبيقات الاحتواء، من خلال استقصاء للاستعمالات النهائية.

وفيما يتعلق بتطبيقات الاحتواء، يلزم أيضا تحديد حجم المخزون من السائل المتراكم. ويتمثل النهج المقترح في استخدام البيانات التي يتم الحصول عليها مباشرة من الفئات الثانوية لمصادر الاستعمالات النهائية لتحديد حجم المخزون. وإذا لم يكن ممكنا الحصول على هذه البيانات فإن من الممارسة السليمة استخدام قيمة افتراضية تزيد ١٠ أضعاف على المبيعات السنوية. وهكذا فإن متوسط الانبعاثات السنوية، بما فيها الانبعاثات الناجمة عن خسائر التصنيع والتخلص من المعدات، سيببلغ ٢٦ في المائة من مبيعات المواد الكيماوية لتطبيقات الاحتواء كل عام مقارنة بتطبيقات الانبعاث التي يصل الفاقد فيها إلى ١٠٠ في المائة من المبيعات السنوية.

الاستيفاء

يتعذر الاستيفاء لعدم وجود قائمة ثابتة بالمصادر الأخرى. وينبغي لوكالات حصر الغازات أن تبحث الاستعمالات النهائية الممكنة عن طريق الحصول من القائمين بتصنيع واستيراد المواد الكيماوية على معلومات عن الصناعات الأخرى التي تشتري مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية ومركبات الكربون المشبعة بالفلور.

وضع متسلسلة زمنية متسقة

ينبغي حساب انبعاثات بدائل المواد المستفدة للأوزون الناجمة عن التطبيقات الأخرى باستخدام نفس الطريقة ونفس مصادر البيانات المستخدمة في كل سنوات المتسلسلة الزمنية. وفي حالة عدم توافر بيانات متسقة في أي سنة من سنوات المتسلسلة الزمنية فلا بد من إعادة حساب الثغرات وفقا للإرشادات الواردة الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب".

تقييم عدم التيقن

نظرا لقلة عدد شركات تصنيع المواد الكيماوية وتوافر الحافز إلى الاحتفاظ بالسجلات جراء ارتفاع تكلفة الغاز فإن بيانات الأنشطة تعتبر دقيقة بالقدر المعقول. ويزداد عدم التيقن المقترن عند تصنيف التطبيقات بين تطبيقات الانبعاث وتطبيقات الاحتواء، وبخاصة في حالة عدم إجراء استقصاء للاستعمالات النهائية. وفيما يتعلق بتطبيقات الانبعاث فإن معامل الانبعاثات الافتراضي بنسبة ٥٠ في المائة في السنة والمطبق على مدى سنتين سيكون من أكثر معاملات الانبعاثات دقة إذا كانت مبيعات الغاز ثابتة نسبيا. ويقترن بمعاملات الانبعاثات في تطبيقات الاحتواء قدر أكبر من عدم التيقن رغم أنه من المرجح أن البيانات التي يتم الحصول عليها من قطاعات الاستعمالات النهائية تكون أكثر دقة من القيم الافتراضية. ومن الممارسة السليمة مناقشة تقديرات عدم التيقن مع موردي المواد الكيماوية وقطاعات الاستعمالات النهائية المعنية وذلك باستخدام النهج المتبعة في الحصول على أحكام الخبراء المبينة في الفصل السادس المعنون "التطبيق العملي لقياس مقدار عدم التيقن".

٣-٧-٧-٢ التقارير والوثائق

ينبغي أن تقوم وكالات حصر الغازات بالإبلاغ عن مجموع الانبعاثات الناجمة عن فئات المصادر الثانوية الأخرى وأن تقدم قائمة كمية بأنواع الاستعمالات التي تدرج تحت هذه الفئة، إن وجدت. كما ينبغي الإبلاغ عن مقدار المادة الكيماوية المستخدمة في تطبيقات الانبعاث في مقابل تطبيقات الاحتواء جنبا إلى جنب مع معاملات الانبعاثات الخاصة بالبلد. وقد تنشأ مسائل متعلقة بالسرية جراء العدد المحدود ومواقع شركات تصنيع المواد الكيماوية، مما يؤثر على مستوى الشفافية. وفي هذه الحالة قد يلزم تقادي تحديد الانبعاثات الناجمة عن بعض الغازات حفاظا على السرية، وينبغي أن تكون التقارير مجملة كأطنان مترية من انبعاثات مكافئ الكربون المرجحة بإمكانية الاحترار العالمي.

٣-٧-٧-٣ ضمان/مراقبة جودة الحصر

من الممارسة السليمة إجراء اختبارات لمراقبة الجودة على النحو المبين في الجدول ٨-١ من الفصل الثامن ومراجعة خبراء لتقديرات الانبعاثات. وقد يكون من الملائم أيضا إجراء اختبارات إضافية لمراقبة الجودة كما هو مبين في القسم ٨-٧ من الفصل الثامن واتباع إجراءات ضمان الجودة، وبخاصة في حالة استخدام طرق المستويات العليا لتحديد الانبعاثات المتولدة عن فئة هذه المصادر. وتشجع وكالات حصر الغازات على استعمال طرق المستويات العليا في ضمان/مراقبة الجودة/فئات المصادر الرئيسية كما هو محدد في الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب".

وبالإضافة إلى الإرشادات الواردة في الفصل الثامن فإننا نتطرق فيما يلي أدناه إلى إجراءات محددة ذات صلة بفئة هذه المصادر الثانوية:

- تحقيقا للدقة في مراقبة/ضمان الجودة فإننا نقترح تجميع البيانات النزولية والصعودية على السواء.
- لإتاحة إجراء تقييم مستقل لمستوى جودة البيانات والفرصيات الأساسية ينبغي تحديد عدد شركات التصنيع والموزعين بالإضافة إلى المستعملين النهائيين الذي يتم إجراء مقابلات معهم.

٨-٣ تقدير انبعاثات ثلاثي فلورو الميثان الناجمة عن صناعة كلورو ثنائي فلورو الميثان

١-٨-٣ المسائل المنهجية

يتولد ثلاثي فلورو الميثان (HFC-23 أو CHF_3) كنتاج ثانوي أثناء تصنيع مادة كلورو ثنائي فلورو الميثان (HCFC-22 أو CHClF_2)^{٦٣} وينبعث من خلال فتحة مكثف المصنع. ولا يوجد سوى عدد قليل من مصانع إنتاج مادة HCFC-22 على مستوى العالم ومن ثم لا يوجد سوى عدد محدود من المصادر الثابتة لانبعاثات ثلاثي فلورو الميثان.

اختيار الطريقة

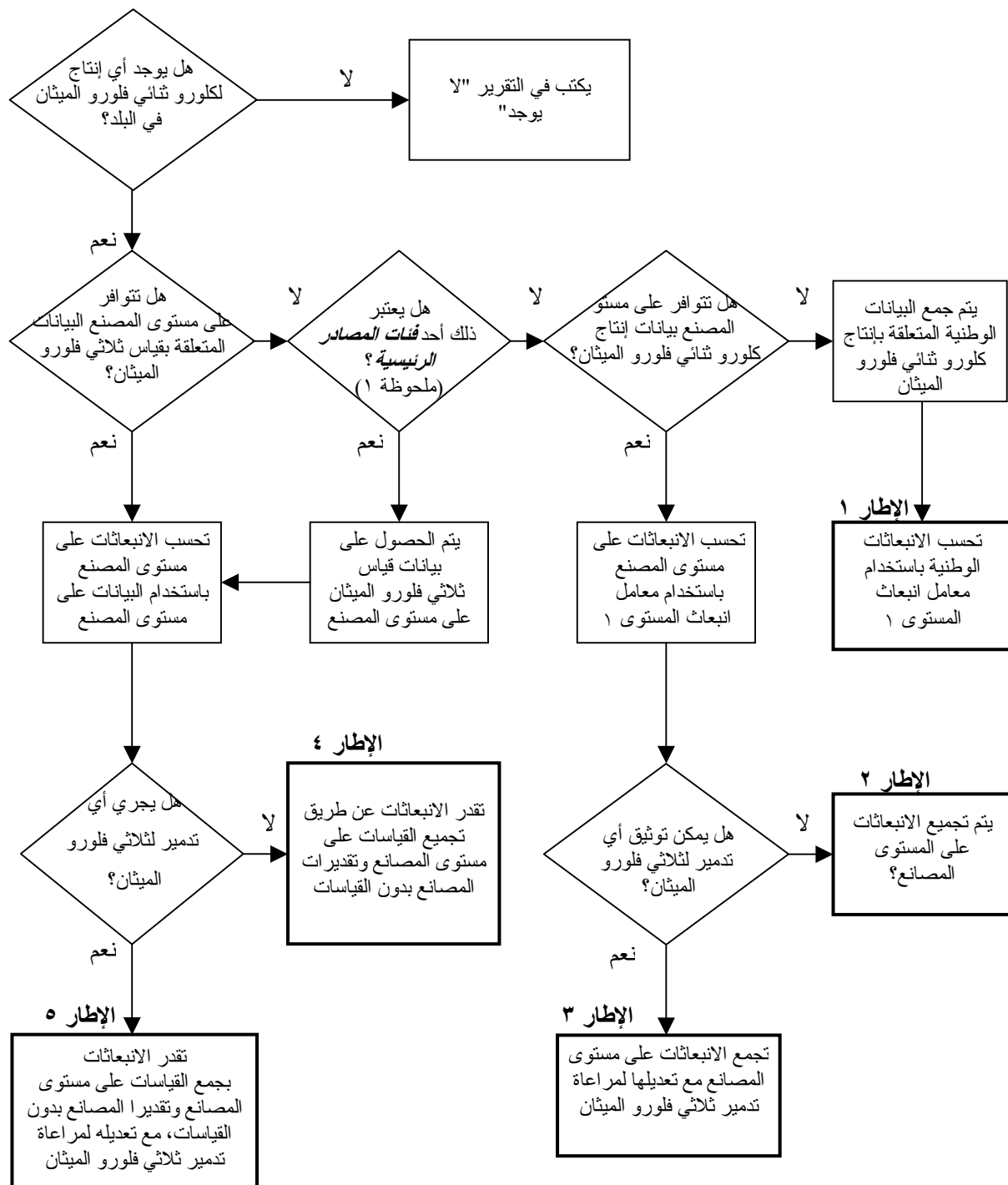
يتوقف اختيار طريقة الممارسة السليمة على الظروف الوطنية. وتصف شجرة القرارات في الشكل ٣-١٩ الممارسة السليمة المتبعة لملاءمة الطرق الواردة في الخطوط التوجيهية للهيئة مع هذه الظروف الوطنية.

وتعرض الخطوط التوجيهية للهيئة (القسم ٢-١٦-١ من المجلد الثالث) نهجين عامين لتقدير انبعاثات ثلاثي فلورو الميثان الناجمة عن المصانع التي تنتج الكلورو ثنائي فلورو الميثان. وتستند طريقة المستوى ٢ إلى قياس التركيز ومعدل التدفق من فتحة المكثف في المصانع. وبضرب تركيز ناتج ثلاثي فلورو الميثان بمعدل التدفق الكتلي فإننا نحصل على معدل كتلة انبعاثات ثلاثي فلورو الميثان. وأما طريقة المستوى ١ فإنها بسيطة نسبية حيث تقوم على تطبيق معامل انبعاثات افتراضي على الكمية المنتجة من الكلورو ثنائي فلورو الميثان. ويمكن تطبيق هذه الطريقة على مستوى المصانع أو على المستوى الوطني. وفي الحالات التي تتوفر فيها بيانات للمستوى ٢ في بعض المصانع، يمكن استخدام طريقة المستوى ١ مع الجزء المتبقي لكفالة استيفاء نطاق التغطية. وبغض النظر عن الطريقة المستخدمة، ينبغي طرح الانبعاثات المدمرة من إجمالي التقدير لتحديد صافي الانبعاثات.

ومن الممارسة السليمة استخدام طريقة المستوى ٢، إن أمكن. ويعتبر القياس المباشر أدق كثيرا من المستوى ١ لأنه يعبر عن الظروف الخاصة بكل منشأة صناعية. وينبغي في معظم الحالات توافر البيانات اللازمة لإعداد تقديرات المستوى ٢ لأن المنشآت التي تتبع ممارسات سليمة في العمل تقوم بإجراء معاينات منتظمة أو دورية لفتحة المكثف في العملية النهائية أو في أثناء العملية نفسها كجزء من عمليات التشغيل الروتينية. وأما في المنشآت الصناعية التي تطبق تكنولوجيات التخفيض، مثل تدمير ثلاثي فلورو الميثان فيتم أيضا التحقق روتينيا من كفاءة التدمير. وينبغي عدم استخدام طريقة المستوى ١ إلا في الحالات النادرة التي لا تتوفر فيها بيانات على مستوى المصنع.

^{٦٣} يستخدم الكلورو ثنائي فلورو الميثان كغاز تبريد في عدة تطبيقات مختلفة، وكمكون في خليط نفخ الرغاوى وكمخزون كيميائي احتياطي لتصنيع البوليميرات الاصطناعية.

الشكل ٣-١٩ شجرة قرارات لانبعاثات ثلاثي فلورو الميثان الناجمة عن صناعة كلورو ثنائي فلورو الميثان



الملحوظة ١: فئة المصادر الرئيسية هي تلك الفئة التي تحظى بأولوية في نظام الجرد الوطني لأن تقديرها يؤثر بشدة على مجموع الجرد الذي يجريه البلد لانبعاثات غازات الدفيئة المباشرة من حيث المستوى المطلق للانبعاثات أو اتجاه الانبعاثات أو كليهما (أنظر القسم ٧-٢ المعنون "تحديد فئات المصادر الرئيسية الوطنية" من الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب").

اختيار معاملات الانبعاثات

توجد عدة خيارات للقياسات ضمن طريقة المستوى ٢، وهي خيارات ترتبط بموقع وتواتر المعاينة. وبشكل عام فإن القياسات المباشرة لانبعاثات ثلاثي فلورو الميثان توفر أكبر قدر من الدقة. واستمرار أو تواتر قياس المعالم في منطقة عملية الإنتاج

نفسها يكاد يتسم بنفس القدر من الدقة. ولا بد في كلتا الحالتين من زيادة تواتر القياس بما يكفي لتمثيل تغيرية العملية (مثل التغيرية في عمر المادة الحافظة). ويوجز الإطار ٣-٥ المسائل المتعلقة بتواتر القياس. ويقترح الفصل الثامن إرشادات عامة بشأن المعاينة والشمول التمثيلي. وفي الحالات التي لا تتوافر فيها القياسات أو المعاينات في مصانع محددة ويتم فيها استخدام طرق المستوى ١، ينبغي استعمال معامل الانبعاثات الافتراضي البالغ ٤ في المائة (من الأطنان المترية من ثلاثي فلورو الميثان الذي يتم إنتاجه لكل طن متري من كلورو ثنائي فلورو الميثان الذي يتم تصنيعه) الوارد في الخطوط التوجيهية للهيئة مع افتراض عدم استخدام أي طرق للتدمير.

الإطار ٣-٥

تواتر القياس في المصنع

ترتبط دقة وضبط تقديرات انبعاثات ثلاثي فلورو الميثان السنوية ارتباطا مباشرا بعدد العينات وتواتر عملية جمع العينات. ونظرا لعدم جمود عمليات الإنتاج فكلما ازدادت تغيرية العملية، كلما ازداد تواتر الحاجة في المصانع إلى إجراء القياس. وكقاعدة عامة، ينبغي تكرار المعاينة والتحليل كلما أجرى المصنع أي تغييرات كبيرة في العملية. وقبل اختيار تواتر المعاينة، ينبغي للمصنع أن يحدد هدفا للدقة وأن يستخدم الأدوات الإحصائية لتحديد حجم العينة اللازم لتحقيق هذا الهدف. ومثال ذلك أن إحدى الدراسات عن منتجي كلورو ثنائي فلورو الميثان أشارت إلى أن إجراء معاينة مرة يوميا يكفي لتحقيق تقدير سنوي بالغ الدقة. وينبغي بعد ذلك تعديل هذا الهدف، عند اللزوم، لمراعاة الموارد المتاحة.

RTI, Cadmus, 'Performance Standards for Determining Emissions of HFC-23 from the Production of HCFC-22', draft final report prepared for USEPA, February 1998.

اختيار بيانات الأنشطة

ينبغي عند استخدام طريقة المستوى ١ الحصول على بيانات الإنتاج من المنتجين. وهناك عدة طرق قد يتبعها المنتجون في تحديد مستويات إنتاجهم، بما في ذلك أوزان الشحنات وقياس الحجم مضروبا بالكثافة باستخدام أجهزة قياس التدفق. وينبغي أن تمثل هذه البيانات كل إنتاج كلورو ثنائي فلورو الميثان أثناء السنة سواء أكان للبيع أم للاستخدام الداخلي كمخزون احتياطي، وينبغي أن يصف المصنع كيفية تحديد معدل إنتاج الكلورو ثنائي فلورو الميثان. وفي بعض الظروف قد ينظر المنتجون إلى بيانات الإنتاج باعتبارها سرية. وفيما يتعلق ببيانات الأنشطة على المستوى الوطني، يلزم بالفعل تقديم البيانات المتعلقة بإنتاج كلورو ثنائي فلورو الميثان في إطار بروتوكول منتريال.

الاستيفاء

لعل من الممكن الحصول على بيانات مستوفية عن المعاينة لعدم وجود إلا عدد صغير من مصانع الكلورو ثنائي فلورو الميثان في كل بلد، ومن المتعارف عليه لدى كل مشغلي المصانع القيام برصد الانبعاثات. ويشير استعراض بيانات المصانع إلى أن انبعاثات ثلاثي فلورو الميثان المنفلة في المنشآت الصناعية التي تدار بشكل سليم (مثل الانبعاثات المنطلقة من الصمامات وأجهزة الغسل بالماء والغسل بالمواد الكيماوية) ليست كبيرة. (معهد ترينغل للبحوث، ١٩٩٦). وإذا توافرت معلومات تفيد بوجود انبعاثات كبيرة فينبغي الإبلاغ عنها وتوثيقها توثيقا جيدا.

وضع متسلسلة زمنية متسقة

ينبغي تقدير انبعاثات ثلاثي فلورو الميثان الناجمة عن إنتاج كلورو ثنائي فلورو الميثان باستخدام نفس الطريقة المتبعة في المتسلسلة الزمنية بأكملها. وفي حالة عدم توافر البيانات المطلوبة لطريقة المستوى ٢ في أي سنة من سنوات المتسلسلة الزمنية فينبغي سد هذه الثغرات وفقا للإرشادات الواردة في القسم ٧-٣-٢، تقنيات إعادة الحساب البديلة، من الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب".

تقييم عدم التيقن

تعتبر طريقة المستوى ٢ أدق كثيرا من طريقة المستوى ١ الافتراضية. ويمكن النظر في خطأ نسبه ٥٠ في المائة في طريقة المستوى ١ استنادا إلى المعرفة بتغيرية الانبعاثات الناجمة عن مختلف منشآت التصنيع. واتباع طريقة المستوى ٢ في إجراء معاينة منتظمة لتيار فتحة المكثف، يمكن تحقيق درجة من الدقة تتراوح بين ١ و ٢ في المائة عند مستوى ٩٥ في المائة من الثقة في انبعاثات ثلاثي فلورو الميثان. ويمكن تحديد أوجه عدم التيقن المقترنة بالمستوى ١ من خلال أحكام الخبراء، في حين ينبغي الاستناد إلى القياس العملي في تحديد مقدار عدم التيقن في المستوى ٢.

٢-٨-٣ التقارير والوثائق

من الممارسة السليمة توثيق وأرشفة كل المعلومات المطلوبة لإعداد تقديرات لحصر الانبعاثات الوطنية كما هو مبين في القسم ٨-١٠-١، "الوثائق الداخلية والأرشفة"، من الفصل الثامن المعنون "ضمان ومراقبة الجودة". وفيما يلي بعض أمثلة الوثائق والتقارير ذات الصلة بفئة هذه المصادر.

- كفاءة الشفافية الكاملة في عملية الإبلاغ، ينبغي الإبلاغ عن انبعاثات ثلاثي فلورو الميثان الناجمة عن إنتاج الكلورو ثنائي فلورو الميثان كبند مستقل بدلا من إدراجها مع انبعاثات مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية.
- كما ينبغي أن تشمل الوثائق ما يلي:

١٠٠' الوصف المنهجي.

٢٠٠' عدد مصانع الكلورو ثنائي فلورو الميثان.

٣٠٠' إنتاج الكلورو ثنائي فلورو الميثان (إن تعدد المنتجون).

٤٠٠' تكنولوجيا التدمير.

٥٠٠' معاملات الانبعاثات.

السرية

- يعني استخدام طريقة المستوى ٢ أن الإبلاغ عن انبعاثات ثلاثي فلورو الميثان في المصنع مستقل عن إنتاج كلورو ثنائي فلورو الميثان. وعن طريق الفصل بين انبعاثات ثلاثي فلورو الميثان وإنتاج الكلورو ثنائي فلورو الميثان، لا يمكن اعتبار أن البيانات المتعلقة بانبعاثات ثلاثي فلورو الميثان تنطوي على أسرار تجارية حيث إنها لا تكشف عن مستويات إنتاج الكلورو ثنائي فلورو الميثان بدون معرفة مفصلة وسرية بمنشأة التصنيع.

- اتباع طريقة المستوى ١ يمكن من حساب إنتاج الكلورو ثنائي فلورو الميثان اعتمادا على البيانات المنشورة عن انبعاثات ثلاثي فلورو الميثان إذا كان عدد المنتجين يقل عن ثلاثة. ويمكن اعتبار هذه البيانات سرية بالنسبة

لمنشأة التصنيع. وتتخذ في هذه الحالات خطوات لحماية السرية وذلك مثلا من خلال تجميع كل انبعاثات مركبات الكربون الفلورية الهيدروجينية. ولدواعي الشفافية، ينبغي أن يشمل التقرير مناقشة نوعية بشأن إنتاج الكلورو ثنائي فلورو الميثان كلما أجريت عملية تجميع.

٣-٨-٣ ضمان/مراقبة جودة الحصر

من الممارسة السليمة إجراء اختبارات لمراقبة الجودة على النحو المبين في الجدول ٨-١ من الفصل الثامن ومراجعة خبراء لتقديرات الانبعاثات. وقد يكون من الملائم أيضا إجراء اختبارات إضافية لمراقبة الجودة كما هو مبين في القسم ٨-٧ من الفصل الثامن واتباع إجراءات ضمان الجودة، وبخاصة في حالة استخدام طرق المستويات العليا لتحديد الانبعاثات المتولدة عن فئة هذه المصادر. وتشجع وكالات حصر الغازات على استعمال طرق المستويات العليا في ضمان/مراقبة الجودة/فئات المصادر الرئيسية كما هو محدد في الفصل السابع المعنون "الاختبار المنهجي وإعادة الحساب".

وإضافة إلى الإرشادات الواردة في الفصل الثامن المعنون "ضمان ومراقبة الجودة" فإننا نتطرق فيما يلي إلى بعض الإجراءات ذات الصلة بهذه الفئة الثانوية:

مقارنة الانبعاثات باستخدام نهج مختلفة

ينبغي لوكالات حصر الغازات مقارنة تقديرات انبعاثات المصانع المبلغ عنها في مقابل التقديرات المقررة باستخدام معامل انبعاثات المستوى ١ الافتراضي وبيانات الإنتاج. وإن لم تتوفر سوى بيانات الإنتاج الوطنية فينبغي لوكالات حصر الغازات مقارنة انبعاثات المصانع المجمعة مع تقدير افتراضي وطني. وإذا أسفرت المقارنة عن اكتشاف فروق كبيرة فينبغي لوكالات حصر الغازات الإجابة على الأسئلة التالية:

- ١٦ هل توجد أخطاء مقترنة بأي من تقديرات المصانع (هل توجد مثلا قيمة متطرفة تفسر تجاوز كمية من الانبعاثات للحد المعقول)؟
- ٢٦ هل تختلف معاملات الانبعاثات على مستوى المصانع اختلافا كبيرا عن بعضها بعضا؟
- ٣٦ هل تتسق معدلات إنتاج المصانع مع معدلات الإنتاج المعلنة على المستوى الوطني؟
- ٤٦ هل يوجد أي تفسير للفرق الكبير، مثل تأثير المراقبة والطريقة التي يتم بها الإبلاغ عن الإنتاج أو ربما عدم توثيق الفرضيات؟

الاختبار المباشر لقياسات الانبعاثات

- ينبغي لوكالات حصر الغازات التأكد من استخدام الطرق القياسية المعترف بها دوليا في إجراء القياسات في المصانع. وفي حالة عدم وفاء ممارسات القياسات بهذه المعايير فينبغي حينئذ إجراء تقييم دقيق للبيانات المتعلقة بهذه الانبعاثات. ومن الممكن أيضا في الحالات التي تطبق فيها مستويات عالية من القياس وضمان/مراقبة الجودة في المواقع أن يخفض عدم التيقن المقترن بتقديرات الانبعاثات.
- ينبغي تقييم عملية ضمان/مراقبة الجودة المطبقة في كل مصنع لتقييم ما إن كان عدد العينات وتواتر جمع العينات ملائما بالنظر إلى تغيرية العملية ذاتها.

- ينبغي كلما أمكن أن تقوم وكالات حصر الغازات بالتحقق من كل البيانات المقيسة والمحسوبة وذلك بمقارنتها بنظم القياس أو الحساب الأخرى. ومثال ذلك أنه يمكن التحقق دوريا من قياس الانبعاثات في العملية ذاتها عن طريق قياس التيار المتدفق من فتحة المكثف. وينبغي لوكالات حصر الغازات التحقق من استخدام نظام التدمير وكفاءته.
- يمكن أيضا مقارنة معاملات الانبعاثات الضمنية في كل المصانع ومراعاة الفروق الكبيرة عن طريق إجراء مراجعة دورية لتقنيات القياس في المصانع.

التحقق من الانبعاثات الوطنية

- لن كان من غير الممكن عمليا التحقق من التقدير الذي يعده بلد بعينه فمن الممكن إجراء اختبار عالمي شامل لتقديرات الانبعاثات من خلال قياس مستويات ثلاثي فلورو الميثان في الغلاف الجوي. ومع وجود عدد قليل من المنشآت فإن ذلك يمثل اختبارا لرتبة قيمة الانبعاثات الناجمة عن الصناعة على مستوى العالم وهو بدوره قد يقارن بالتقديرات الوطنية.

المراجع

انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الصناعة

- American Society for Testing and Materials (ASTM) (1996b). Standard Specification for Quicklime, Hydrated Lime, and Limestone for Chemical Uses, Designation: C911-96, Table 1.
- American Society for Testing and Materials (ASTM) (1996a). Standard Specification for Portland Cement, Designation: C-150-92, and Standard Specification for blended hydraulic cement: C-595-92.
- Boynton, Robert S. (1980). *Chemistry and Technology of Lime and Limestone*, 2nd edition, John Wiley and Sons, Inc., New York, USA.
- Deutsche Industrie Norm (DIN) (1994). DIN 1164-1 Zement, Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen. Edition 1994-10.
- International Standard Industrial Classification of all Economic Activities, (ISIC), group 271 and class 2731 Series M No.4, Rev.3, United Nations, New York, 1990.
- Miller, M. (1999b). US Geological Survey, Calculations based on ASTM, 1996b, and Schwarzkopf, 1985.
- Miller, M. (1999a). US Geological Survey, Calculations based on Boynton (1980).
- Schwarzkopf, F. (1985). *Lime Burning Technology* (2nd Edition), Table 2, June 1985.
- Tichy, M. (1999). Personal communication with plant personnel, January 1999.
- van Oss, H. (1998). Personal communication with Andrew O'Hare (VP Environmental Affairs of the American Portland Cement Alliance). Personal communication with plant personnel of US Cement Industry, December, 1998.

انبعاثات أكسيد النيتروز من إنتاج حمض الأديبيك وحمض النيتريك

- Bockman, O. and T. Granli (1994). 'Nitrous oxide from agriculture'. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences*, Supplement No. 12. Norsk Hydro Research Centre, Porsgrunn, Norway.
- Bouwman, A.F., K.W. van der Hoek, and J.G.J. Olivier (1995). 'Uncertainties in the global source distribution of nitrous oxide'. *Journal of Geophysical Research*, 100:D2, pp. 2785-2800, February 20, 1995.
- Burtscher, K. (1999). Personal communication between Kurt Burtscher of, Federal Environment Agency of Austria and plant operator of chemical industry in Linz, Austria, 1999.
- Choe, J.S., P.J. Cook, and F.P. Petrocelli (1993). 'Developing N₂O Abatement Technology for the Nitric Acid Industry'. Prepared for presentation at the *1993 ANPSG Conference*. Air Products and Chemicals, Inc., Allentown, PA.
- Collis (1999). Personal communication between Gordon Collis, plant administrator, Simplot Canada Ltd., Canada and Heike Mainhardt of ICF, Inc., USA. March 3, 1999.
- Cook, Phillip (1999). Personal communication between Phillip Cook of Air Products and Chemicals, Inc., USA, and Heike Mainhardt of ICF, Inc., USA. March 5, 1999.
- CW (Chemical Week) (1999). 'Product focus: adipic acid/adiponitrile'. *Chemical Week*, p. 31, March 10, 1999.
- EFMA (European Fertilizer Manufacturers Association) (1995). *BAT for pollution and control in the European fertilizer industry, production of nitric acid*. ERMA, Brussels, Belgium.
- Japan Environment Agency (1995). *Study of Emission Factors for N₂O from Stationary Sources*.
- Johnson Matthey (1991). 'The Gauze Wire: A Technical Update for Users of Woven Precious Metal Catalysts'. *Nitrous oxide emissions control*, Vol. 3, p. 6, Johnson Matthey, West Chester, PA, USA, October 1991.
- Norsk Hydro (1996). Personal communication between Jos Olivier and Norsk Hydro a.s., Norway, March 2000.
- Olivier, J. (1999). Personal communication between Jos Olivier of National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), The Netherlands and Heike Mainhardt of ICF, Inc., USA. February 2, 1999.
- Oonk, H. (1999). Personal communication between Hans Oonk of TNO, The Netherlands and Jos Olivier of National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), The Netherlands. February, 1999.
- Reimer, R., (1999a). Personal communication between Ron Reimer of DuPont, USA and Heike Mainhardt of ICF, Inc., USA. February 8, 1999.

- Reimer, R., (1999b). Personal communication between Ron Reimer of DuPont, USA and Heike Mainhardt of ICF, Inc., USA. May 19, 1999.
- Reimer, R.A. C.S. Slaten, M. Seapan, T.A. Koch, and V.G. Triner (1999). 'Implementation of Technologies for Abatement of N₂O Emissions Associated with Adipic Acid Manufacture. *Proceedings of the 2nd Symposium on Non-CO₂ Greenhouse Gases (NCGG-2)*, Noordwijkerhout, The Netherlands, 8-10 Sept. 1999, Ed. J. van Ham *et al.*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 347-358.
- Reimer, R.A., R.A. Parrett and C.S. Slaten (1992). 'Abatement of N₂O emission produced in adipic acid'. *Proc. of the 5th International Workshop on Nitrous Oxide emissions*, Tsukuba Japan, 1-3 July, 1992.
- Scott, Alex (1998). 'The winners and losers of N₂O emission control'. *Chemical Week*, February 18, 1998.
- Thiemens, M.H. and W.C. Troglor (1991). 'Nylon production; an unknown source of atmospheric nitrous oxide'. *Science*, 251, pp. 932-934.

انبعاثات مركبات الكربون المشبعة بالفلور الناجمة عن إنتاج الألومنيوم

- Bjerke, W. (1999a). Personal communication on VSS emission factors from IPAI Expert Group on PFCs between Willy Bjerke, International Primary Aluminium Institute, UK and Michael Atkinson Diamantina Technology, Australia, April, 1999.
- Bjerke, W. (1999b), G. Bouchard, and J. Marks (1999). Personal communication on measurement data and emission factors between Willy Bjerke, IPAI, London, UK, Guy Bouchard, Alcan, Quebec, Canada, Jerry Marks, Alcoa, Pittsburgh, USA and Michael Atkinson Diamantina Technology, Australia, March, 1999.
- Bouzat G, J.C. Carraz, and M. Meyer (1996). 'Measurements of CF₄ and C₂F₆ Emissions from Prebaked Pots'. *Light Metals*, pp. 413-417.
- Harnisch, J., I. Sue Wing, H.D. Jacoby, R.G. Prinn (1998). *Primary Aluminum Production: Climate Policy, Emissions and Costs*. Report No. 44, MIT-Joint Program on the Science and Policy of Global Change Report Series, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- IPAI - International Primary Aluminium Institute (1996). *Anode Effect And Perfluorocarbon Compounds Emission Survey 1990-1993*. IPAI, London, UK.
- Kimmerle, F., G. Potvin, and J. Pisano (1998). 'Reduction of the PFC Emissions from Prebaked Hall Heroult Cells'. *Light Metals*, 1998, pp. 165-175.
- Leber, B.P., A.T. Tabereaux, J. Marks, B. Lamb, T. Howard, R. Kantamaneni, M. Gibbs, V. Bakshi, and E.J. Dolin (1998). 'Perfluorocarbon (PFC) Generation at Primary Aluminium Smelters'. *Light Metals*, February 1998, pp. 277-285.
- Marks, J. (1998). 'PFC Emission Measurements from Alcoa Aluminium Smelters'. *Light Metals*, pp. 287-291.
- Marks, J., R. Roberts, V. Bakshi, and E. Dolin (2000). 'Perfluorocarbon (PFC) Generation during Primary Aluminium Production', *Light Metals*, in press.
- Roberts, R., and J. Marks (1994). 'Measurement of CF₄ and C₂F₆ Evolved During Anode Effects from Aluminium Production.' Presented at the *International Primary Aluminium Institute (IPAI) PFC Workshop*, March 1994.
- Roberts, R., and P.J. Ramsey (1994). 'Evaluation of Fluorocarbon Emissions from the Aluminium Smelting Process'. *Light Metals*, pp. 381-388.

انبعاثات سادس فلوريد الكبريت من إنتاج المغنيسيوم

- Gjestland, H. (1996), and D. Magers. *Proceedings of the International Magnesium Association's annual World Magnesium Conference*, 1996.
- Palmer, B (1999). Cheminfo Services, Inc. Personal Communication with plant personnel from leading primary magnesium smelters, January 1999.

انبعاثات سادس فلوريد الكبريت من المعدات الكهربائية والمصادر الأخرى

- Bitsch, R. (1999a). Statement on experiences of Siemens AG, Erlangen, Germany and other European switchgear manufacturers regarding emission factors at the *Expert group meeting on Good practice in Inventory Preparation*, Washington D.C., USA, Jan, 1999, IPCC/OECD/IEA National Greenhouse Gas Inventories Programme.
- Bitsch R. (1999b). Personal communication with plant personnel of Siemens A.G., Germany.

- Chemical Products Council (1999). *The Sixth Meeting of the Committee for Prevention of Global Warming*. The Chemical Products Council, MITI, Japan, May 21, 1999.
- Denki Kyodo Kenkyu (1998). Vol. 54, No.3, Electric Technology Research Association, Dec. 1998.
- Olivier, J.G.J. and J. Bakker (2000). *Historical emissions of HFCs, PFCs and SF₆ 1950-1995. Consumption and emission estimates per country 1950-1995 and global emissions on 1°x1° in EDGAR 3.0*. RIVM, Bilthoven, Netherlands.
- Preisegger, E. (1999). Statement on experiences of Solvay Fluor und Derivate GmbH, Hannover, Germany regarding an emission factor at the *Expert group meeting on Good practice in Inventory Preparation*, Washington D.C., USA, Jan, 1999, IPCC/OECD/IEA National Greenhouse Gas Inventories Programme.
- Science & Policy Associates (1997). *Sales of Sulphur Hexafluoride (SF₆) by End-Use Applications*. Washington, D.C., USA.
- Schwarz, W. and A. Leisewitz (1996). *Current and future emissions of fluorinated compounds with global warming effect in Germany* (in German). Report UBA-FB 1060 1074/01, Umweltbundesamt, Berlin.
- Schwarz, W. and A. Leisewitz (1999). *Emissions and reduction potentials of HFCs, PFCs and SF₆ in Germany*. Report UBA-FB 298 41 256, Umweltbundesamt, Berlin.
- Suizu, T. (1999). 'Partnership activities for SF₆ gas emission reduction from gas insulated electrical equipment in Japan'. Proc. *Joint IPCC/TEAP Expert Meeting on Options for the Limitation of Emissions of HFCs and PFCs*, ECN, Petten, Netherlands, 26-28 May 1999.

انبعاثات مركبات الكربون المشبعة بالفلور والمركبات الكربونية الفلورية الهيدروجينية وسادس أكسيد الكبريت الناجمة عن تصنيع أشباه الموصلات

- Molina et al. (1995). *Atmospheric Geophysical Research Letters*, Vol. 22, No. 13, pp. 1873-6.
- Semiconductor Industry Association (2000). *Equipment Environmental Characterisation Guidelines*. Revision 3.0 as of February 2000. San Jose, CA, USA.

انبعاثات بدائل المواد المستفدة للأوزون

- Ashford P. (1999). 'Emissions from Foams – Predicting, monitoring, reporting and reducing'. *Proceedings of the Joint IPCC/TEAP Expert Meeting on Options for the Limitation of Emissions of HFCs and PFCs*, ECN Petten, Netherlands, 26-28 May 1999.
- Baker, J. (1999). 'Mobile Air Conditioning: HFC-134a Emissions and Emission Reduction Strategies'. presented at the *Joint IPCC/TEAP Expert Meeting on Options for the Limitation of Emissions of HFCs and PFCs*, held at the Netherlands Energy Research Foundation (ECN), Petten, The Netherlands, 26-28 May 1999; sponsored by the Netherlands Ministry of Environment (VROM) and the United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA).
- Clodic D. (1999). Personnel communication with plant personnel, February 1999.
- Expert Group (1999). Expert group judgement at the Washington *Expert Meeting on Good Practice Guidance for Emissions from Industrial Processes*, January 1999, IPCC/OECD/IEA National Greenhouse Gas Inventories Programme.
- Gamlen P.H., B.C. Lane, P.M. Midgley and J.M. Steed (1986). 'The production and release to the atmosphere of CCl₃F and CCl₂F₂ (Chlorofluorocarbons CFC 11 and CFC 12)'. *Atmos. Environ.*, 20(6), pp. 1077-1085.
- HTOC (1998). Halon Technical Options Committee, 1998. <http://www.TEAP.org>.
- McCulloch A., P.M. Midgley and D.A. Fisher (1994). 'Distribution of emissions of chlorofluorocarbons (CFCs) 11, 12, 113, 114 and 115 among reporting and non-reporting countries in 1986'. *Atmos. Environ.*, 28(16), pp. 2567-2582.

تقدير انبعاثات ثلاثي فلورو الميثان الناجمة عن صناعة كلورو ثنائي فلورو الميثان

- Research Triangle Institute (RTI) (1994). *The Reduction of HFC-23 Emissions from the Production of HCFC-22*, final report. Prepared for Atmospheric Pollution Prevention Division, U.S. Environmental Protection Agency, July 1996.
- Research Triangle Institute (RTI) (1998). *Verification of Emission Estimates of HFC-23 from the Production of HCFC-22: Emissions from 1990 through 1996*. Prepared for the Atmospheric Pollution Prevention Division, U.S. Environmental Protection Agency, February 1998.

-
- RTI, Cadmus (1998). *Performance Standards for Determining Emissions of HFC-23 from the Production of HCFC-22*, draft final report. Prepared for USEPA, February 1998.
- UNFCCC Secretariat (1998). *Methodological Issues Identified While Processing Second National Communications*. UNFCCC/SBSTA/1998/7.