

٥

النفايات

الرؤساء المشاركون والمحرون والخبراء

الرئيسان المشاركان لاجتماع الخبراء بشأن الانبعاثات الناتجة عن النفائات

تاكا هيرايشي (اليابان) و برهاني نيينزي (تنزانيا)

محرر المراجعة

خوسيه دومنغوس ميغيس (البرازيل)

فريق الخبراء المعني بانبعثات غاز الميثان الناتجة عن التخلص من النفائات الصلبة

الرئيسان المشاركان

أ.د. بيد (الهند) و ريتا بيباتي (فنلندا)

مؤلفا ورقة الخلفية

بينس إ. فرولاند ينسن (النرويج) و ريتا بيباتي (فنلندا)

المشاركون

خاو و.دي سيلفا أفس (البرازيل)؛ باسكال بويكس (بلجيكا)؛ كيث براون (المملكة المتحدة)؛ روبرت هوباس (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ/ منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي)؛ تشارلز جوب (أستراليا)؛ توماس كار (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ تور كليفلغارد (النرويج)؛ أزوالو لوكون (البرازيل)؛ غيرد ماوشينز (النمسا)؛ كارمن ميداليا (البرازيل)؛ مارتن ميلتون (المملكة المتحدة)؛ مايكل موندشاين (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ هانز أونك (هولندا)؛ بوستيان باراديز (سلوفينيا)؛ كاترزيينا ستيشكو (بولندا)؛ إيغل نوافيس تيبخيرا (البرازيل)؛ سيرنتورنثب توبرايون (تايلاند) و إرينا ياسركييفا (كازاخستان).

فريق الخبراء المعني بانبعثات غاز الميثان وأكسيد النيتروز من معالجة مياه مخلفات

الرئيسان المشاركان

ميكيل دورن (هولندا) و فوزي سنحاجي (المغرب)

مؤلف ورقة الخلفية

جون هوبسون (المملكة المتحدة)

المشاركون

جوليانا آدمكوف (جمهورية سلوفاكيا)؛ وليام ارفنغ (الولايات المتحدة الأمريكية)؛ سكارلت لارا (تشيلي)؛ كينيث أولسن (كندا)؛ كارن روك (تشيلي)؛ انغفار سفنسن (السويد)؛ وسونيا مانسو فييرا (البرازيل)

فريق الخبراء المعني بالانبعاثات الناتجة عن إحراق النفائات

الرئيسان المشاركان

مارتن بغ (المملكة المتحدة) ونيوتن باسيورنك (البرازيل)

مؤلف ورقة الخلفية

برنت يونكه (ألمانيا)

المشاركون

خوسيه بالداسانو (أسبانيا)؛ انكه هيرولد (ألمانيا)؛ اندريه كرانش (سلوفينيا)؛ جوزيف كوتاس (هنغاريا)؛ كاتارينا ماريكوف (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ/ منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي) وكيوتو تاناكي (اليابان)

المحتويات

٥	١-٥ انبعاثات غاز الميثان من مكبات النفائيات الصلبة.....	٥
٥	١-١-٥ المسائل المنهجية.....	٥
١٦	٢-١-٥ التقارير والوثائق.....	١٦
١٧	٣-١-٥ ضمان/مراقبة جودة الحصر.....	١٧
١٩	٢-٥ الانبعاثات الناتجة عن معالجة مياه المخلفات.....	١٩
١٩	١-٢-٥ المسائل المنهجية.....	١٩
٣١	٢-٢-٥ التقارير والوثائق.....	٣١
٣٢	٣-٢-٥ ضمان/مراقبة جودة الحصر.....	٣٢
٣٤	٣-٥ الانبعاثات الناتجة عن حرق النفائيات.....	٣٤
٣٤	١-٣-٥ المسائل المنهجية.....	٣٤
٤٣	٢-٣-٥ التقارير والوثائق.....	٤٣
٤٤	٣-٣-٥ ضمان/مراقبة جودة الحصر.....	٤٤
٤٥	المراجع.....	٤٥

الأشكال التوضيحية

٧	شجرة قرارات لانبعاثات غاز الميثان من مكبات النفائيات الصلبة.....	الشكل ١-٥
٢٠	شجرة قرارات لانبعاثات الميثان من مياه المخلفات المنزلية.....	الشكل ٢-٥
٢٤	تدفقات مياه المخلفات ونظم المعالجة وانبعاثات غاز الميثان المحتملة.....	الشكل ٣-٥
٢٨	شجرة قرارات لانبعاثات غاز الميثان من معالجة مياه المخلفات الصناعية.....	الشكل ٤-٥
٣٦	شجرة قرارات لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون من إحراق المخلفات.....	الشكل ٥-٥
٣٧	شجرة قرارات لانبعاثات أكسيد النيتروز من إحراق النفائيات.....	الشكل ٦-٥

الجدول

١١	تصنيف مكبات النفائيات الصلبة ومعاملات تصحيح غاز الميثان.....	الجدول ١-٥
	تقديرات مستويات عدم التيقن المقترنة بالمعالم الافتراضية في الطريقة الافتراضية للهيئة وفي طريقة الانحلال من الرتبة الأولى لتقدير انبعاثات غاز الميثان من مكبات النفائيات الصلبة.....	الجدول ٢-٥
١٦	نطاقات عدم التيقن الافتراضية لمياه المخلفات المنزلية.....	الجدول ٣-٥
٢٧	بيانات مياه المخلفات الصناعية.....	الجدول ٤-٥
٣٠	النطاقات الافتراضية لعدم التيقن في مياه المخلفات الصناعية.....	الجدول ٥-٥
٣١	البيانات الافتراضية لتقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن إحراق النفائيات.....	الجدول ٦-٥
٤٠	معاملات انبعاثات أكسيد النيتروز الناتجة عن إحراق النفائيات.....	الجدول ٧-٥
٤٢		

٥ النفائيات

٥-١ انبعاثات غاز الميثان من مكبات النفائيات الصلبة

٥-١-١ المسائل المنهجية

ينطلق غاز الميثان أثناء التحلل اللاهوائي للنفائيات العضوية التي تُلقَى في مكبات النفائيات الصلبة. وتتحلل النفائيات العضوية بمعدل متناقص وتستغرق سنوات كثيرة كي تتحلل تماما.

٥-١-١-٥ اختيار الطريقة

تبين الخطوط التوجيهية للهيئة المعدلة لعام ١٩٩٦ بشأن القوائم الوطنية لحصر انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (الخطوط التوجيهية للهيئة) طريقتين لتقدير انبعاثات غاز الميثان المنطلقة من مكبات النفائيات الصلبة، وهما الطريقة الافتراضية (المستوى ١) وطريقة الانحلال من الرتبة الأولى (المستوى ٢). والفرق الرئيسي بين الطريقتين هو أن طريقة الانحلال من الرتبة الأولى تعطي صورة للانبعاثات تتعلق بعنصر الزمن، وهي صورة تعبر بشكل أفضل عن النمط الحقيقي لعملية التحلل مع مرور الوقت، في حين أن الطريقة الافتراضية تستند إلى افتراض أن كل غاز الميثان المحتمل ينطلق في السنة التي يتم فيها التخلص من النفائيات. وتعطي الطريقة الافتراضية تقديرا سنويا معقولا للانبعاثات الفعلية إذا كان مقدار وتركيب النفائيات المتخلص منها ثابتا أو بطئ التغيير على مدى فترة زمنية تمتد إلى عدة عقود. على أنه إن كان مقدار وتركيب النفائيات الملقاة في مكبات النفائيات الصلبة سريع التغيير مع مرور الوقت فلن توفر الطريقة الافتراضية المقترحة من الهيئة اتجاها دقيقا. ومثال ذلك أنه في حالة تخفيض مقدار الكربون المتخلص منه في مواقع النفائيات الصلبة فإن الطريقة الافتراضية تعطي تقديرا للانبعاثات أقل من الواقع، بينما تبالغ في تقدير قيمة التخفيضات.

ويتوقف اختيار طريقة الممارسة السليمة على الظروف الوطنية. وتبين شجرة القرارات في الشكل ٥-١ (شجرة الخيار لانبعاثات غاز الميثان من مكبات النفائيات الصلبة) عملية الاختيار بين الطرق. ومن الممارسة السليمة استعمال طريقة الانحلال من الرتبة الأولى، إن أمكن، لأنها تعبر بشكل أدق عن اتجاه الانبعاثات. ويتطلب استخدام هذه الطريقة بيانات عن كميات النفائيات الحالية والسابقة وتركيبها والممارسات المتبعة في التخلص منها على مدى عدة عقود. ومن الممارسة السليمة تقدير البيانات التاريخية، إن لم تتوفر هذه البيانات، عندما تكون فئة المصادر الرئيسية (انظر الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب") أو إذا طرأت تغييرات كبيرة على ممارسات معالجة النفائيات.

ولا توفر الخطوط التوجيهية للهيئة قيما أو طرقا افتراضية لتقدير بعض المعالم الرئيسية المطلوبة لتطبيق طريقة الانحلال من الرتبة الأولى. وتعتمد هذه البيانات بشدة على الظروف الخاصة بكل بلد ولا تتوفر حاليا بيانات كافية لتحديد قيم أو طرق افتراضية يمكن الاعتماد عليها. وتشجّع وكالات الحصر على الحصول على البيانات من البحوث الوطنية أو الإقليمية، حيث إن عدم قدرة وكالات الحصر على استخدام طريقة الانحلال من الرتبة الأولى، في الحالات التي تشير فيها الممارسة السليمة إلى خلاف ذلك، تقلل من إمكانية المقارنة بين قوائم الحصر الوطنية. وينبغي لوكالات الحصر التي تختار طريقة خلاف الطرق المبينة في الخطوط التوجيهية للهيئة أن تبرر هذا الاختيار استنادا إلى ما تقدمه من دقة مكافئة أو متزايدة ومن الاستيفاء في تقديرات الانبعاثات.

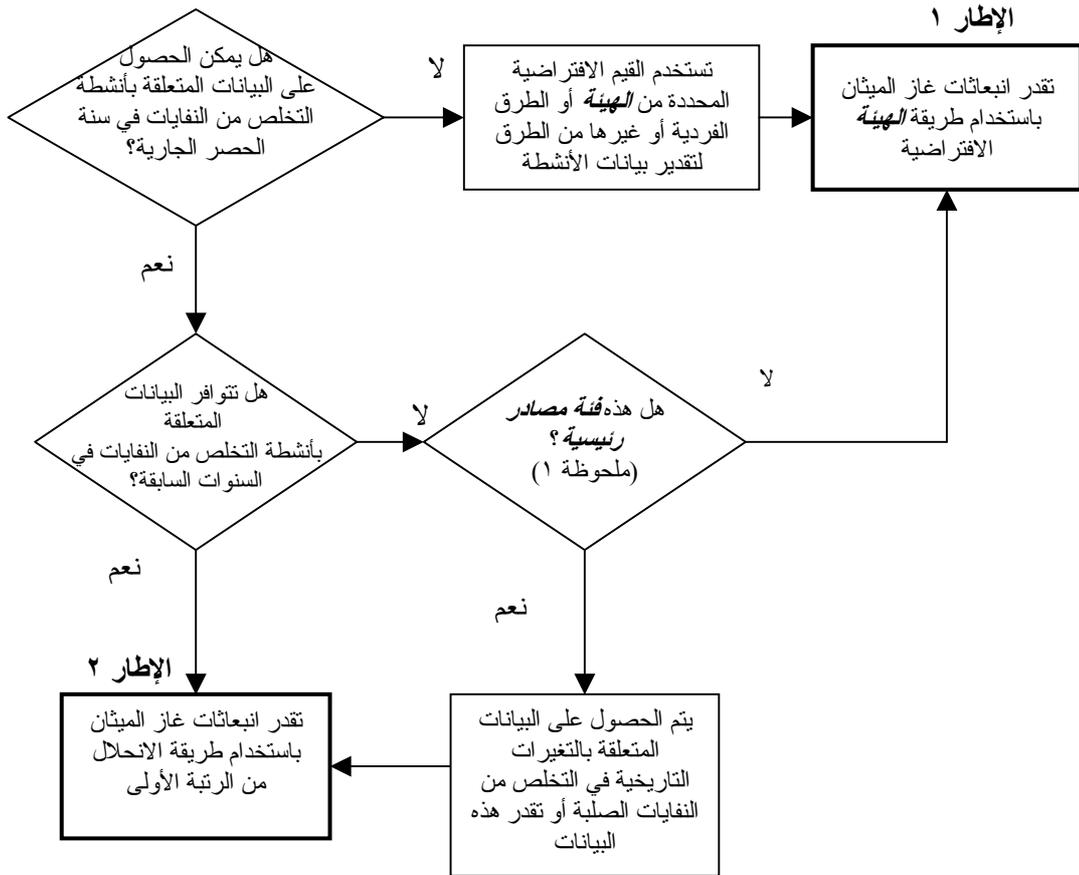
٥-١-١-٢ اختيار معاملات الانبعاث وبيانات الأنشطة

يتناول هذا القسم الممارسات السليمة لاختيار بيانات الأنشطة ومعاملات الانبعاث معا نظرا للطابع الفريد الذي تتسم به طرق تقدير مستويات الانبعاثات.

طريقة الانحلال من الرتبة الأولى- المستوى ٢

تعرض *الخطوط التوجيهية للهيئة* (الصفحتان ٦-١٠ إلى ٦-١١ من الدليل المرجعي) طريقة الانحلال من الدرجة الأولى في ثلاث معادلات. وتستخدم المعادلة الأولى لتقدير مستويات الانبعاثات المنطلقة من موقع واحد من أماكن طمر النفائيات أو ربما من مجموعة مواقع محددة. وأما المعادلة الثانية التي تناسب التقديرات الوطنية والإقليمية فإنها تحسب الانبعاثات الناتجة عن كل النفائيات الصلبة الملقاة في مكبات النفائيات الصلبة في سنة واحدة. وترمي المعادلة الثالثة إلى تقدير الانبعاثات السنوية الجارية الناتجة عن التخلص من النفائيات في السنة الجارية والسنوات السابقة.

الشكل ١-٥ شجرة قرارات لانبعاثات غاز الميثان من مكبات النفايات الصلبة



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 الدفيئة المباشرة من حيث المستوى المطلق لانبعاثات أو اتجاه الانبعاثات أو كليهما (انظر القسم ٢-٧ المعنون "تحديد فئات المصادر الرئيسية الوطنية" من الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب").

ويمكن التعبير عن طريقة الانحلال من الرتبة الأولى سواء وبشكل متكافئ باستخدام المعادلة ١-٥ أو المعادلة ٢-٥ أدناه. وتستند المعادلة ١-٥ إلى مشتق المعادلة العامة المستخدمة في طريقة الانحلال من الرتبة الأولى (انظر صفحة ١٠ من الدليل المرجعي في الخطوط التوجيهية للهيئة) مع إبدال t بالقيمة $t-x$ التي تمثل "معامل التسوية" الذي يصحح الحقيقة المتمثلة في أن تقييم سنة بمفردها يعد تقديراً زمنياً متقطعاً وليس بالأحرى تقديراً زمنياً متصلاً.

المعادلة ١-٥

$$\text{CH}_4 \text{ generated in year } t \text{ (Gg/yr)} = \sum_x [(A \cdot k \cdot \text{MSWT}(x) \cdot \text{MSWF}(x) \cdot L_0(x)) \cdot e^{-k(t-x)}]$$

for $x = \text{initial year to } t$

الميثان المتولد في سنة t (جيجا غرام/سنة) وحيث $x=t$ في السنة الأولى

حيث:

$t = \text{سنة الحصر}$

x = السنوات التي ينبغي إضافة مدخلات البيانات المتعلقة بها

$$(1 - e^{-k}) / k = A \text{ ؛ معامل التسوية لتصحيح الجمع}$$

$$k = \text{ثابت معدل توليد غاز الميثان (1/سنة)}$$

$$MSW_T(x) = \text{مجموع النفائيات الصلبة البلدية المتكونة في السنة } x \text{ (جيغا غرام/سنة)}$$

$$MSW_F(x) = \text{جزء النفائيات الصلبة البلدية الملقاة في مكبات النفائيات الصلبة في السنة } x$$

$$L_0(x) = \text{إمكانية توليد غاز الميثان وهو}$$

$$[MCF(x) \cdot DOC(x) \cdot DOC_F \cdot F \cdot 16 / 12 \text{ (Gg CH}_4\text{/Gg waste)}]$$

$$MCF(x) = \text{معامل تصحيح غاز الميثان في السنة } x \text{ (كسر)}$$

$$DOC(x) = \text{الكربون العضوي القابل للتحلل في السنة } x \text{ (كسر) (جيغا غرام من الكربون/جيغا غرام من النفائيات)}$$

$$DOC_F = \text{الجزء المتباين من الكربون العضوي القابل للتحلل}$$

$$F = \text{الجزء بحسب الحجم من غاز الميثان في غاز أماكن طمر النفائيات}$$

$$16 / 12 = \text{التحول من الكربون إلى الميثان}$$

ويجمع ما يتم الحصول عليه من نتائج لكل السنوات (x)

المعادلة ٢-٥

$$\text{CH}_4 \text{ emitted in year } t \text{ (Gg/yr)} = [\text{CH}_4 \text{ generated in year } t - R(t)] \cdot (1 - OX)$$

$$\text{الميثان المنبعث في سنة } t = [\text{الميثان المتولد في سنة } t - R(t)] \cdot (OX - 1)$$

حيث:

$$R(t) = \text{الميثان المستخلص في سنة الحصر } t \text{ (جيغا غرام/سنة)}$$

$$OX = \text{معامل الأكسدة (كسر)}$$

ويلاحظ أنه يجب طرح غاز الميثان المستخلص $R(t)$ من المقدار المتولد قبل تطبيق معامل الأكسدة لأن غاز أماكن طمر النفائيات غير المستجمع هو الوحيد الذي يتعرض للأكسدة في الطبقة العليا من مكان طمر النفائيات. وإضافة إلى ذلك، ينبغي التعبير عن وحدة إمكانية توليد غاز الميثان حسب الوزن (جيغا غرام من الميثان/جيغا غرام من النفائيات) وليس حسب الحجم (متر مكعب/ميغا غرام من النفائيات) كما هو مدون حاليا في الخطوط التوجيهية للهيئة وذلك لتحقيق التوافق بين نتائج الطريقة الافتراضية وبين طريقة الانحلال من الرتبة الأولى.

ويرتبط ثابت معدل توليد الميثان k الذي يظهر في طريقة الانحلال من الرتبة الأولى بالزمن الذي يستغرقه الكربون العضوي القابل للتحلل الموجود في النفائيات في الانحلال إلى نصف كتلته الأولية ("العمر النصفى" أو $t_{1/2}$) على النحو التالي:

$$k = \ln 2 / t_{1/2} = \text{لوغاريتم طبيعي (2)} / t_{1/2}$$

وتتطلب طريقة الانحلال من الرتبة الأولى بيانات عن ممارسات توليد ومعالجة النفائيات. ومن الضروري عادة في قوائم الحصر الوطنية إدراج بيانات عن ٣ إلى ٥ من الأعمار النصفية للوصول إلى نتيجة تتسم بقدر مقبول من الدقة. كما ينبغي مراعاة التغييرات التي تطرأ على ممارسات معالجة النفائيات (مثل تغطية/سد أماكن طمر النفائيات، وتحسين الصرف، وضغط النفائيات، ومنع التخلص من النفائيات الخطرة في مكبات النفائيات الصلبة) عند تجميع البيانات التاريخية.

وتتحدد قيمة k المنطبقة على أي موقع وحيد من مكبات النفائيات الصلبة بعدد كبير من العوامل المقترنة بتركيب النفائيات وظروف الموقع. والقياسات المأخوذة من مكبات النفائيات الصلبة في الولايات المتحدة الأمريكية والمملكة المتحدة وهولندا تدعم قيم k التي تتراوح بين ٠,٠٣ و ٠,٢ سنوياً (أونك وبوم، ١٩٩٥). وتقترن أسرع المعدلات ($k = ٠,٢$ أو العمر النصفى الذي يساوي نحو ٣ سنوات) بظروف ارتفاع الرطوبة والمواد السريعة التحلل، مثل فضلات الأغذية. وتقترن معدلات الانحلال الأبطأ ($k = ٠,٠٣$ أو العمر النصفى الذي يساوي نحو ٢٣ عاماً) بظروف الجفاف في الموقع والنفائيات البطيئة التحلل، مثل الخشب أو الورق. وتشجع وكالات الحصر على تحديد قيم الثابت k أو استخدام قيمها الخاصة للثابت k إن كانت متاحة وموثوقة. ولتقدير قيم k ، ينبغي لوكالات الحصر تحديد تركيب النفائيات الملقاة في مكبات النفائيات الصلبة مع مرور الوقت ودراسة ظروف الموقع (المواقع). فإن لم تتوافر أي بيانات عن أنواع النفائيات فإن القيمة المقترحة كقيمة افتراضية للثابت k هي ٠,٠٥ (العمر النصفى الذي يساوي نحو ١٤ عاماً).

ويمكن لوكالات الحصر تقدير البيانات التاريخية المتعلقة بالتخلص من النفائيات وتركيبها، مع افتراض تناسبها مع السكان أو مع سكان المناطق الحضرية في الحالات التي لا تجمع فيها النفائيات أو لا يتم التخلص منها بشكل منظم في المناطق الريفية. ويمكن لوكالات الحصر استعمال علاقات أخرى إذا كان لها ما يسوغها، وتقديم تقرير عن الأسباب الداعية إلى اختيارها.

الطريقة الافتراضية- المستوى ١

تستند الطريقة الافتراضية إلى المعادلة التالية:

المعادلة ٣-٥

$$\text{CH}_4 \text{ emissions (Gt/yr)} = [(\text{MSWT} \cdot \text{MSWF} \cdot \text{L0}) - \text{R}] \cdot (1 - \text{OX})$$

انبعاثات الميثان (جيجا غرام/سنة)

حيث:

$$\text{MSWT} = \text{مجموع النفائيات الصلبة البلدية المتكونة (جيجا غرام/سنة)}$$

$$\text{MSWF} = \text{جزء النفائيات الصلبة البلدية المتخلص منها في مكبات النفائيات الصلبة}$$

$$L_0 = \text{إمكانية توليد غاز الميثان} [MCF \bullet DOC \bullet DOC_F \bullet F \bullet 16 / 12 (\text{Gg CH}_4/\text{Gg waste})]$$

MCF = معامل تصحيح الميثان (كسر)

DOC = الكربون العضوي القابل للتحلل [كسر (جيجا غرام من الكربون/جيجا غرام من النفائيات الصلبة البلدية)]

DOC_F = الجزء المتباين من الكربون العضوي القابل للتحلل

F = الجزء بحسب الحجم من غاز الميثان في غاز أماكن طمر النفائيات

R = الميثان المستخلص (جيجا غرام/سنة)

OX = معامل الأكسدة (كسر)

ويلاحظ أن كل المعالم النموذجية يمكن أن تتغير مع مرور الوقت، تبعاً لاتجاهات التخلص من النفائيات والممارسات المتبعة في معالجتها. وترد أدناه الممارسات السليمة المتعلقة بكل واحد من المعالم النموذجية السالفة الذكر.

مجموع النفائيات الصلبة البلدية (MSW_T) والجزء المرسل منها إلى مكبات النفائيات الصلبة (MSW_F).

قد لا يصف مصطلح "النفائيات الصلبة البلدية" بدقة أنواع النفائيات التي يتم إلّاؤها في مكبات النفائيات الصلبة. وينبغي لوكالات الحصر تقدير مستوى الانبعاثات الناتجة عن كل أنواع النفائيات الصلبة، بما في ذلك النفائيات الصناعية والأحوال والنفائيات الناتجة عن أعمال البناء والهدم والمخلفات البلدية، والتي تُلقى في مكبات النفائيات الصلبة. وقد يتعذر الحصول على بيانات عن النفائيات الصناعية في كثير من البلدان، ولكن ينبغي رغم ذلك بذل الجهود للحصول عليها. (وتشمل أمثلة النفائيات التي يمكن أن تولد غاز الميثان عند التخلص منها نفائيات الصناعات الغذائية-الزراعية^١، والنفائيات الناتجة عن صناعة الورق ومعالجة أحوال المجاري، والنفائيات الناتجة عن معالجة الأخشاب). وقد تتوفر في كثير من البلدان تقديرات وطنية لمجموع النفائيات المتخلص منها. ويفضل الاعتماد على البيانات الوطنية شريطة قيام وكالات الحصر بتوثيق طريقة جمع البيانات، بما في ذلك عدد المواقع التي يجري استقصاؤها ونوع الاستقصاء الذي يتم إجراؤه. وفي حالة عدم توافر البيانات الوطنية، يمكن لوكالات الحصر تقدير البيانات باستخدام الفرضيات الافتراضية الواردة في الجدول ٦-١، الدليل المرجعي للخطوط التوجيهية للهيئة. ويتضمن هذا الجدول معدلات توليد النفائيات الصلبة البلدية والتخلص منها في كثير من المناطق والبلدان. وفي حالة عدم وجود أي قيم افتراضية، يمكن لوكالات الحصر الاستعانة بأحكام الخبراء لتقدير هذه المعالم باستخدام القيم المحددة في البلدان ذات الظروف المشابهة. (وتشمل عناصر المقارنة التي يمكن لوكالة الحصر النظر فيها الظروف الجغرافية والكثافة السكانية والدخل الوطني ونوع وحجم الصناعة).

^١ ينبغي تفادي تكرار حسابها في قطاع الزراعة.

معامل تصحيح الميثان (MCF)^٢

يفسر معامل تصحيح الميثان قلة انبعاثات غاز الميثان المنطلقة من مقدار معين من النفائيات الملقاة في مكبات النفائيات الصلبة غير المدارة بالمقارنة مع المواقع المدارة حيث يتحلل جزء أكبر من النفائيات بمعزل عن الهواء في الطبقات الفوقية من المواقع غير المدارة. وينطبق معامل تصحيح غاز الميثان المرتبط بإدارة النفائيات الصلبة بهذا المجال تحديداً وينبغي تفسيره بأنه "معامل تصحيح لإدارة النفائيات" ليعبر بذلك عن الجانب المتعلق بإدارة النفائيات. وينبغي عدم الخلط بين مصطلح "معامل تصحيح الميثان" المستخدم في هذا السياق وبين "معامل تحول الميثان" المشار إليه في *الخطوط التوجيهية للهيئة* في صدد الحديث عن الانبعاثات الناتجة عن مياه المخلفات ومعالجة روث الحيوانات.

وتتضمن *الخطوط التوجيهية للهيئة* قيماً افتراضية لمعامل تصحيح الميثان نوردته في الجدول ١-٥ أدناه.

الجدول ١-٥	
تصنيف مكبات النفائيات الصلبة ومعاملات تصحيح غاز الميثان	
نوع الموقع	القيم الافتراضية لمعامل تصحيح غاز الميثان
مدار ^(١)	١
غير مدار - عميق (≤ ٥ أمتار من النفائيات)	٠,٨
غير مدار - سطحي (> ٥ أمتار من النفائيات)	٠,٤
مواقع غير مصنفة للتخلص من النفائيات الصلبة ^(٢)	٠,٦

(أ) لا بد من التحكم في أمكنة إلقاء النفائيات في المواقع المدارة (أي توجيه النفائيات إلى مناطق توضع محددة ودرجة من التحكم في الكسح الترسبي ودرجة من التحكم ضد الحرائق) وتتضمن هذه المواقع بعض ما يلي: مواد للتغطية، وعمليات ضغط أو تسوية ميكانيكية للنفائيات.

(ب) قد لا تلائم القيمة الافتراضية ٠,٦ للمكبات غير المصنفة البلدان النامية التي ترتفع فيها نسبة المواقع السطحية غير المدارة حيث يحتمل أن يفضي ذلك إلى مبالغة في تقدير الانبعاثات. ولذلك تشجّع وكالات الحصر في البلدان النامية على استخدام ٠,٤ كمعامل لتصحيح الميثان ما لم تكن لديهم بيانات موثقة تشير إلى ممارسات في إدارة أماكن طمر النفائيات في بلدانهم.

المصدر: الدليل المرجعي في *الخطوط التوجيهية للهيئة*.

الكربون العضوي القابل للتحلل (DOC)

هو الكربون العضوي الذي يمكن أن يخضع لعملية تحلل كيميائي حيوي وينبغي التعبير عنه بالجيجا غرام من الكربون لكل جيجا غرام من النفائيات. وهو يستند إلى تركيب النفائيات ويمكن حسابه باستعمال متوسط مرجح للمحتوى من الكربون في مختلف مكونات تيار النفائيات. والمعادلة التالية، بصورتها المعروضة بها في *الخطوط التوجيهية للهيئة*، تقدر مقدار الكربون العضوي القابل للتحلل باستخدام القيم الافتراضية للمحتوى من الكربون:

^٢ ينجم عن مكبات النفائيات الصلبة غير المدارة مشاكل بيئية وصحية خطيرة، مثل حوادث الحرائق والانفجارات وتلوث الهواء والمياه القريبة وتفتشي الآفات والأوبئة. على أن الغرض من *الخطوط التوجيهية للهيئة* ومن دليل الممارسات السليمة في عملية حصر انبعاثات غازات الاحتباس الحراري ودرجة عدم التيقن في تقديراتها (تقرير الممارسات السليمة) ليس سوى معالجة الجوانب المتعلقة بانبعاثات غازات الاحتباس الحراري.

المعادلة ٤-٥

$$\text{DOC} = \text{الكربون العضوي القابل للتحلل} = (0.4 \cdot A) + (0.17 \cdot B) + (0.15 \cdot C) + (0.3 \cdot D)$$

حيث:

A = جزء النفائيات الصلبة البلدية المؤلف من الورق والمنسوجات

B = جزء النفائيات الصلبة البلدية المؤلف من مخلفات الحدائق أو مخلفات المنتزهات أو غير ذلك من الفضلات الغذائية غير العضوية المتعفنة

C = جزء النفائيات الصلبة البلدية المؤلف من فضلات الطعام

D = جزء النفائيات الصلبة البلدية المؤلف من الخشب أو القش

ويمكن الحصول على القيم الافتراضية للمحتوى من الكربون في هذه الأجزاء من الخطوط التوجيهية للهيئة (الجدول ٦-٣ من الدليل المرجعي)^٣ ويشجع على استخدام القيم الوطنية إن توافرت البيانات. ويمكن الحصول على هذه القيم الوطنية عبر إجراء دراسات عن تكون النفائيات وأخذ عينات من مكبات النفائيات الصلبة في البلد. وفي حالة استخدام القيم الوطنية، ينبغي إعداد تقارير عن بيانات الاستقصاء ونتائج المعاينة. ومن المهم بالإضافة إلى ذلك أن تستبعد وكالات الحصر مادة الخشب من حسابات الكربون العضوي القابل للتحلل في حال استخدامها للقيمة الافتراضية (٠,٧٧) للجزء المتباين من الكربون العضوي القابل للتحلل كما هو مبين أدناه.

الجزء المتباين من الكربون العضوي القابل للتحلل (DOC_F)

هو تقدير لجزء الكربون المتحلل والمنطلق في نهاية المطاف من مكبات النفائيات الصلبة، وهو يشير إلى أن بعض الكربون العضوي لا يتحلل أو أنه يتحلل ببطء شديد عند وضعه في مكبات النفائيات الصلبة. وتتضمن الخطوط التوجيهية للهيئة قيمة افتراضية مقدارها ٠,٧٧ لجزء الكربون العضوي القابل للتحلل. واستناداً إلى مراجعة ما نشر من أدبيات في الآونة الأخيرة فقد تبدو هذه القيمة الافتراضية مبالغ فيها. وينبغي عدم استعمالها ما لم يستبعد الخشب من قيمة الكربون العضوي القابل للتحلل. ومثال ذلك أن القيم التجريبية المتروحة بين ٠,٥ و ٠,٦ (بما فيها كربون الخشب) قد استخدمت في هولندا (أونك وبوم، ١٩٩٥) وثبت أنها تحقق تقديرات موثوقة للغاز المتولد والمستخلص في أماكن طمر النفائيات في هولندا. كما أن من الممارسة السليمة استخدام قيمة افتراضية تتراوح بين ٠,٥ و ٠,٦ (بما فيها كربون الخشب). ويمكن استخدام القيم الوطنية لجزء الكربون العضوي القابل للتحلل أو القيم المأخوذة من بلدان مشابهة في ظروفها، شريطة استنادها إلى بحوث موثقة جيداً.

^٣ نقلاً عن بنجيمر وكروتزن (١٩٨٧).

جزء الميثان في غاز أماكن طمر النفائيات (F)

يتألف غاز أماكن طمر النفائيات في معظمه من الميثان وثنائي أكسيد الكربون. ويبلغ جزء الميثان في العادة ٠,٥ ولكنه يمكن أن يتراوح بين ٠,٤ و ٠,٦، تبعاً لعدة عوامل، منها تركيب النفائيات (مثل المواد الكربوهيدراتية والسيليلوز). وقد يقل تركيز الميثان في غاز أماكن طمر النفائيات المستخلص عن القيمة الفعلية نتيجة لتخفيف التركيز المحتمل بسبب الهواء، ولذلك فإن القيم المقدرة بهذه الطريقة لجزء الميثان في الغاز لا تكون تمثيلية بالضرورة.

استخلاص الميثان (RF)

استخلاص الميثان هو مقدار الميثان المتولد في مكبات النفائيات الصلبة الذي يتم استخلاصه وحرقة بالإشعال أو في جهاز لاستخلاص الطاقة. وينبغي عدم طرح الميثان المستخلص والمنطلق لاحقاً من إجمالي الانبعاثات. والقيمة الافتراضية للميثان المستخلص تساوي صفراً. وينبغي عدم تعديل هذه القيمة الافتراضية إلا في حالة وجود مراجع لتوثيق مقدار الميثان المستخلص. وينبغي تقديم تقارير عن مقادير الغاز المستخلص في شكل ميثان وليس كغاز حفر طمر النفائيات حيث إن غاز حفر طمر النفائيات لا يحتوي إلا على جزء من الميثان.^٤ ويعتبر إصدار التقارير المستندة إلى قياس كل الغازات المستخلصة للاستخدام في الطاقة والإشعال من الممارسات السليمة. ومن غير الملائم استخدام تقديرات غير موثقة لإمكانات استخلاص غاز أماكن طمر النفائيات نظراً لنزوع هذه التقديرات إلى المبالغة في تقدير مقدار الاستخلاص.

معامل الأكسدة (OX)

يعبر معامل الأكسدة عن مقدار الميثان المنبعث من مكبات النفائيات الصلبة والذي يتأكسد في التربة أو غيرها من المواد التي تغطي النفائيات. وإذا كان معامل الأكسدة يساوي صفراً فإن ذلك معناه عدم حدوث أكسدة، وأما إذا كان معامل الأكسدة يساوي ١ فسوف يتأكسد حينئذ ١٠٠% من الميثان. وتبين الدراسات أن نتائج الأكسدة في أماكن طمر مخلفات المجاري تكون أعلى منها في مكبات القمامة غير المدارة. ومثال ذلك أن معامل الأكسدة في المواقع المغطاة بطبقة من المواد السميكة والجيدة التهوية قد يختلف بشكل ملموس عنه في المواقع غير المغطاة أو التي يمكن أن تتسرب منها مقادير كبيرة من الميثان من خلال الشقوق في الغطاء.

ومعامل الأكسدة الافتراضي المحدد في الخطوط التوجيهية للهئية يساوي صفراً. وتشير القياسات الميدانية والمخبرية إلى نتائج واسعة النطاق، ولكن القيم التي تزيد عن ٠,١ قد تكون مرتفعة جداً بالنسبة لقوائم الحصر الوطنية. وينبغي ألا تستعمل القياسات الميدانية والمخبرية لتركيزات وتدفقات انبعاثات غاز الميثان وثنائي أكسيد الكربون مباشرة. إذ أن هذه التجارب الميدانية والمخبرية تحدد بشكل عام أكسدة غاز الميثان من طبقات التربة المتماثلة والمتجانسة. ولا ينتشر في الواقع سوى جزء من غاز الميثان المتولد من خلال هذه الطبقة المتجانسة. ويتسرب جزء آخر من خلال الشقوق أو عن طريق الانتشار الجانبي دون أن يتأكسد. ولذلك فقد تفضي النتائج الميدانية والمعملية إلى المبالغة في تقديرات الأكسدة في التربة التي تشكل غطاءاً لأماكن طمر النفائيات.

^٤ انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المتولدة عن احتراق الغاز المستخلص من أماكن طمر النفائيات تأتي من أصل حيوي فينبغي عدم إدراجها في المجاميع الوطنية.

وتقوم حالياً معظم البلدان الصناعية التي لديها مواقع مدارية بشكل جيد للتخلص من النفائيات الصلبة باستخدام معامل أكسدة قيمته ٠,١، وهي فرضية معقولة استناداً إلى المعلومات المتاحة. وأما في البلدان النامية التي تقل فيها جودة ممارسات معالجة النفائيات فإن متوسط القيمة يكون أقرب إلى الصفر. ويعتبر استخدام معامل أكسدة قيمته ٠,١ لأماكن طمر النفائيات المدارية بشكل جيد مبرراً. أما في الحالات الأخرى، فينبغي إجراء توثيق وإسناد مرجعي واضح عند استخدام معامل أكسدة لا تساوي قيمته الصفر.

ومن المهم مراعاة طرح أي كمية ميثان مستخلص من المقدار المتولد قبل تطبيق معامل الأكسدة.

٣-١-١-٥ الاستيفاء

يتحتم على وكالات الحصر بذل الجهود لإدراج الانبعاثات الناتجة عن مكبات النفائيات الصلبة التي تطمر أنواعاً أخرى من النفائيات غير النفائيات الصلبة البلدية. وهذه تشمل مواقع النفائيات الصناعية ومكبات المخلفات الناتجة عن معالجة مياه المجاري وكذلك مكبات النفائيات الناتجة عن أعمال البناء والهدم. ومثلما في حالة النفائيات الصلبة البلدية، لا بد من تقييم الكربون العضوي القابل للتحلل لتقييم الأهمية المحتملة لفئة المصادر الثانوية. وقد يصعب الحصول على بيانات عن توليد النفائيات الصناعية أو عن التخلص منها لأنها قد تكون سرية أو لا تقدم تقارير عنها. وتعتبر عادة مكبات النفائيات الأخرى أقل أهمية من مكبات النفائيات الصلبة البلدية من حيث انبعاثات الميثان.

وينبغي ألا تمثل مكبات النفائيات الصلبة المغلقة عائقاً في وجه الاستيفاء لأن طريقة الانحلال من الرتبة الأولى والطرق الافتراضية تعتمد على مقادير النفائيات التي يتم التخلص منها سنوياً. ولذلك ينبغي أيضاً مراعاة النفائيات الموجودة في مواقع طمر النفائيات المغلقة.

٤-١-١-٥ وضع متسلسلة زمنية متسقة

إن الفروق بين طريقة الانحلال من الرتبة الأولى وبين الطريقة الافتراضية من حيث النهج المتبع ومن حيث النتائج المتوقعة، تقتضي وضع متسلسلة زمنية متسقة مع الطريقة المستخدمة (أي ينبغي عدم الخلط بين الطرق). فإذا قررت وكالة الحصر التحول من الطريقة الافتراضية إلى طريقة الانحلال من الرتبة الأولى فيتعين عليها حينئذ إعادة حسابات سنة التأسيس وكامل السلسلة الزمنية باستخدام المنهجية الجديدة. وفي هذه الحالة ستحتاج الوكالة إلى اشتقاق متسلسلة زمنية اعتماداً على البيانات التاريخية المتعلقة بالتخلص من النفائيات لدعم النهج القائم على الانحلال من الرتبة الأولى. وينبغي توخي الوضوح في وصف طريقة هذا الاشتقاق وعدد السنوات المشمولة. ولضمان استمرار الاتساق عبر الزمن فإن من الممارسة السليمة إعادة حساب تقديرات الانبعاثات باستخدام الطرق السابقة والجارية بما يؤكد أن التوجهات التي تبديها الانبعاثات صحيحة وليست ناجمة عن تغييرات في المنهجيات المتبعة في إجراء التقديرات. وينبغي إجراء عمليات إعادة الحساب وفقاً للإرشادات الواردة في القسم ٧-٣-٢، تقنيات إعادة الحساب البديلة، في الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب".

وبالنظر إلى أهمية فئة المصادر هذه في قوائم الحصر الوطنية ومحدودية الطريقة الافتراضية، ينبغي لوكالات الحصر تجميع أكبر قدر ممكن من البيانات التاريخية والاحتفاظ بها للتمكين من إعادة الحساب في المستقبل باستخدام طرق أكثر

دقة. كما ينبغي لوكالات الحصر مراعاة عنصر الزمن الذي تتعلق به المعالم العديدة المرتبطة بمكونات النفائيات وتصميم أماكن الطمر.

٥-١-١-٥ تقييم عدم التيقن

يبين الجدول ٥-٢ تقديرات عدم التيقن في مجموع النفائيات الصلبة البلدية المتكونة ومقدار النفائيات الصلبة البلدية ومعالم النموذج الافتراضية. وتستند التقديرات الواردة في الجدول إلى أحكام الخبراء. وفي حالة استخدام وكالة الحصر للقيم الوطنية لهذه المعاملات فينبغي أن تقيم عدم التيقن المقترن بهذه القيم بما يتوافق مع الإرشادات الواردة في الفصل السادس المعنون "التطبيق العملي لقياس مقدار عدم التيقن".

وتتوافر بعض المعلومات عن عدم التيقن المقترن بـ L_0 إمكانية توليد غاز الميثان التي تساوي (معامل تصحيح غاز الميثان • الكربون العضوي القابل للتحلل • الجزء المتباين من الكربون العضوي القابل للتحلل • مقدار الميثان في غاز أماكن طمر النفائيات • ١٢/١٦)، والذي يظهر كمعامل في معادلات الطريقة الافتراضية وطريقة الانحلال من الرتبة الأولى. وفي هولندا حيث تتوفر بيانات عالية الجودة، تشير التقديرات إلى أن عدم التيقن المقترن بتوليد الميثان لكل طن متري من النفائيات يبلغ \square ١٥ في المائة تقريباً (أونك وبوم، ١٩٩٥). وفي البلدان التي تتوفر لديها بيانات بنفس الجودة، من المتوقع أن تكون نسبة عدم التيقن في كميات غاز الميثان المتولد لكل طن متري من النفائيات شبيهة بهذا الرقم. وأما في البلدان التي تقتصر إلى البيانات الجيدة عن الميثان المتولد لكل طن متري من النفائيات فيمكن أن تبلغ نسبة عدم التيقن \square ٥٠ في المائة. وينبغي إجراء توثيق دقيق لتقييم مقدار عدم التيقن.

ويتضح من البيانات الواردة في الجدول ٥-٢ المعنون "تقديرات مستويات عدم التيقن المقترنة بالقيم الافتراضية للمعامل في الطريقة الافتراضية للهينة وطريقة الانحلال من الرتبة الأولى لتقدير مستوى انبعاثات غاز الميثان من مكبات النفائيات الصلبة" أنه من المتوقع ارتفاع مستوى عدم التيقن الإجمالي في تقدير انبعاثات غاز الميثان من مكبات النفائيات الصلبة. وقد تصل قيمة المعامل إلى اثنين، حتى في حالة التوصيف الدقيق للبيانات الوطنية. وينبغي استعمال البيانات الوطنية كلما أمكن. ويقدم الفصل السادس المعنون "التطبيق العملي لقياس مقدار عدم التيقن" نصائح بشأن التحديد الكمي لأوجه عدم التيقن في التطبيق العملي. ويشمل ذلك التماس واستخدام أحكام الخبراء التي يمكن، إضافة إلى البيانات العملية، أن تتيح إجراء تقديرات لعدم التيقن الإجمالي.

الجدول ٥-٢	
تقديرات مستويات عدم التيقن المقترنة بالقيم الافتراضية للمعالم في الطريقة الافتراضية/الهيئية وطريقة الانحلال من الرتبة الأولى لتقدير مستوى انبعاثات غاز الميثان من مكبات النفايات الصلبة ^(١)	
المعلم	نطاق عدم التيقن ^(٢)
مجموع النفايات الصلبة البلدية والجزء المرسل منها إلى مكبات النفايات الصلبة	على مستوى بلدان محددة: $< \pm 10\%$ ($> - 10\%$) وتكون القيمة المطلقة لنطاق عدم التيقن أكبر من ١٠% في البلدان التي تتوفر لديها بيانات عالية الجودة (مثل الوزن في كل مكبات النفايات الصلبة) وفي البلدان التي تفتقر فيها البيانات إلى الجودة: أكثر من معامل اثنين
الكربون العضوي القابل للتحلل = ٠,٢١ (القيمة الافتراضية القصوى الواردة في الخطوط التوجيهية للهيئة)	٠,٢٠ + ٥٠%
الجزء المتباين من الكربون العضوي القابل للتحلل = ٠,٧٧	٠,٣٠ + ٥٠%
معامل تصحيح غاز الميثان	١ = ٠,٤ = ٠,٦ =
جزء غاز الميثان في غاز أماكن طمر النفايات = ٠,٥	٠,٢٠ + ٥٠%
استخلاص غاز الميثان	يتوقف نطاق عدم التيقن على كيفية تقدير مقادير الميثان المستخلصة والمحروقة أو المستخدمة، ولكن يرجح أن تكون صغيرة نسبياً مقارنة مع أوجه عدم التيقن الأخرى في حالة استخدام أجهزة للقياس.
معامل الأكسدة	تضمين معامل الأكسدة في تحليل عدم التيقن إن استخدمت قيمة غير صفيرية لمعامل الأكسدة نفسه. وفي هذه الحالة ينبغي أن تشمل مبررات استخدام القيمة غير الصفيرية دراسة أوجه عدم التيقن كما هو محدد في القسم ١-٥-٢ تحت عنوان "اختيار معاملات الانبعاث وبيانات الأنشطة".
ثابت معدل توليد غاز الميثان = ٠,٠٥	٠,٣٠ + ٤٠%

(أ) لا تنطبق هذه التقديرات إلا على القيم الافتراضية المبينة في **الخطوط التوجيهية للهيئة** أو في الجدول، وهي تستند إلى أحكام الخبراء.

(ب) إذا أسفر تقييم البيانات الإضافية عن المعالم إلى بيانات لتعديل القيم الافتراضية فسوف يتغير أيضا نطاق عدم التيقن. وفي حالة استخدام قيم خاصة بكل بلد فينبغي أن تكون مصحوبة بقيم ملائمة لعدم التيقن.

المصدر: أحكام فريق الخبراء (انظر: الرؤساء المشاركون والمحروون والخبراء؛ انبعاثات غاز الميثان الناتجة عن التخلص من النفايات الصلبة).

٥-١-٢ التقارير والوثائق

من الممارسة السليمة توثيق وأرشفة كل المعلومات المطلوبة لعملية حصر مستويات الانبعاثات الوطنية كما هو مبين في القسم ٨-١٠-١ تحت عنوان "الوثائق الداخلية والأرشيف" من الفصل الثامن المعنون "ضمان ومراقبة الجودة". وفيما يلي بعض أمثلة الوثائق والتقارير ذات الصلة بفئة هذه المصادر:

- ينبغي توثيق البيانات التاريخية وقيم ثابت معدل توليد غاز الميثان في حالة استخدام طريقة الانحلال من الرتبة الأولى.
- ينبغي أيضا أن توثق توزيعات النفايات في المواقع المدارة وغير المدارة لأغراض معامل تصحيح غاز الميثان فضلا عن توثيق المعلومات المساندة.

- في حالة الإبلاغ عن استخلاص غاز الميثان، يجب إجراء حصر لمنشآت الاستخلاص المعروفة. وينبغي الفصل في التوثيق بين عمليتي الحرق واستخلاص الطاقة.

ومن غير العملي إدراج كل الوثائق في تقرير الحصر السنوي. على أنه ينبغي تضمين الحصر ملخصات للطرق المتبعة وإشارات مرجعية إلى مصادر البيانات حتى تتسم تقديرات الانبعاثات المبلغ عنها بالشفافية وحتى يتسنى تعقب الخطوات التي اتبعت في حسابها.

٥-١-٣ ضمان/مراقبة جودة الحصر

من الممارسة السليمة إجراء اختبارات لمراقبة الجودة على النحو المبين في الجدول ٨-١ (الإجراءات العامة لمراقبة جودة الحصر- المستوى ١) من الفصل الثامن المعنون "ضمان ومراقبة الجودة". وقد يكون من الملائم أيضا إجراء اختبارات إضافية لمراقبة الجودة كما هو مبين في "الإجراءات من المستوى ٢" في الفصل الثامن واتباع إجراءات ضمان الجودة، وبخاصة في حالة استخدام طرق ذات مستويات عليا لتحديد الانبعاثات المتولدة عن فئة المصادر هذه. وتشجع وكالات الحصر على استعمال الطرق ذات المستويات العليا في ضمان/مراقبة الجودة عند التعامل مع فئات المصادر الرئيسية كما هو محدد في الفصل السابع المعنون "الاختبار المنهجي وإعادة الحساب".

وإضافة إلى ذلك، يمكن تحسين الشفافية بتوفير وثائق وتقديم تفسيرات واضحة لما يجري من عمل في المجالات التالية:

تقدير الانبعاثات باتباع نهج مختلفة

- في حال تقدير الانبعاثات باستخدام طريقة الانحلال من الرتبة الأولى، ينبغي لوكالات الحصر أن تقوم أيضا بتقدير الانبعاثات مستخدمة الطريقة الافتراضية المحددة من الهيئة. ويمكن أن تساعد النتائج على إجراء مقارنة متبادلة مع البلدان الأخرى. وينبغي لوكالات الحصر أن تسجل نتائج هذه المقارنات للرجوع إليها كوثائق داخلية وأن تحقق في أي تضارب.

مراجعة معاملات الانبعاثات

- ينبغي لوكالات الحصر التحقق من القيم الخاصة بكل بلد المستخدمة في التقديرات بمقارنتها مع القيم الافتراضية المحددة من الهيئة. والغرض من هذه المقارنة هو معرفة ما إن كانت المعالم الوطنية المستخدمة معقولة بالنسبة إلى قيم الهيئة الافتراضية، وذلك بالنظر إلى أوجه التشابه أو التفاوت بين فئة المصادر الوطنية ومصادر الانبعاثات التي تمثلها القيم الافتراضية.

مراجعة بيانات الأنشطة

- ينبغي لوكالات الحصر المقارنة بين البيانات الخاصة ببلدان محددة وبين قيم الهيئة الافتراضية من حيث معالم مستويات الأنشطة التالية: مجموع النفائيات الصلبة البلدية، ومجموع مقدار النفائيات الصلبة البلدية الملقاة في مكبات النفائيات الصلبة، والكربون العضوي القابل للتحلل. وينبغي تحديد ما إن كانت المعالم الوطنية معقولة، والتأكد من عدم حدوث أخطاء في الحسابات. فإذا تباينت القيم تباينا كبيرا فينبغي لوكالات الحصر توصيف النفائيات الصلبة البلدية والنفائيات الصلبة الصناعية كل على حدة.

- في الحالات التي تستخدم فيها بيانات الاستقصاء وتحصيل العينات لتجميع القيم الوطنية لبيانات الأنشطة المتعلقة بالنفائيات الصلبة، ينبغي أن تشمل إجراءات مراقبة الجودة ما يلي:

١١' مراجعة طرق جمع بيانات الاستقصاء والتحقق من البيانات للتأكد من تجميعها وجمعها بشكل صحيح. وينبغي لوكالات الحصر التحقق من البيانات بمقارنتها مع بيانات السنوات السابقة للتحقق من كونها ضمن الحدود المقبولة.

١٢' تقييم مصادر البيانات الثانوية والإشارة إلى أنشطة ضمان/مراقبة الجودة المقترنة بإعداد البيانات الثانوية. ويتسم ذلك بأهمية خاصة لبيانات النفائيات الصلبة التي تعد في الأصل لأغراض غير إعداد قوائم حصر انبعاثات غازات الاحتباس الحراري.

اشتراك خبراء من الصناعة والحكومة في المراجعة

- ينبغي لوكالات الحصر إتاحة الفرصة أمام الخبراء لمراجعة قيم المعالم المدخلة. ومثال ذلك أنه ينبغي مراجعة خصائص تيار النفائيات الصلبة وطرق التخلص منها على يد أفراد ممن لديهم دراية فنية بممارسات معالجة النفائيات الصلبة في البلد. وينبغي أن يستعرض خبراء آخرون معاملات تصحيح غاز الميثان.

التحقق من الانبعاثات

- ينبغي لوكالات الحصر المقارنة بين معدلات الانبعاثات الوطنية وبين المعدلات في البلدان التي تتسم بخصائص ديمغرافية واقتصادية مشابهة. وينبغي إجراء هذه المقارنة مع البلدان التي تستخدم فيها وكالات الحصر نفس طريقة تقدير غاز الميثان المتكون في أماكن طمر النفائيات. وينبغي لوكالات الحصر دراسة أوجه التضارب الكبيرة، لتحديد ما إن كانت تمثل أخطاءً في الحساب أم فروقاً فعلية.

٥-٢ الانبعاثات الناتجة عن معالجة مياه المخلفات

تؤدي معالجة مياه المخلفات المنزلية والصناعية بمعزل عن الهواء إلى تولد غاز الميثان^٥. وسوف نتناول المسائل المنهجية المتعلقة بانبعاثات غاز الميثان من نظم معالجة مياه المخلفات المنزلية والصناعية كلاً على حدة نظراً لاختلاف أنواع بيانات الأنشطة ومعاملات الانبعاث المطلوبة لكل واحدة من فئات المصادر الثانوية. وسوف نتناول نظامي معالجة مخلفات المياه في القسمين ٥-٢-٢ (التقارير والوثائق) و ٥-٢-٣ (ضمان ومراقبة جودة الحصر).

٥-٢-١ المسائل المنهجية

٥-٢-١-١ مياه المخلفات المنزلية

تعالج معظم مياه المخلفات المنزلية في البلدان المتقدمة في منشآت وبحيرات المعالجة الهوائية. وأما في البلدان النامية فلا يجمع سوى جزء صغير من مياه المخلفات المنزلية في نظم الصرف في حين يتجمع الجزء المتبقي في الحفر أو المراحيض.

وقد تصرف بعض مياه المخلفات الصناعية عبر خطوط الصرف البلدية حيث تختلط بمياه المخلفات المنزلية.

اختيار الطريقة

تبين **الخطوط التوجيهية للهيئة** طريقة وحيدة لحساب انبعاثات غاز الميثان الناتجة عن معالجة مياه المخلفات. وتعتبر الانبعاثات دالة لمقدار النفايات المتكونة ومعامل انبعاث يوصف مدى توليد هذه النفايات لانبعاثات غاز الميثان. وينبغي أن يطرح من مجموع الانبعاثات أي مقدار لغاز ميثان المستخلص أو المحروق أو المستعمل في توليد الطاقة. وفيما يلي المعادلة العامة المبسطة:

المعدلة ٥-٥

$$\text{Emissions} = (\text{Total Organic Waste} \bullet \text{Emission Factor}) - \text{Methane Recovery}$$

الانبعاثات = (مجموع النفايات العضوية • معامل الانبعاث) - غاز الميثان المستخلص

وتبعاً لما هو متاح من بيانات الأنشطة ومعاملات الانبعاث، يمكن تطبيق هذه الطريقة على مختلف مستويات التجزئة. وتبين شجرة القرارات في الشكل ٥-٢ المعنون "شجرة قرارات لانبعاثات غاز الميثان من مياه المخلفات المنزلية" كيفية تحديد مستوى التجزئة الملائم لتطبيق طريقة **الهيئة**. وبغض النظر عن مستوى التجزئة فإن خطوات **الممارسة السليمة** لحصر انبعاثات غاز الميثان من مياه المخلفات هي:

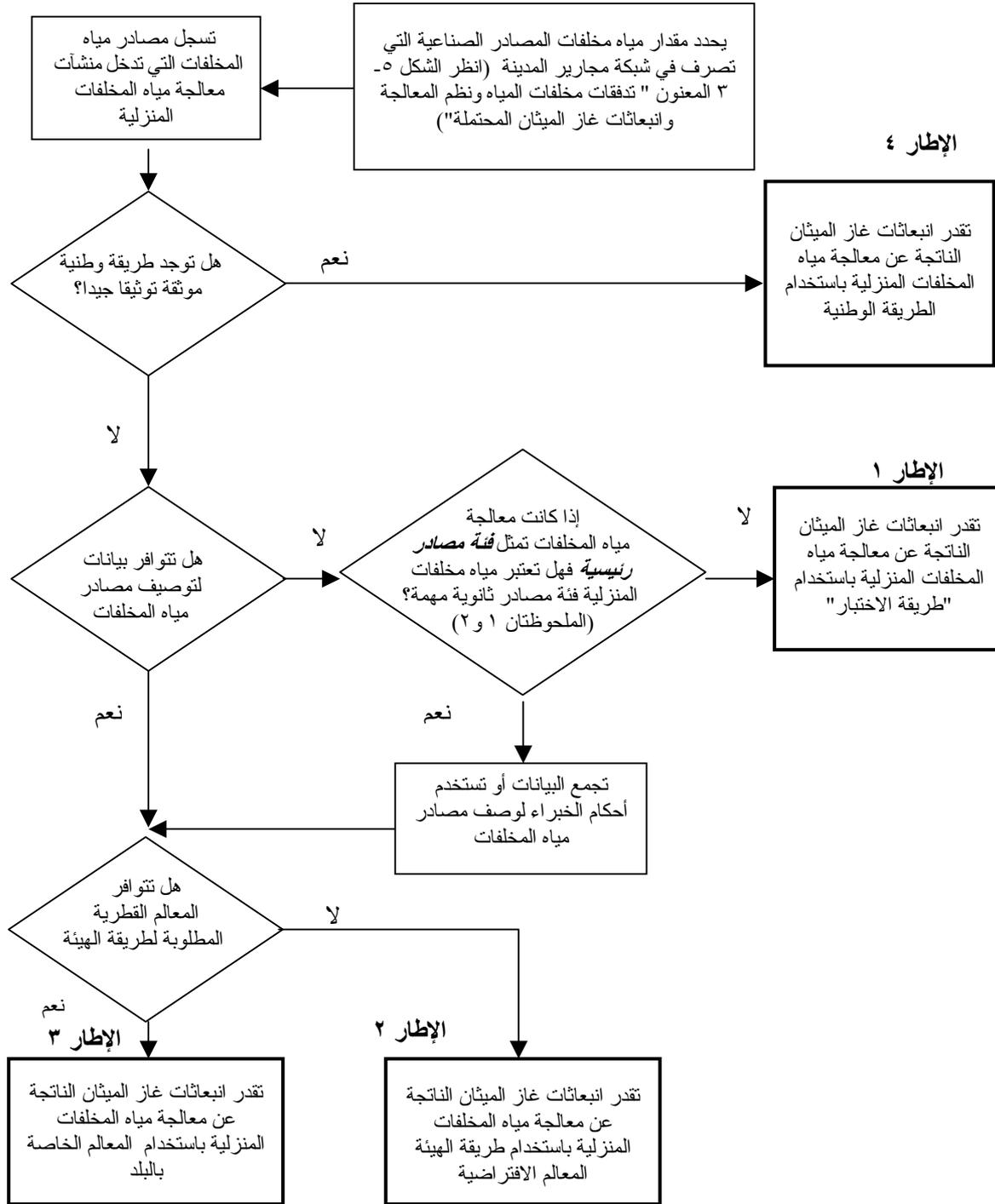
١١° وصف نظم مياه المخلفات في البلد.

١٢° اختيار أنسب المعامل.

١٣° تطبيق طريقة **الهيئة**.

^٥ يتناول القسم ٤-٨ من الفصل الرابع طرق **الممارسة السليمة** لتقدير مستويات انبعاثات أكسيد النيتروز غير المباشرة الناتجة عن التخلص من مياه المجاري مع مصادر أكسيد النيتروز الأخرى. وبالنظر إلى الحالة الراهنة بشأن توافر البيانات، فإن الطريقة الشديدة التبسيط الواردة في **الخطوط التوجيهية للهيئة** لتقدير انبعاثات أكسيد النيتروز المباشرة الناتجة عن التخلص من مياه المخلفات تمثل **الممارسة السليمة** بشكلها الذي وردت عليه. ومع ذلك فهذا المجال يحتاج إلى بذل جهود في المستقبل لإتاحة إمكانية تحقيق مستوى من التفصيل في الأجزاء المناظرة من قطاع الزراعة.

الشكل ٥-٢ شجرة قرارات لانبعاثات غاز الميثان من مياه المخلفات المنزلية



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 (انظر القسم ٢-٧ المعنون "تحديد فئات المصادر الرئيسية الوطنية" من الفصل السابع المعنون "الاختبار المنهجي وإعادة الحساب").

الملحوظة ٢: قاعدة تستند إلى الخبرة العملية، تعتبر فئة المصادر الثانوية مهمة إن كانت تمثل ٢٥-٣٠ في المائة من الانبعاثات الناجمة عن فئة المصادر.

الإطار ١-٥

طريقة الاختبار

تعرض المعادلة ٦-٥ طريقة سريعة لاختبار التقديرات الوطنية. وتتضمن المعادلة قيم المعالم الافتراضية للتمكين من حساب العينة.

المعادلة ٦-٥

$$WM = P \cdot D \cdot SBF \cdot EF \cdot FTA \cdot 365 \cdot 10^{-12}$$

حيث:

انبعاثات غاز الميثان السنوية الناتجة عن مياه المخلفات المنزلية في بلد ما (تيرا غرام)	= WM
سكان البلد أو سكان المدن في بعض البلدان النامية (نسمة)	= P
الحمولة العضوية في الطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين لكل نسمة (غرام من الطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين/نسمة/يوم)، القيمة الافتراضية الكلية = ٦٠ غرام من الأكسجين الكيميائي الحيوي/نسمة/يوم	= D
جزء الطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين الذي يترسب بسهولة، القيمة الافتراضية = ٠,٥	= SBF
معامل الانبعاث (غرام من غاز الميثان/غرام من الطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين)، القيمة الافتراضية = ٠,٦	= EF
جزء الطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين في نفائيات الأوحال التي تتحلل بمعزل عن الهواء، القيمة الافتراضية = ٠,٨	= FTA

وهناك ما يزيد على ٥٠ في المائة من الطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين في مياه المخلفات المنزلية مقترن بالمواد الصلبة غير القابلة للذوبان، وهي مواد يترسب كثير منها بسرعة في ظل مجموعة كبيرة من الظروف. ومثال ذلك أن خزانات الترسيب التقليدية تزيل في العادة ٣٣ في المائة من المواد الصلبة المعلقة في حين أن النسبة الملائمة لكثير من العمليات الأطول أجلا هي ٥٠ في المائة، مثل البحيرات وخزانات المراحيض والمراحيض والمجارير غير المصنفة. وهذا هو جزء الطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين في المعادلة الواردة أعلاه. ويعتقد إضافة إلى ذلك أن جزءا كبيرا جدا من الطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين القابل للترسب يتحلل بمعزل عن الهواء ويؤدي إلى زيادة جزء الطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين في النفائيات الكيميائية التي تتحلل بمعزل عن الهواء (٠,٨). وأما المعالم المتبقية فهي كما تحدها **الخطوط التوجيهية للهيئة**.

وفي البلدان التي توجد بها شبكة واسعة من المجارير ولا تستخدم فيها إلا عمليات المعالجة الهوائية وتعالج فيها نفائيات المجارير باتباع إجراءات لا تسفر عن توليد غاز الميثان أو عن طريق الهضم اللاهوائي مع احتراق الميثان، فإن جزء الطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين في النفائيات الكيميائية التي تتحلل بمعزل عن الهواء يكون أقل بشكل ملموس أو يكون معدوماً. وفي هذه الحالات، تعتبر الطريقة الكاملة الواردة في **الخطوط التوجيهية للهيئة** أكثر دقة. وفيما يتعلق بالبلدان التي لا تتوفر فيها بيانات لتحديد نسبة السكان المتصلين بمختلف أنواع المعالجات المستخدمة أو على الأخص عندما لا تتوفر شبكة مجاري لقطاع عريض من السكان فإن الإجراء الكامل المحدد من **الهيئة** قد تقوته انبعاثات كثيرة وينبغي مراجعة نتائجه بمقارنتها مع نتائج طريقة الاختبار.

ويمكن استخدام هذه الطريقة لإجراء تقدير تقريبي لانبعاثات غاز الميثان العالمية الناتجة عن مياه المخلفات المنزلية. وبتحديد سكان العالم بستة بلايين نسمة ومعامل الانبعاث ٠,٦ فإننا سنصل إلى مجموع انبعاثات غاز الميثان السنوية البالغة ٣٢ تيرا غرام/سنة، وهو ما يعادل نفس مرتبة التقدير العالمي البالغ ٢٩ تيرا غرام/سنة بحسب دورن وليليز (١٩٩٩).

اختيار معاملات الانبعاث

معامل الانبعاث لكل نوع من النفائيات دالة للإمكانية القصوى لتوليد الميثان في كل نوع من النفائيات والمتوسط المرجح لمعاملات تحول غاز الميثان في مختلف نظم معالجة مياه المخلفات المستخدمة في البلد على النحو المبين في المعادلة ٧-٥. ويشير معامل تحول الميثان إلى مدى تحقيق إمكانية توليد غاز الميثان في كل نوع من طرق المعالجة.

المعادلة ٧-٥

$$\text{Emission Factor} = B_0 \bullet \text{Weighted Average of MCFs}$$

معامل الانبعاثات = B_0 • المتوسط الترجيحي لمعامل تحول الميثان

حيث:

B_0 = القدرة القصوى على توليد الميثان (كيلو غرام من الميثان/كيلو غرام من الطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين

أو كيلو غرام من الميثان/كيلو غرام من الطلب الكيميائي للأكسجين)

MCF = معامل تحول الميثان (كسر)

وفيما يلي وصف لاشتقاق كل واحد من هذه الحدود.

 B_0 القدرة القصوى على توليد الميثان

من الممارسة السليمة استخدام البيانات المتعلقة بالقدرة القصوى على توليد الميثان الخاصة بالبلد، ويعبر عنها بالكيلو غرام من الميثان/كيلو غرام من الطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين الذي تتم إزالته للاتساق مع بيانات الأنشطة. وإذا لم تتوفر البيانات الخاصة بالبلد فيمكن استخدام قيمة افتراضية. وتقدر قيمة افتراضية مقدارها ٠,٢٥ كيلو غرام من الميثان/كيلو غرام من الطلب الكيميائي للأكسجين استناداً إلى الحساب النظري. وتتماشى بيانات الاختبار الميدانية الشاملة (دورن وآخرون، ١٩٩٧)^٦ بشكل جيد مع هذه القيمة الافتراضية.

ويلاحظ أن الكربون القابل للتحلل في النفائيات العضوية يمكن قياسه اعتماداً على الطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين أو الطلب الكيميائي للأكسجين. وفيما يتعلق بمخلفات المجاريير الخام المنزلية الاعتيادية فإن الطلب الكيميائي للأكسجين (ملي غرام/ليتر) يزيد عن الطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين (ملي غرام/ليتر) بين ١ و ٢,٥ مرة. ولذلك فمن المهم استخدام معاملات انبعاث تتوافق مع المقياس المستخدم للكربون القابل للتحلل. ولا توفر الخطوط التوجيهية للمهنية إلا قيمة افتراضية واحدة للقدرة القصوى على توليد الميثان، وهي قيمة لا بد من تطبيقها على الطلب الكيميائي والطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين على السواء. ويتعارض ذلك مع الفروق المشاهدة بين مستويات الطلب الكيميائي والطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين في مياه المجاريير. وبالنظر إلى الفروق في مقدار الطلب الكيميائي الحيوي والطلب الكيميائي للأكسجين في مياه المخلفات فإن ذلك يمكن أن يسفر عن تقديرات مختلفة لمستويات الانبعاثات من نفس مقدار مياه المخلفات، تبعاً للمقياس المستخدم. ولكفالة تماثل تقدير الانبعاثات الناتج من مقدار معين من مياه المخلفات بغض النظر عن مقياس الكربون

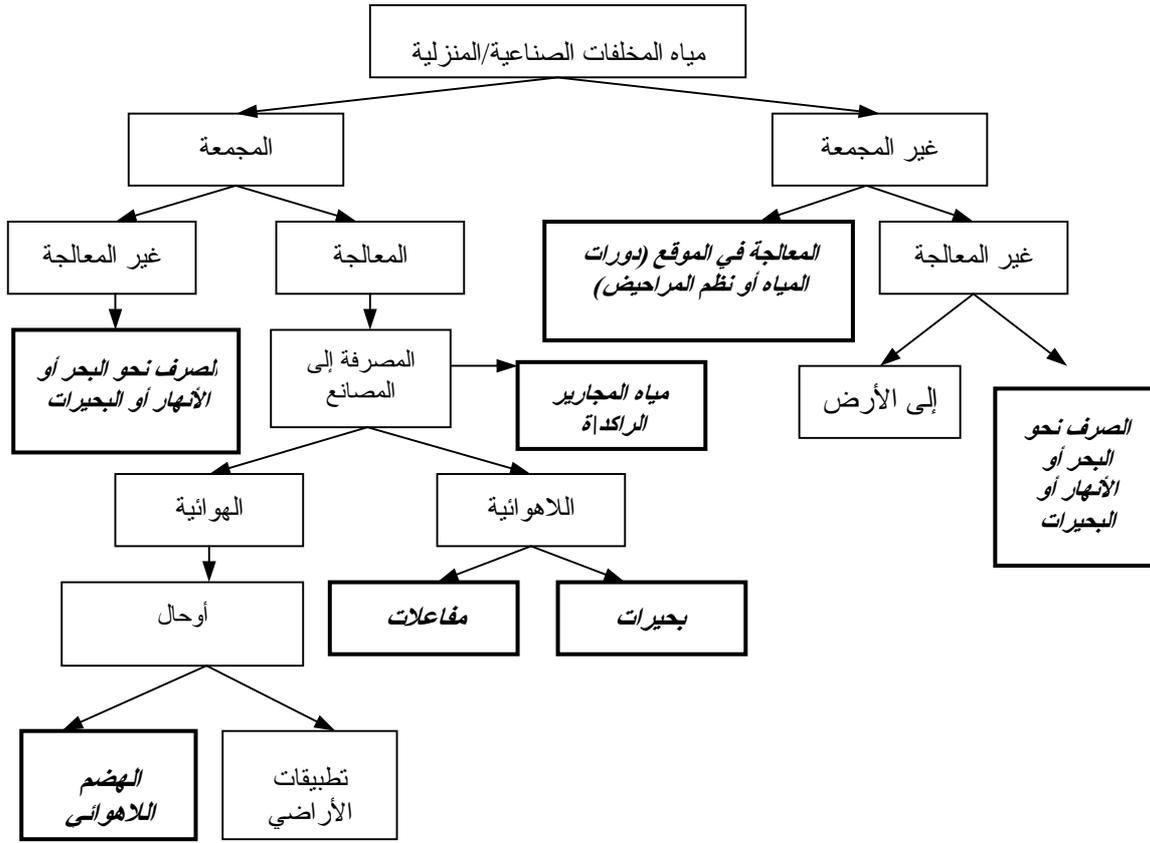
^٦ يشير هذا المرجع إلى قيمة تمثيلية مقدارها ٠,٢١ كيلو غرام من الميثان/كيلو غرام من الطلب الكيميائي للأكسجين.

العضوي، ينبغي تحويل قيمة القدرة القصوى على توليد الميثان المستندة إلى الطلب الكيميائي للأكسجين إلى قيمة مستندة إلى الطلب الكيميائي الحيوي عن طريق زيادتها بمعامل افتراضي مقداره ٢,٥. وبذلك فمن الممارسة السليمة استخدام قيمة افتراضية مقدارها ٠,٢٥ كيلو غرام من الميثان/كيلو غرام من الطلب الكيميائي للأكسجين أو قيمة افتراضية مقدارها ٠,٦ كيلو غرام من الميثان/ كيلو غرام من الطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين.

المتوسط المرجح لمعاملات تحول الميثان MCF

معامل تحول الميثان هو جزء الطلب الكيميائي الحيوي أو الطلب الكيميائي للأكسجين الذي يتحلل في نهاية المطاف بمعزل عن الهواء. والخطوة الأولى في تحديد العامل المرجح لتحول الميثان هو وصف نظم معالجة مياه المخلفات في البلد عن طريق إعداد قائمة بمصادر انبعاثات غاز الميثان. ويعرض الشكل ٣-٥ أدناه صورة شاملة لتدفق مياه المخلفات المنزلية والصناعية من خلال مختلف خيارات المعالجة. والخيارات المبينة في الشكل بحروف ثخينة هي مصادر انبعاثات غاز الميثان المحتملة.

الشكل ٣-٥ تدفقات مياه المخلفات ونظم المعالجة وانبعاثات غاز الميثان المحتملة



ملحوظة: النص المائل داخل الإطار السميك يشير إلى المجالات التي تنطوي على إمكانية إطلاق انبعاثات غاز الميثان.

وتحدد القيمة المرجحة لمعامل تحول غاز الميثان وفقا للمعادلة ٨-٥:

$$\text{المعادلة ٨-٥} \\ \text{Weighted MCF}_i = \sum x (WS_{ix} \bullet \text{MCF}_x)$$

حيث:

WS_{ix} = جزء مياه المخلفات من نوع i المعالج باستخدام نظام معالجة مياه المخلفات x

MCF_x = معاملات تحول غاز الميثان في كل نظام لمعالجة مياه المخلفات x

وتقتصر الخطوات التوجيهية للهيئة إجراء حساب منفصل لمياه المخلفات والأوحال الناتجة عن معالجة مياه المجاريير المزالة من مياه المخلفات. على أن هذا التمييز لا يلائم معظم البلدان حيث يندر أن تجمع الأوحال الناجمة عن معالجة مياه المجاريير على حدة. وفي حالة فصل النفايات الناجمة عن معالجة مياه المجاريير وتوافر الإحصاءات الملائمة فينبغي حينئذ فصل هاتين الفئتين الثانويتين. ولن يؤثر هذا الفصل في التقدير الإجمالي إلا في حال وجود قياسات خاصة بالبلد للقدرة القصوى

على توليد الميثان من الأوحال الناتجة عن معالجة مياه المجاري ومن مياه المخلفات. والقيمة الافتراضية النظرية للقدرة القصوى على توليد الميثان من الأوحال الناتجة عن معالجة مياه المجاري هي في العادة نفس قيمة القدرة القصوى على توليد الميثان من مياه المخلفات. وفي حالة استخدام المعاملات الافتراضية، يمكن تقدير الانبعاثات المتولدة عن مياه المخلفات والأوحال الناتجة عن معالجة مياه المجاري معا. وفي هذه الحالة، لا يلزم إجراء الجمع عبر الحدود i . وفي حالة عدم إجراء تقدير منفصل للانبعاثات من الأوحال الناتجة عن معالجة مياه المجاري فقد يتعين زيادة القيمة المرجحة لعامل تحول غاز الميثان في المعالجة الأولية والمعالجة الثانوية الهوائية لتكون أكبر من الصفر للتعبير عن الطرق الاعتيادية لمعالجة أوحال المجاري في ذلك البلد. وبغض النظر عن كيفية معالجة أوحال المجاري فمن المهم ألا تدرج في هذا القطاع انبعاثات غاز الميثان المتولدة عن النفايات الحيوية الصلبة (الأوحال الناجمة عن معالجة مياه المجاري) والتي ترسل إلى أماكن طمر النفايات أو تستخدم في الزراعة.

وكما سبقت الإشارة فإن توصيف مياه المخلفات يحدد مقدار كل نوع من أنواع مياه المخلفات المعالجة بنظام معين. ولتحديد استخدام كل نوع من أنواع نظم المعالجة فإن من الممارسة السليمة الإشارة إلى الإحصاءات الوطنية (مثل الإحصاءات المتاحة من السلطات الرسمية). وإذا لم تتوفر هذه البيانات فقد تتوفر بيانات عن استخدام النظم لدى رابطات مياه المخلفات أو المنظمات الدولية، مثل منظمة الصحة العالمية. وإن لم يكن الأمر كذلك فقد يكون من المفيد التشاور مع خبراء الأنظمة الصحية ويمكن تطبيق أحكام الخبراء (انظر الفصل السادس المعنون "التطبيق العملي لقياس مقدار عدم التيقن" لمعرفة الإرشادات العامة بشأن طلب الحصول على أحكام الخبراء). وقد توفر إحصاءات العمران الحضري أداة مفيدة (مثل أحجام المدن أو توزيع الدخل) مع افتراض أن سكان المناطق الريفية لا يتمتعون على الأرجح بإمكانية الحصول على نظم معالجة مياه المخلفات في معظم البلدان.

وإذا لم تتوفر البيانات الوطنية فيمكن تعديل المعادلة ٥-٨ على النحو المبين أدناه لتتضمن أحكام مهندسي الأنظمة الصحية وغيرهم من الخبراء.

المعادلة ٥-٩

Weighted MCF = Fraction of BOD that will ultimately degrade anaerobically

معامل تحول غاز الميثان المرجح = جزء الطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين المتحلل في نهاية المطاف بمعزل عن الهواء

ينبغي توثيق عملية تحديد معامل تحول غاز الميثان المرجح من خلال أحكام الخبراء على الوجه الأكمل. ويمكن استخدام البيانات الافتراضية الواردة في الخطوط التوجيهية للهيئة كأساس لأحكام الخبراء.

اختيار بيانات الأنشطة

إن بيانات الأنشطة لفئة هذه المصادر هو مقدار النفايات العضوية في بلد ما. ومجموع النفايات العضوية هو دالة لعدد السكان والنفايات المتولدة عن كل شخص، ويعبر عنها اعتماداً على الطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين (كيلو غرام من الطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين/سنة):

المعادلة ١٠-٥

$$TOW = P \cdot D_{dom}$$

حيث:

TOW = مجموع النفايات العضوية

P = تعداد السكان (١٠٠٠٠ نسمة)

 D_{dom} = المكون العضوي القابل للتحلل (كيلو غرام من الطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين/١٠٠٠٠ نسمة/سنة)

وكما جاء من قبل فإن الكربون القابل للتحلل في النفايات العضوية يمكن قياسه كطلب كيميائي حيوي للأكسجين أو كطلب كيميائي للأكسجين، وينبغي تحويل القيمة المستندة إلى الطلب الكيميائي للأكسجين إلى قيمة مستندة إلى الطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين بضربه بمعامل افتراضي مقداره ٢,٥. ويرجح توافر البيانات المتعلقة بالطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين لمياه المخلفات المنزلية. وتوفر الخطوط التوجيهية للهيئة قيمة افتراضية للطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين في مختلف مناطق العالم (انظر الجدول ٦-٥ الدليل المرجعي للخطوط التوجيهية للهيئة).

ويمكن الحصول على الإحصاءات المتعلقة بمجموع السكان من الوكالات الإحصائية الوطنية أو من الأمم المتحدة. وإذا كان يتوقع حدوث تحلل هوائي لمقادير كبيرة من النفايات في المناطق الريفية مثلما في بعض البلدان النامية فإن من الممارسة السليمة حساب التقدير اعتمادا فقط على سكان المناطق الحضرية.

الاستيفاء

تعرض الخطوط التوجيهية للهيئة الطرق الرئيسية لمعالجة مياه المخلفات في البلدان المتقدمة والبلدان النامية (انظر الجدول ٦-٤ الدليل المرجعي للخطوط التوجيهية للهيئة). ويشير هذا الجدول إلى مصادر، مثل المراحيض وصرف الأنهار وخطوط المجاري وخزانات المراحيض، ولكنها مصادر لا تتيح الطريقة الحالية إدراجها. (انظر دورن وليليز، ١٩٩٩ لمعرفة المعلومات المتعلقة بالانبعاثات الناتجة عن هذه المصادر). وقد يكون رسم بياني من قبيل الشكل ٥-٣ (تدفقات مياه المخلفات ونظم المعالجة وانبعاثات غاز الميثان المحتملة) أكثر فائدة من الجدول ٦-٤، الدليل المرجعي للخطوط التوجيهية للهيئة.

وضع متسلسلة زمنية متسقة

ينبغي حساب الانبعاثات الناجمة عن معالجة مياه المخلفات المنزلية باستخدام نفس الطريقة ونفس مجموعات البيانات في كل سنة من سنوات المتسلسلة الزمنية. وفي الحالات التي لا تتوافر فيها البيانات المتسقة المطلوبة لنفس الطريقة في أي سنة في المتسلسلة الزمنية، ينبغي إعادة حساب هذه الثغرات وفقا للإرشادات الواردة في القسم ٧-٣-٢-٢ تحت عنوان "تقنيات إعادة الحساب" من الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب".

تقييم عدم التيقن

يعرض الجدول ٥-٣ نطاقات عدم التيقن المعينة للمعالم التي سبق تناولها أعلاه.

الجدول ٣-٥	
نطاقات عدم التيقن الافتراضية لمياه المخلفات المنزلية	
المعلم	نطاق عدم التيقن
السكان	٥%+، ٥%-
الطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين/نسمة	٣٠%+، ٣٠%-
القدرة القصوى على توليد غاز الميثان	٣٠%+، ٣٠%-
الجزء المعالج بمعزل عن الهواء	ينبغي تحديد نطاق عدم التيقن باستخدام أحكام الخبراء مع مراعاة أن هذا كسر وأن مستويات عدم التيقن لا يمكنها تجاوز النطاق صفر إلى ١.

ويوفر الفصل السادس المشورة بشأن قياس مقادير عدم التيقن كميًا في التطبيق العملي، بالإضافة إلى إرشادات بشأن التماس واستخدام أحكام الخبراء التي يمكنها، جنبًا إلى جنب مع البيانات النظرية، أن توفر تقديرات إجمالية لعدم التيقن.

٥-٢-١-٢-٥ مياه المخلفات الصناعية

قد تعالج مياه المخلفات الصناعية في الموقع أو تفرغ في نظم الصرف البلدية. وإذا فرغت في نظم الصرف البلدية فينبغي التعامل مع الانبعاثات في إطار ذلك القطاع. ولذلك فإننا نتناول هنا تقدير مستويات انبعاثات غاز الميثان الناجمة عن معالجة مياه المخلفات الصناعية في المواقع.

اختيار الطريقة

تشبه طريقة الهيئة لحساب الانبعاثات الناجمة عن مياه المخلفات الصناعية تلك المستخدمة في حساب الانبعاثات الناجمة عن مياه المخلفات المنزلية. ولكن تحديد معاملات الانبعاث وبيانات الأنشطة يعد أكثر تعقيداً نظراً لكثرة أنواع مياه المخلفات والحاجة إلى تعقب العديد من مختلف أنواع الصناعات.

وتستند أدق تقديرات الانبعاثات الناجمة عن هذه الفئة من المصادر إلى البيانات المأخوذة من نقاط المصدر. ونظراً لارتفاع تكلفة القياسات واحتمال وجود عدد هائل من نقاط المصادر فإن جمع بيانات ذات مدلول عن القياسات يعد أمراً بالغ الصعوبة. ولذلك يُقترح أن تستخدم وكالات الحصر نهجاً نزولياً معدلاً من النهج الواردة في الخطوط التوجيهية للهيئة. وتحدد شجرة القرارات في الشكل ٤-٥ الممارسة السليمة لتعديل الطرق الواردة في الخطوط التوجيهية للهيئة لتتلاءم مع الظروف الخاصة بكل بلد.

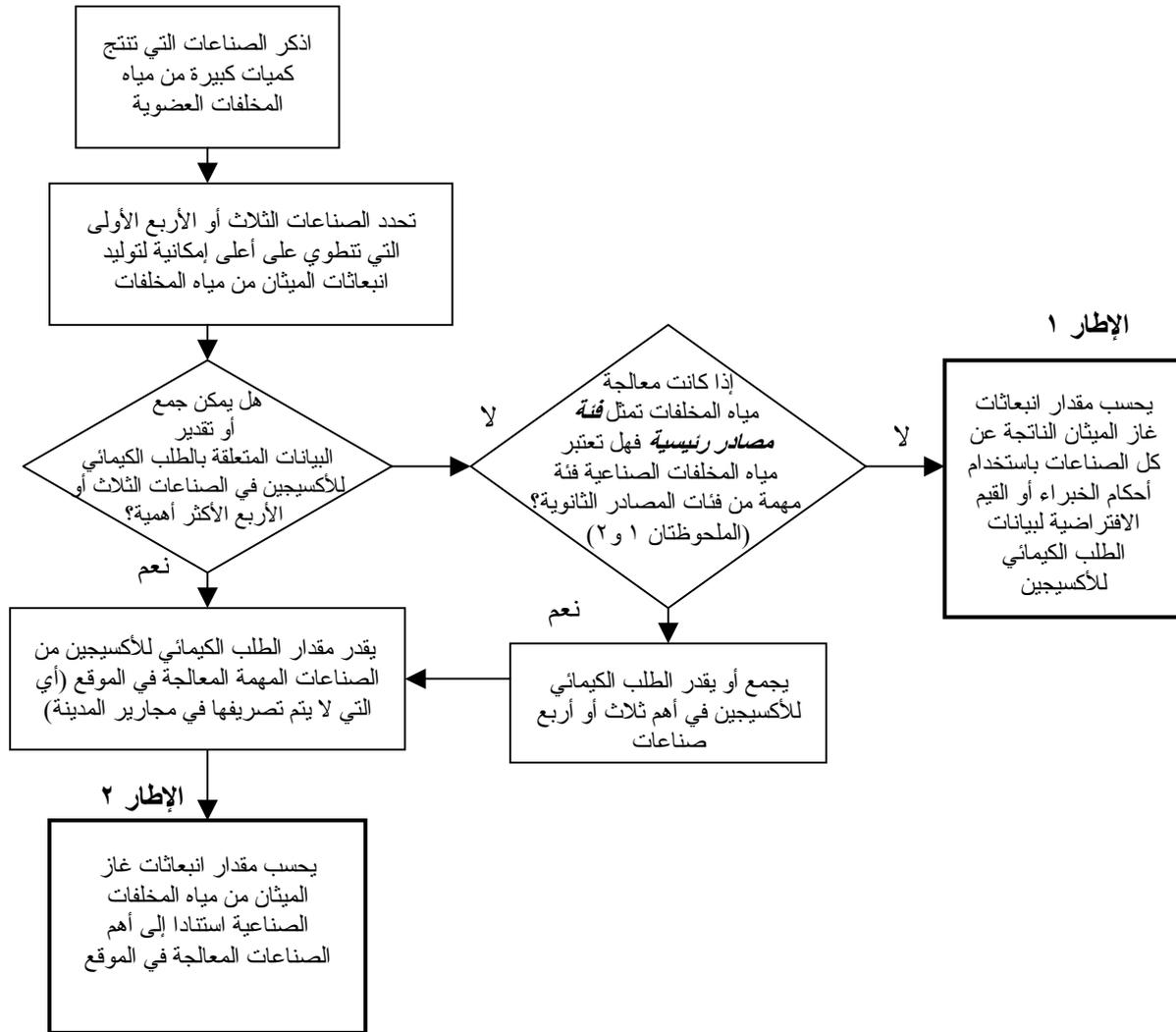
اختيار معاملات الانبعاث

توجد فروق كبيرة في إمكانية انبعاث الميثان بين مختلف أنواع مياه المخلفات الصناعية. وينبغي قدر المستطاع جمع البيانات لتحديد القدرة القصوى على توليد الميثان وجزء النفائيات المعالج بمعزل عن الهواء (معامل تحول غاز الميثان المرجح) في كل صناعة. ومن الممارسة السليمة استخدام البيانات الخاصة ببلدان محددة وقطاعات صناعية محددة، والمتاحة من السلطات الحكومية أو المنظمات الصناعية أو خبراء الصناعة. على أن معظم وكالات حصر الغازات لن تتمكن في الوقت الحاضر من الحصول على البيانات المتعلقة بقطاعات صناعية محددة أو أنها لن تحصل إلا على بيانات غير مستوفاة. وفي حالة عدم توافر البيانات الوطنية فمن الممارسة السليمة استخدام القيمة الافتراضية للقدرة القصوى على توليد غاز الميثان المحددة من الهيئة استناداً إلى الطلب الكيميائي للأكسجين (٠,٢٥ كيلو غرام من الميثان/كيلو غرام من الطلب الكيميائي للأكسجين).

وعند تحديد جزء النفائيات المعالج بمعزل عن الهواء، ينبغي استخدام أحكام الخبراء المستندة إلى مشورة المهندسين وغيرهم من الخبراء. وتتمثل إحدى التقنيات المفيدة في تقدير هذه البيانات في إجراء استقصاءات يراجعها النظراء لممارسات معالجة مياه

المخلفات الصناعية. وينبغي إجراء الاستقصاءات بتواتر كاف لتفسير الاتجاهات الرئيسية في ممارسات الصناعة (أي كل ٣ إلى ٥ سنوات). ويبين القسم ٦-٢-٥ (أحكام الخبراء) من الفصل السادس المعنون "الحساب العملي لعدم التيقن" كيفية الحصول على أحكام الخبراء بشأن نطاقات عدم التيقن. ويمكن استخدام بروتوكولات مشابهة لبروتوكولات الحصول على أحكام الخبراء للحصول على المعلومات اللازمة لأنواع البيانات الأخرى إن لم تتوافر البيانات والإحصاءات المنشورة.

الشكل ٥-٤ شجرة قرارات لانبعاثات غاز الميثان من معالجة مياه المخلفات الصناعية



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 "الاختبار المنهجي وإعادة الحساب").

ملحوظة ٢: قاعدة تستند إلى الخبرة العملية، تعتبر فئة المصادر الثانوية مهمة إذا كانت تمثل ٢٥-٣٠ في المائة من الانبعاثات الناجمة عن فئة المصادر.

اختيار بيانات الأنشطة

الخطوة الأولى في تقدير مجموع النفايات العضوية الصناعية المنتجة هو التوصيف بإعداد قائمة بقطاعات الصناعة التي تنتج كميات ضخمة من مياه المخلفات العضوية. ونظرا لأن قليلا من الصناعات هي التي من المرجح أن تنتج معظم مياه المخلفات الصناعية (مثل صناعات الأغذية والورق) فمن *الممارسة السليمة* التركيز على هذه القطاعات الصناعية. ويمكن الحصول على هذه المعلومات من الإحصاءات الوطنية أو الوكالات الرسمية أو رابطات معالجة مياه المخلفات أو رابطات الصناعة.

وينبغي بعد ذلك تحديد حجم مدخلات الطلب الكيميائي للأكسجين في القطاعات الصناعية الثلاثة أو الأربعة الأولى التي يتم تحديدها. وقد يتطلب ذلك بعض أحكام الخبراء. وقد تتوفر في بعض البلدان البيانات المتعلقة بالطلب الكيميائي للأكسجين ومجموع استخدام المياه في كل قطاع مباشرة من خلال الوكالات الرسمية. والبديل عن ذلك هو الحصول على البيانات المتعلقة بقيمة الطلب الكيميائي للأكسجين لكل طن متري من المنتجات من الأدبيات المنشورة. وتعرض *الخطوط التوجيهية للهيئة* القيم الاعتيادية للطلب الكيميائي للأكسجين في بعض الصناعات. على أن هذه القيم قد جرى تحديثها في الجدول ٥-٤ أدناه. وكلا المصدرين لا يتعارضان مع *الممارسة السليمة*، تبعا للظروف الوطنية. وفيما يتعلق بالصناعات المتبقية، ينبغي تعيين القيمة الإجمالية المجمع للطلب الكيميائي للأكسجين. أما بيانات الانتاج فيمكن الحصول عليها من الإحصاءات الوطنية.

وقد يتم تصريف جزء كبير من مياه المخلفات الصناعية في المجاري البلدية لمعالجتها أو التخلص منها مع مياه المخلفات المنزلية. ويرجح تقدير هذا الجزء باستخدام أحكام الخبراء وتنبغي إضافته إلى حمولة مخلفات المياه المنزلية.

الجدول ٤-٥ بيانات مخلفات المياه الصناعية						
نطاق الطلب الكيميائي للاكسجين (g/l)	الطلب الكيميائي للاكسجين (g/l)	نطاق الطلب الكيميائي الحيوي للاكسجين (g/l)	الطلب الكيميائي الحيوي للاكسجين (g/l)	نطاق توليد مخلفات المياه (m ³ /Mg)	توليد مخلفات المياه (m ³ /Mg)	نوع الصناعة
	لا يوجد		لا يوجد		لا يوجد	علف الحيوانات
٢٢-٥	١١	١١-٣	لا يوجد	٣٢-١٦	٢٤	تكرير الكحول
٧-٢	٢,٩	٤-١	١,٥	٩-٥	٦,٣	البيرة
١٥-٣	٩	٩-٢	٥,٤		لا يوجد	القهوة
	٠,١	٠,١	لا يوجد	١,٧-١,٣	١,٥	الكوك
٥,٢-١,٥	٢,٧	٤-١	٢,٤	١٠-٣	٧	منتجات الألبان
١٠-١	٥,١		٠,٩		لا يوجد	العقاقير والأدوية
	لا يوجد		لا يوجد		لا يوجد	المتفجرات
	٢,٥		١,٥	١٨-٨	لا يوجد	تجهيز الأسماك
٧-٢	٤,١	٣-٢	٢,٥	١٨-٨	١٣	اللحوم والدواجن
٥-٠,٨	٣	٢-١	١,١	صفر-٤٠٠	٦٧	المواد الكيماوية العضوية
١٠-١	لا يوجد		لا يوجد	١٠-١	لا يوجد	الطلاء
١,٦-٠,٤	١	٨-١	٠,٤	١,٢-٠,٣	٠,٦	مصافي تكرير البترول
٥-٠,٨	٣,٧	٢-١	١,٤	١,٢-٠,٣	٠,٦	البلاستيك والراتنج
١٥-١	٩	٨-٠,٣	٠,٤	٢٤٠-٨٥	١٦٢	اللب والورق (معا)
١,٢-٠,٥	لا يوجد	٠,٨-٠,٣	لا يوجد	٥-١	لا يوجد	الصابون والمنظفات
٢	لا يوجد	١	لا يوجد	٢	لا يوجد	المشروبات الخفيفة
٤٢-١,٥	١٠	٢٥-١	٢	١٨-٤	٩	إنتاج النشا
٦-١	٣,٢	٨-٢	لا يوجد	١٨-٤	لا يوجد	تكرير السكر
١,٦-٠,٨	٠,٩	٠,٨-٠,٣	٠,٤	١٨٥-١٠٠	١٧٢	المنسوجات (الطبيعية)
١,٢-٠,٥	لا يوجد	٠,٨-٠,٣	٠,٥	٥-١	٣,١	الزيوت النباتية
١٠-٢	٥	٢-٠,٥	١	٣٥-٧	٢٠	الخضراوات والفاكهة والعصائر
٣-٠,٧	١,٥	١,٤-٠,٢	٠,٧	٤٦-١١	٢٣	الخمر والخل

ملاحظات:
في حال توافر بضع نقاط من البيانات، يفترض أن النطاق يتراوح بين -٥٠ و+١٠٠ %
المصدر: تورن وأخرون (١٩٩٧).

الاستيفاء

قد تقوم الصناعات بإعداد قوائم حصر تشمل الانبعاثات الناجمة عن معالجة مياه المخلفات في الموقع. ومن الممارسة السليمة استخدام هذه التقديرات شريطة أن تتسم بالشفافية وألا تتعارض مع مبادئ ضمان/مراقبة الجودة المبينة في الفصل الثامن. وينبغي تقسيم طريقة التقدير الوطنية لمراجعة هذه الانبعاثات ومن ثم، تقادي ازدواجية الحساب.

وضع متسلسلة زمنية متسقة

ينبغي حساب الانبعاثات الناجمة عن معالجة مياه المخلفات الصناعية باستخدام نفس الطريقة ونفس مجموعات البيانات المستخدمة في كل سنوات المتسلسلة الزمنية. وحيثما لا تتوفر بيانات متسقة لنفس الطريقة في أي سنة من سنوات

المتسلسلة الزمنية، ينبغي إعادة حساب هذه الثغرات وفقا للإرشادات الواردة في القسم ٧-٣-٢-٢، "تقنيات إعادة الحساب البديلة"، من الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب".

تقييم عدم التيقن

عينت نطاقات عدم التيقن في الجدول ٥-٥ للمعالم التي سبق تناولها أعلاه.

الجدول ٥-٥ النطاقات الافتراضية لعدم التيقن في مياه المخلفات الصناعية	
المعلم	نطاق عدم التيقن
الإنتاج الصناعي	-٢٥، +٢٥٪. تستخدم أحكام الخبراء فيما يتعلق بجودة مصدر البيانات لتعيين نطاق أدق لعدم التيقن.
مياه المخلفات/إنتاج الوحدة الطلب الكيميائي للأكسجين/إنتاج الوحدة	يمكن أن تتسم هذه البيانات بدرجة كبيرة من عدم التيقن حيث قد تتفاوت إجراءات معالجة النفائيات في نفس القطاع بتفاوت البلدان. وينبغي أن يتسم ناتج المعلم بدرجة أقل من عدم التيقن. ويمكن عزو قيمة عدم التيقن مباشرة للكيلو غرام من الطلب الكيميائي للأكسجين/طن متري من المنتج. وتقدر النسبة -٥٠، +١٠٠٪ (أي معامل ٢).
القدرة القصوى على توليد الميثان	-٣٠، +٣٠٪
الجزء المعالج بمعزل عن الهواء	ينبغي تحديد نطاق عدم التيقن باستخدام أحكام الخبراء مع مراعاة أن هذا كسر وأن مستويات عدم التيقن لا يمكنها أن تتجاوز النطاق صفر إلى ١.
المصدر: أحكام فريق الخبراء (أنظر: الرؤساء المشاركون والمحررون والخبراء؛ انبعاثات غاز الميثان وأكسيد النيتروز الناتجة عن معالجة مياه المخلفات)	

٥-٢-٢-٥ التقارير والوثائق

من الممارسة السليمة توثيق وأرشفة كل المعلومات المطلوبة لإعداد تقديرات حصر الانبعاثات الوطنية كما هو مبين في القسم ٨-١٠-١، الوثائق الداخلية والأرشيف، من الفصل الثامن المعنون "ضمان ومراقبة الجودة." ونورد فيما يلي أمثلة للوثائق والتقارير المحددة ذات الصلة بفئة المصادر هذه.

وتوفر الجداول القطاعية القائمة التي ترفق بتقرير حصر تفصيلي قدرًا معقولًا من الشفافية في فئة المصادر هذه. وتفصل الجداول بالضرورة بين معالجة مياه المخلفات الصناعية وبين معالجة مياه المخلفات المنزلية. وينبغي أن يوفر تقرير الحصر المعلومات المتبقية بشأن بيانات الأنشطة والفرضيات والمراجع في شكل نصي. ومن الأهمية البالغة توثيق استخدام البيانات الافتراضية عند وضع قيم المعالم. وينبغي أن توفر وكالة الحصر عمودين إضافيين في سجل العمل، أحدهما للتعليقات والآخر للمراجع (بحسب الأرقام مثلا).

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 تعقب الخطوات التي اتبعت في حسابها (مثل التغييرات في القيم الافتراضية لمعاملات تحول غاز الميثان).

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 الخبراء 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 المصادر هذه. وتشجع وكالات الحصر 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 ذلك، يمكن تحسين الشفافية بتوفير وثائق وتفسيرات واضحة لما يجري من عمل في المجالات التالية:

مقارنة تقديرات الانبعاثات باتباع نهج مختلفة

- ينبغي، حسب الاقتضاء، أن تقوم وكالات الحصر بالتحقق من التقدير الوطني لمخلفات المياه المنزلية بمقارنتها مع مستويات الانبعاثات المقدرة باستخدام القيم الافتراضية للهيئة أو باتباع "طريقة الاختبار". وينبغي أن تكون هذه المقارنة ممارسة قياسية لمراقبة الجودة كلما استخدمت معالم غير افتراضية في طريقة التقدير. وينبغي لوكالات الحصر تسجيل نتائج هذه المقارنات لأغراض التوثيق الداخلي وأن تقوم بالبحث عن التضارب الذي لا يستند إلى أي تفسير.

مراجعة معاملات الانبعاث

- فيما يتعلق بمياه المخلفات المنزلية، ينبغي أن تقوم وكالات الحصر بمقارنة قيم القدرة القصوى على توليد الميثان الخاصة بالبلد مع القيم الافتراضية المحددة من الهيئة (٠,٢٥ كيلو غرام من الميثان/كيلو غرام من الطلب الكيميائي للأكسجين أو ٠,٦ كيلو غرام من غاز الميثان/كيلو غرام من الطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين). وعلى الرغم من عدم وجود قيم افتراضية محددة من الهيئة لمقدار النفائيات المعالجة بمعزل عن الهواء فيحبذ أن تقوم وكالات الحصر بالتحقق من قيم معاملات تحول غاز الميثان في مقابل القيم المأخوذة عن البلدان الأخرى التي تتبع فيها ممارسات مشابهة في معالجة مياه المخلفات.
- ينبغي لوكالات الحصر أن تؤكد الاتساق بين الوحدات المستخدمة للكربون القابل للتحلل في النفائيات العضوية وبين الوحدات المستخدمة في القدرة القصوى على توليد غاز الميثان. وينبغي أن يستند كلا المعلمين إلى نفس الوحدات (الطلب الكيميائي الحيوي أو الطلب الكيميائي للأكسجين) لحساب الانبعاثات. وينبغي مراعاة نفس الشيء عند مقارنة الانبعاثات مع طريقة الاختبار أو مع الانبعاثات في أي بلد آخر.
- وفيما يتعلق بمياه المخلفات الصناعية، ينبغي لوكالات الحصر أن تتحقق من قيم معاملات تحول غاز الميثان في مقابل القيم الواردة في قوائم الحصر الوطنية الأخرى التي لها نفس خصائص مياه المخلفات الصناعية.

مراجعة بيانات الأنشطة

- فيما يتعلق بمياه المخلفات الصناعية، ينبغي أن تقوم وكالات الحصر بمراجعة مجموعات البيانات الثانوية (مثل البيانات المستمدة من الإحصاءات الوطنية أو الوكالات الرسمية أو رابطات معالجة مياه المخلفات أو رابطات

الصناعة) المستخدمة في تقدير وترتيب مخرجات النفايات الصناعية استنادا إلى الطلب الكيميائي للأكسجين. وقد تقوم بعض البلدان بإجراء مراقبة تنظيمية للنفايات الصناعية وربما تطبق بالفعل في هذه الحالات قواعد مهمة لضمان/مراقبة الجودة عند تحديد خصائص مياه المخلفات على أساس الصناعة.

- ينبغي لوكالات الحصر مقارنة البيانات الخاصة بالبلد (الطلب الكيميائي الحيوي للأكسجين في مياه المخلفات المنزلية أو مخرجات الطلب الكيميائي للأكسجين في الصناعة) مع القيم الافتراضية المحددة من الهيئة. وإذا استخدمت وكالات الحصر قيما خاصة بالبلدان فينبغي أن توثق أسباب الاختلاف بين قيمها الخاصة بالبلدان أو بصناعات محددة وبين القيم الافتراضية.

الاستعانة بخبراء الصناعة في المراجعة

- تخضع معالجة مياه المخلفات المنزلية في بعض البلدان لفحص وتنظيم دقيقين (وبخاصة في المناطق الحضرية) ومن ثم فقد تتاح فرصة لإجراء مراجعة من النظراء لمدخلات حسابات الانبعاثات. وينبغي أن تضم مراجعة النظراء خبراء ممن لديهم دراية بالمعلم المعين. وتنتم مراجعة الخبراء بأهمية كبيرة في التحقق من قيم معامل تحول غاز الميثان وغير ذلك من القيم والمعلم في الحالات التي لا تتوافر فيها قيم افتراضية من الهيئة لإجراء اختبارات مقارنة.
- فيما يتعلق بمياه المخلفات الصناعية، ينبغي لوكالات الحصر أن تشارك خبراء الصناعة ممن لديهم دراية بمعلم المدخلات المعينة. وينبغي مثلا أن يقوم خبراء الصناعة بمراجعة خصائص مياه المخلفات الصناعية ومعالجتها اعتمادا على ما لديهم من دراية فنية في مجالات اختصاصاتهم الصناعية المحددة. وتنتم مراجعات النظراء بأهمية بالغة في التحقق من قيم معامل تحول غاز الميثان وغير ذلك من المعلم في الحالات التي لا تتوافر فيها قيم افتراضية من الهيئة لاستخدامها في إجراء اختبارات مقارنة.

٣-٥ الانبعاثات الناتجة عن حرق النفائيات

١-٣-٥ المسائل المنهجية

يؤدي حرق النفائيات إلى توليد انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وغاز الميثان وأكسيد النيتروز. ولا يرجح تولد مقادير كبيرة من انبعاثات غاز الميثان نظراً لظروف الاحتراق في المحارق (مثل ارتفاع درجة الحرارة وطول مدد المكوث). وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن إحراق النفائيات تزيد في العادة كثيراً عن انبعاثات أكسيد النيتروز. ويشيع إحراق النفائيات حالياً في البلدان المتقدمة، وكذلك من الشائع إحراق النفائيات الطبية في كلا من البلدان المتقدمة والبلدان النامية على السواء.

وتنطبق المنهجية المبينة هنا على الإحراق مع استخلاص الطاقة وبدونه. وينبغي تقديم تقرير عن الانبعاثات الناجمة عن إحراق النفائيات بدون استخلاص الطاقة في إطار قطاع النفائيات وأما الانبعاثات الناجمة عن إحراق النفائيات مع استخلاص الطاقة فينبغي تقديم تقرير عنها في إطار قطاع الطاقة.

وتماشياً مع *الخطوط التوجيهية للهيئة*، ينبغي ألا تدرج في تقديرات الانبعاثات إلا انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن إحراق الكربون في النفائيات ذات الأصل الأحفوري (مثل البلاستيك وبعض أنواع المنسوجات، والمطاط والمذيبات السائلة وزيت النفائيات). ولا يدرج جزء الكربون المشتق من مواد الكتلة الحيوية (مثل الورق والنفائيات الغذائية والمواد الخشبية).

١-١-٣-٥ اختيار الطريقة

يتوقف اختيار طريقة *الممارسة السليمة* على الظروف الوطنية. وتحدد شجرتا القرارات في الشكلين ٥-٥ و ٦-٥ الممارسات السليمة لتكييف الطرق الواردة في *الخطوط التوجيهية للهيئة* مع الظروف الخاصة بكل بلد. ويبين الشكلان ٥-٥ و ٦-٥ على التوالي اختيار طريقة تقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وانبعاثات أكسيد النيتروز.

ويمكن إجراء أدق تقديرات الانبعاثات بتحديد الانبعاثات الناجمة عن كل نوع من النفائيات (مثل النفائيات الصلبة البلدية وقاذورات المجاري والنفائيات الطبية والنفائيات الخطرة).

وتتفاوت الطرق المتبعة في تقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وأكسيد النيتروز من إحراق النفائيات نظراً لتفاوت العوامل المؤثرة على مستويات الانبعاثات. ولهذا السبب فإننا نتناول أدناه كل طريقة على حدة.

تقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون

تبين *الخطوط التوجيهية للهيئة* طريقة لتقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المتولدة عن إحراق النفائيات. وكما يتضح من المعادلة ١١-٥ فإن بيانات الأنشطة هي مدخلات النفائيات في المحرقة ويستند معامل الانبعاث إلى المحتوى من الكربون في النفائيات الأحفورية الأصل فقط. وتنشأ أدق تقديرات الانبعاثات من تصنيف بيانات الأنشطة إلى أنواع مختلفة من النفائيات (مثل النفائيات الصلبة البلدية والنفائيات الناتجة عن معالجة مياه المجاري والنفائيات الطبية والنفائيات الخطرة). كما ينبغي أن تدرج في الحساب كفاءة الاحتراق في عملية الاحتراق.

المعادلة ١١-٥

$$\text{CO}_2 \text{ emissions (Gg/yr)} = \sum_i I W_i \bullet C C W_i \bullet F C F_i \bullet E F_i \bullet 44 / 12$$

حيث:

MSW = i : النفايات الصلبة البلدية

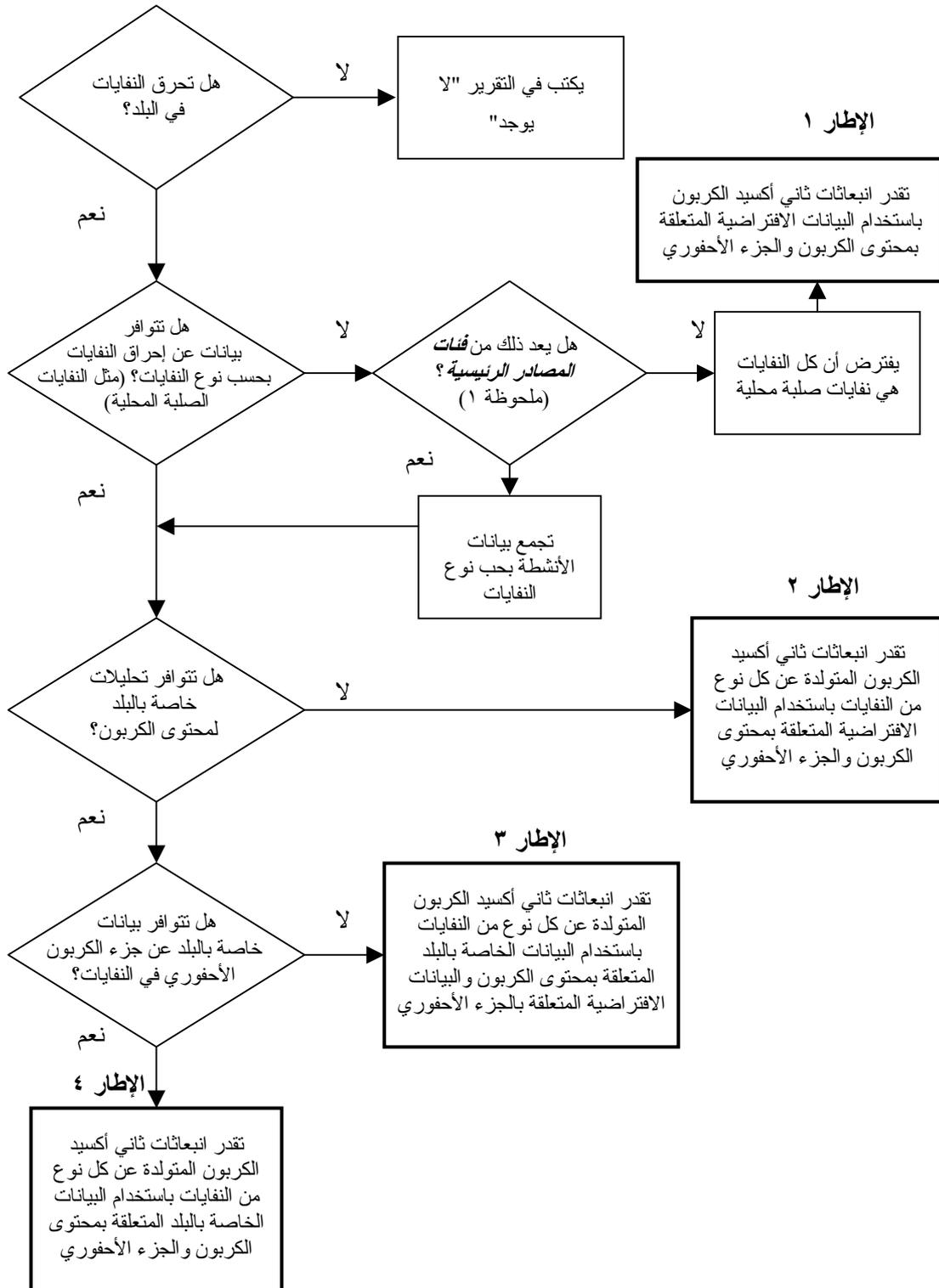
HW: النفايات الخطرة

CW: النفايات الطبية

SS: النفايات الناتجة عن معالجة مياه المجاري

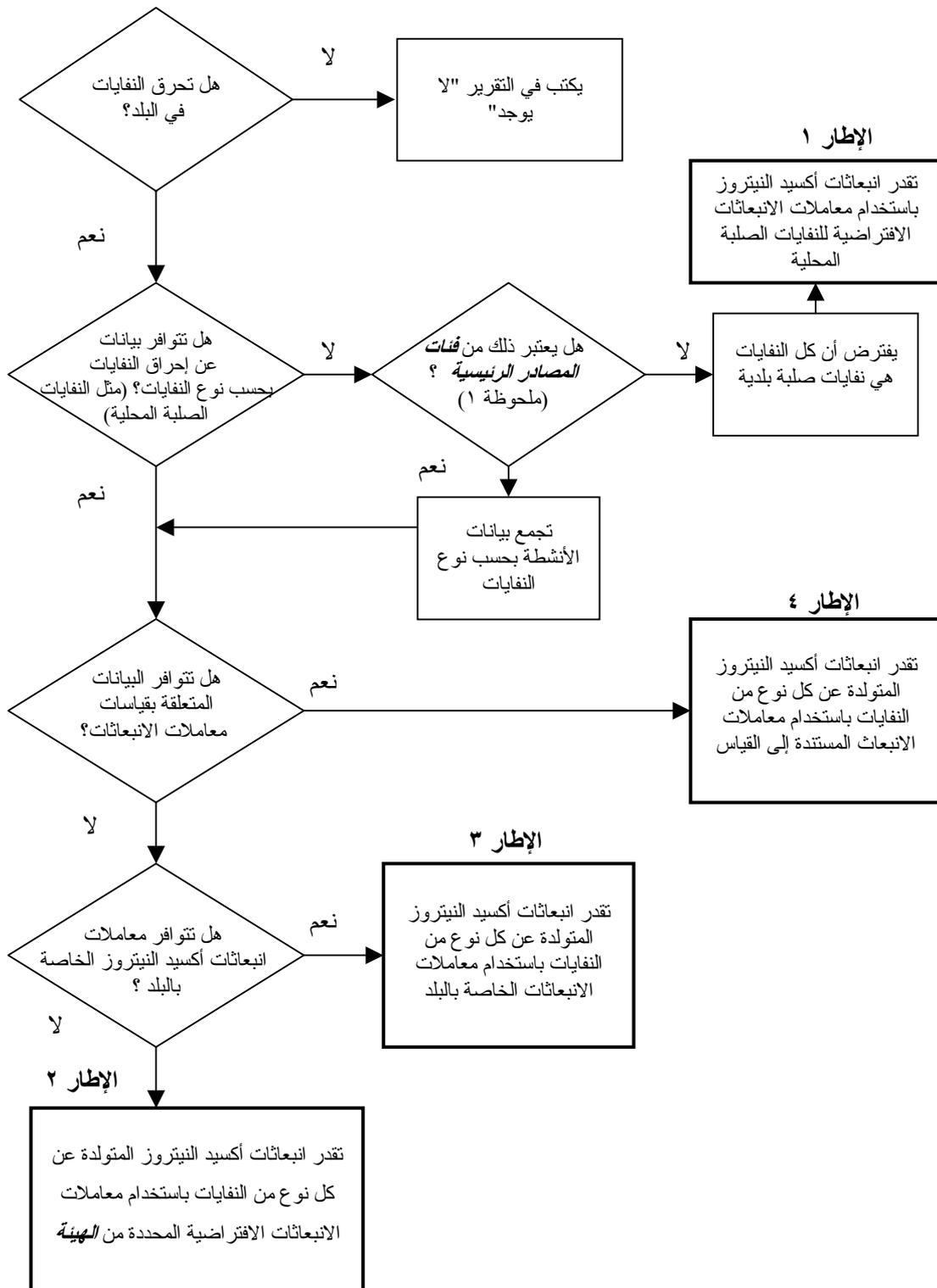
 $I W_i$ = مقدار النفايات المحروقة من النوع i (جيجا غرام/سنة) $C C W_i$ = جزء الكربون في النفايات من النوع i $F C F_i$ = جزء الكربون الأحفوري في النفايات من النوع i $E F_i$ = كفاءة الاحتراق في عملية الاحتراق في محارق نفايات النوع i (كسر) $44 / 12$ = التحويل من كربون إلى ثاني أكسيد الكربون

الشكل ٥-٥ شجرة قرارات لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون من إحراق المخلفات



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").

الشكل ٥-٦ شجرة قرارات لانبعاثات أكسيد النيتروز من إحراق النفايات



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").

ويمكن استخدام شجرة القرارات المبينة في الشكل ٥-٥ لتقدير مقدار انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في كل واحد من مصانع إحراق النفايات وكذلك لتقدير الانبعاثات من كل المصانع. وتتحقق أفضل النتائج عند تحديد مقدار الانبعاثات في كل مصنع ثم تجمع مقادير الانبعاثات بعد ذلك.

تقدير انبعاثات أكسيد النيتروز

يستند حساب انبعاثات أكسيد النيتروز إلى مدخلات النفايات في محارق النفايات وإلى معامل الانبعاث:

$$\text{المعادلة ١٢-٥}$$

$$\text{N2O emissions (Gg/yr)} = \sum_i (IWi \cdot EFi) \cdot 10^{-6}$$

حيث:

IWi = مقدار النفايات المحروقة من النوع i (جيغا غرام/سنة)

EFi = المعامل الإجمالي لانبعاث الغازات الناتجة عن النفايات من النوع i (كيلو غرام من أكسيد النيتروز/ جيغا غرام)

أو

$$\text{المعادلة ١٣-٥}$$

$$\text{N2O emissions (Gg/yr)} = \sum_i (IWi \cdot ECi \cdot FGV_i) \cdot 10^{-9}$$

حيث:

IWi = مقدار النفايات المحروقة من النوع i (جيغا غرام/سنة)

ECi = تركيز انبعاثات أكسيد النيتروز في غاز المداخل الناتج عن النفايات من النوع i (ميغا غرام من أكسيد النيتروز/ متر مكعب)

FGV_i = حجم غاز المداخل بحسب مقدار النفايات المحروقة من النوع i (متر مكعب/ ميغا غرام)

ونعرض في الشكل ٦-٥ شجرة قرارات عامة لتقدير انبعاثات أكسيد النيتروز الناجمة عن إحراق النفايات. كما يمكن استعمال شجرة القرارات في تقدير الغازات الأخرى (مثل أكاسيد النيتروجين). وتتحقق أفضل النتائج إذا تحددت انبعاثات أكسيد النيتروز في كل مصنع استناداً إلى بيانات الرصد الخاصة بالمصنع ثم جمعت بعد ذلك.

٥-٣-١-٢ اختيار معاملات الانبعاث وبيانات الأنشطة

انبعاثات ثاني أكسيد الكربون

لا يجري في العادة رصد ثاني أكسيد الكربون مباشرة في غازات العوادم. ويمكن حسابه من مجموع المحتوى من الكربون

في النفائيات. ويجري ذلك عادة في معظم البلدان. كما يمكن تقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون باستخدام البيانات الافتراضية المتعلقة بالمحتوى من الكربون (انظر الجدول ٥-٦ المعنون "البيانات الافتراضية لتقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن إحراق النفائيات"). على أنه في الحالات التي لا يكون فيها المحتوى من الكربون معلوماً وتتوافر لدى وكالات الحصر بيانات مقاسة جيدة التوثيق بشأن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن إحراق النفائيات، ينبغي استخدام هذه البيانات لمعرفة القيمة الخاصة بالبلد للمحتوى من الكربون في النفائيات.

وقد يتعذر التمييز بين الجزء الحيوي وبين الجزء الأحفوري في النفائيات التي سيتم حرقها. ويمكن جمع بيانات لتحديد هذه الأجزاء من تحليل النفائيات في كثير من البلدان. على أنه لا تتوافر في كثير من الأحيان بيانات فعلية عن أصل النفائيات وقد لا تكون مواكبة لآخر التطورات.

ويرجح أن تتغير أجزاء الكربون الأحفوري والحيوي تغيراً كبيراً في المستقبل جراء التشريعات الأخيرة المطبقة في كثير من البلدان (مثل اليابان والنرويج والولايات المتحدة الأمريكية). وسوف تؤثر هذه التشريعات على مجموع تدفقات النفائيات المحروقة وكذلك على المحتوى من الكربون الأحفوري في النفائيات المحروقة. ولا تعرف على وجه التأكيد الكيفية التي ستؤثر بها التشريعات الجديدة على المحتوى من الكربون الأحفوري ولا تتوافر سوى بيانات محدودة حيث مازالت التغييرات جارية.

وبتفاوت جزء الكربون الأحفوري في مختلف أنواع النفائيات. ويكون الكربون في النفائيات الصلبة البلدية والنفائيات الطبية من الأصلين: الأحفوري والحيوي (يتضمن الجدول ٥-٦ البيانات الافتراضية). ويمكن في العادة تجاهل الكربون الأحفوري في الأوحال الناجمة عن معالجة مياه المجاري (يقتصر على آثار المنظفات وغيرها من المواد الكيميائية). وأما الكربون في النفائيات الخطرة فهو في العادة من أصل أحفوري (يحتوي الجدول ٥-٦ على البيانات الافتراضية).

ومن الممارسة السليمة افتراض أن تركيب النفائيات الصلبة البلدية المحروقة هو نفس تركيب النفائيات الصلبة البلدية المتولدة في البلد. على أنه في حال إحراق جزء معين من النفائيات الصلبة البلدية على حدة فلا بد من تحديد المحتوى من الكربون في هذه التيارات على وجه الخصوص.

البيانات الافتراضية لتقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن إحراق النفائيات				
النفائيات الخطرة	النفائيات الطبية	الأحوال الناجمة عن معالجة مياه المجاري	النفائيات الصلبة البلدية	
المحتوى من الكربون في النفائيات	٧٠-٥٠% من النفائيات (مادة جافة) ^(أ)	٤٠-١٠% من النفائيات الناتجة عن معالجة مياه المجاري (مادة جافة)	٥٠-٣٣% من النفائيات (الرطبة)	
النسبة الافتراضية: ٥٠%	النسبة الافتراضية: ٦٠%	النسبة الافتراضية: ٣٠%	النسبة الافتراضية: ٤٠%	
٩٠-١٠٠% ^(ب)	٥٠-٣٠%	صفر في المائة	٥٠-٣٠%	الكربون الأحفوري كنسبة مئوية من مجموع الكربون
النسبة الافتراضية: ٩٠%	النسبة الافتراضية: ٤٠% يلزم الحصول على مزيد من المعلومات		النسبة الافتراضية: ٤٠%	
٩٥-٩٩%	٩٩,٥-٥٠%	٩٥%	٩٩-٩٥%	كفاءة الاحتراق ^(ج)
النسبة الافتراضية: ٩٩,٥%	النسبة الافتراضية: ٩٥%		النسبة الافتراضية: ٩٥%	
(أ) تحتوي النفائيات الطبية في معظمها على الورق والبلاستيك. ويمكن تقدير المحتوى من الكربون من العوامل التالية: المحتوى من الكربون في الورق: ٥٠%، والمحتوى من الكربون في البلاستيك: ٧٥-٨٥%.				
(ب) قد يختزل الكربون الأحفوري إذا كان يحتوي على كربون ناتج عن مواد التغليف وغيرها من المواد المشابهة.				
(ج) تبعاً لتصميم المصنع وصيانته وعمره.				
المصدر: أحكام فريق الخبراء (انظر: الرؤساء المشاركون والمحرون والخبراء؛ الانبعاثات الناتجة عن إحراق النفائيات).				

انبعاثات أكسيد النيتروز

ينبغي، كلما أمكن، اشتقاق معاملات انبعاث أكسيد النيتروز من قياسات الانبعاثات. ومن العملي من الناحية التقنية إجراء رصد مستمر للانبعاثات ولكنه غير لازم للممارسة السليمة. وينبغي إجراء قياسات دورية بما يكفي لتفسير التغييرية في توليد أكسيد النيتروز (أي الناجمة عن تغير تركيب النفائيات) ومختلف ظروف تشغيل المحارق (مثل درجة حرارة الاحتراق). ويقدم القسم ٨-٧-١-٣ المعنون "القياسات المباشرة للانبعاثات" من الفصل الثامن المعنون "ضمان ومراقبة الجودة" مزيداً من المشورة بشأن الشمول التمثيلي. وفي حالة عدم توافر بيانات القياس، ينبغي استخدام الوسائل الأخرى الموثوقة لتحديد معاملات الانبعاث (انظر الشكل ٦-٥ المعنون "شجرة قرارات لانبعاثات أكسيد النيتروز من إحراق النفائيات").

وتتفاوت معاملات انبعاثات أكسيد النيتروز بتفاوت نوع المنشأة ونوع النفائيات. وترتفع قيم معاملات الانبعاث في مصانع السريير السائل عن معاملات الانبعاث في مصانع الاشتعال الشبكي. وتخفض معاملات الانبعاث الناتجة عن النفائيات الصلبة البلدية عن معاملات انبعاثات أحوال المجاري. وتعتبر نطاقات انبعاثات أكسيد النيتروز عن تقنيات التدمير (عمليات

حقن النشادر أو اليوريا المستخدمة في بعض تكنولوجيات تدمير أكاسيد النيتروجين قد تزيد من انبعاثات أكسيد النيتروز) وعن درجة الحرارة ومدة مكوث النفائيات في المحرقة.

وفي حالة عدم توافر معاملات انبعاثات أكسيد النيتروز خاصة بالمواقع فيمكن استخدام المعاملات الافتراضية (انظر الجدول ٧-٥ المعنون "معاملات انبعاثات أكسيد النيتروز الناتجة عن إحراق النفائيات").

ويتوقع أن تتوفر بيانات خاصة بمصانع الإحراق عن مقدار النفائيات في كثير من البلدان التي تستخدم عمليات إحراق النفائيات.

وقد تزداد صعوبة الحصول على بيانات الأنشطة المتعلقة بالنفائيات الخطرة والنفائيات الطبية نظرا لعدم إدراج النفائيات المحروقة في بعض هذه المصانع (مثل المحارق في مواقع الصناعات الكيماوية وصناعات الأدوية) في الإحصاءات المتعلقة بالنفائيات. وقد لا تتوفر بيانات خاصة بالمصانع لهذه الأنواع من النفائيات، ولكن البيانات الشاملة لمجموع النفائيات المحروقة قد تتوفر من القائمين على تنظيم النفائيات.

ويتفاوت تصنيف أنواع النفائيات فيما بين البلدان (ففي اليابان مثلا تصنف الأوحال الناتجة عن معالجة مياه المجاري ضمن النفائيات الصناعية) وكذلك داخلها (على مستوى البلديات أو المناطق). ولذلك فقد يتعذر إجراء مقارنات بين أنواع النفائيات. وينبغي، كلما أمكن، تصنيف النفائيات على النحو المبين أعلاه لتيسير التوافق وإمكانية المقارنة.

٥-٣-١-٣ الاستيفاء

يتوقف الاستيفاء على التقارير المقدمة عن أنواع النفائيات والمقادير المحروقة. فإذا كانت الطريقة تنفذ على مستوى المنشأة ثم تجمع بعد ذلك عبر كل المنشآت فإن من الممارسة السليمة التأكد من إدراج كل المصانع التي تقوم بإحراق النفائيات. وينبغي لوكالات الحصر بذل الجهود لإعداد تقارير عن كل أنواع النفائيات الناشئة في البلد.

وتتبعي ملاحظة إمكانية ازدواجية حساب انبعاثات ثاني أكسيد الكربون نظرا لحرق النفائيات في منشآت مزودة بقدرات لاستخلاص الطاقة. كما يمكن استخدام النفائيات كبداية للوقود في المنشآت الصناعية الأخرى غير مصانع إحراق النفائيات (مثل أفران الأسمنت والطوب والأفران العالية). وتقاديا لازدواجية الحساب، ينبغي تقديم تقرير عن الانبعاثات المتولدة عن هذه العمليات تحت بند "أنواع الوقود الأخرى" في قطاع الطاقة وليس في فئة مصادر الانبعاثات الناجمة عن التخلص من النفائيات.

الجدول ٧-٥ معاملات انبعاثات أكسيد النيتروز الناتجة عن إحراق النفايات				
نوع مصنع إحراق النفايات	النفايات الصلبة البلدية	الأحوال الناجمة عن معالجة مياه المجاري	النفايات الطبية	النفايات الخطرة (من الصناعة)
	كيلو غرام من أكسيد النيتروز/جيجا غرام من النفايات (الجافة)	كيلو غرام من أكسيد النيتروز/جيجا غرام من النفايات الناجمة عن معالجة مياه المجاري (مادة جافة)	كيلو غرام من أكسيد النيتروز/جيجا غرام من النفايات (الجافة)	كيلو غرام من أكسيد النيتروز/جيجا غرام من النفايات (الجافة)
أفران المجرمة أو الأفران الشبكية	٦٦-٥,٥ (ألمانيا) المتوسط ١١-٥,٥ القيمة العليا ٣٠ (المملكة المتحدة) ١٥٠-٤٠ (اليابان: رطبة)	٤٠٠ (اليابان: رطبة)	لا يوجد	لا يوجد
الأفران الدوارة	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	٢٤٠-٢١٠ (ألمانيا)
السريير السائل	٦٦٠-٢٤٠ (اليابان: رطبة)	٨٠٠ (ألمانيا) ١٥٠٠-١٠٠ (المملكة المتحدة) ١٥٣٠-٣٠٠ (اليابان: رطبة)	لا يوجد	لا يوجد

المصدر:
ألمانيا: يونك (١٩٩٩)؛ المملكة المتحدة: وكالة البيئة (١٩٩٩)؛ اليابان: ياسودا (١٩٩٣).

٤-١-٣-٥ وضع متسلسلة زمنية متسقة

ينبغي حساب الانبعاثات الناجمة عن إحراق النفايات باستخدام نفس الطريقة ونفس مجموعات البيانات في كل سنة من سنوات المتسلسلة الزمنية. وحيثما لا تتوافر بيانات متسقة لنفس الطريقة في أي سنة من سنوات المتسلسلة الزمنية فينبغي إعادة حساب هذه الثغرات وفقا للإرشادات الواردة في القسم ٧-٢-٣-٢-٢ المعنون "تقنيات إعادة الحساب" من الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب".

٥-١-٣-٥ تقييم عدم التيقن

يعرض الجدولان ٦-٥ و ٧-٥ النطاقات الافتراضية لتقديرات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وأكسيد النيتروز، ولكن ينبغي لوكالات الحصر أن تحدد مستويات عدم التيقن الخاصة بالبلد في معاملات الانبعاث، وبخاصة إذا كانت تستخدم بيانات مرصودة.

وسوف يقل عدم التيقن المقترن بأحدث المعلومات لأنها تعبر عن تغير الممارسات أو تطور التقنيات أو تغير الأجزاء (الحويبية والأحفورية) في النفايات المحروقة. وتقدر أوجه عدم التيقن في مقدار النفايات المحروقة في كثير من البلدان المتقدمة بنحو ٥ في المائة ولكن عدم التيقن قد يزيد عن ذلك في بعض أنواع النفايات، مثل النفايات الطبية.

و يتعلق عدم التيقن الرئيسي المقترن بثاني أكسيد الكربون بتقدير جزء الكربون الأحفوري. ويرتفع مستوى عدم التيقن المرتبط بالفصل بين جزء الكربون الحيوي وجزء الكربون الأحفوري.

وينخفض مستوى عدم التيقن في القياس أو الرصد المباشر لانبعاثات أكسيد النيتروز. وأما عدم التيقن المقترن بالرصد المستمر أو الدوري للانبعاثات فيتوقف على دقة أجهزة القياس. كما يتوقف عدم التيقن في القياس الدوري على تواتر المعاينة.

وفي حالة استخدام القيم الافتراضية لتحديد معاملات انبعاثات أكسيد النيتروز فإن التقديرات تشير إلى أن نطاقات عدم التيقن سترتفع لتصل إلى ١٠٠ في المائة.

ويتضمن الفصل السادس المشورة بشأن قياس مقادير عدم التيقن كميًا في التطبيق العملي، بالإضافة إلى التماس واستخدام أحكام الخبراء التي يمكنها، جنبًا إلى جنب مع البيانات العملية، أن توفر تقديرات لعدم التيقن.

٥-٣-٢ التقارير والوثائق

من الممارسة السليمة توثيق وأرشفة كل المعلومات المطلوبة لإعداد تقديرات حصر الانبعاثات الوطنية كما هو مبين في القسم ٨-١٠-١ تحت عنوان "الوثائق الداخلية والأرشيف" من الفصل الثامن المعنون "ضمان ومراقبة الجودة". وفيما يلي بعض أمثلة الوثائق والتقارير ذات الصلة بفئة هذه المصادر.

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 تعقب الخطوات المتبعة في حسابها.

وتختلف مخططات تصنيف النفائيات التي تستخدمها بعض البلدان على المستوى المحلي أو الإقليمي. وفي هذه الحالة ينبغي لوكالة الحصر أن تستعرض اتساق هذه المخططات مع مخططات التصنيف المحددة من الهيئة وأن تسوق الأسس المنطقية التي يستند إليها تحويل البيانات لتلائم الفئات المحددة من الهيئة. وينبغي لوكالات الحصر أن تشير بوضوح إلى أنواع النفائيات المدرجة في تقديرات النفائيات.

كما ينبغي لوكالات الحصر إدراج معلومات عن كيفية حصولها على المحتوى من الكربون وجزء الكربون الأحفوري ومعاملات انبعاثات أكسيد النيتروز.

ويقوم كثير من مصانع إحراق النفائيات بتوليد الكهرباء والحرارة. وينبغي تقديم تقرير عن إحراق النفائيات لأغراض الطاقة في إطار قطاع الطاقة المحدد في الخطوط التوجيهية للهيئة (ثاني أكسيد الكربون الناتج عن الاحتراق الثابت). وينبغي تقديم التقرير عن النفائيات تحت بند "أنواع الوقود الأخرى" في قطاع الطاقة. وينبغي عدم الإبلاغ عن هذه الانبعاثات في قطاع النفائيات المحدد في الخطوط التوجيهية للهيئة تقاديا لازدواجية الحساب.

ويستخدم في بعض الأحيان الغاز أو النفط أو أنواع الوقود الأخرى كوقود مساند لبدء عملية الإحراق أو للحفاظ على درجة الحرارة. واستهلاك الوقود المساند في هذه الأغراض ينبغي عدم الإبلاغ عنه ضمن إحراق النفائيات، بل ينبغي إدراجه بدلا

من ذلك في قطاع الطاقة. وتمثل أنواع الوقود المساند في العادة أقل من ٣ في المائة من مجموع القيمة الحرارية، ولكنها قد تنتم بمزيد من الأهمية في حالة إحراق النفائيات الخطرة.

٥-٣-٣ ضمان/مراقبة جودة الحصر

من الممارسة السليمة إجراء اختبارات لمراقبة الجودة على النحو المبين في الجدول ٨-١ من الفصل الثامن ومراجعة الخبراء 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 الحصر على استعمال طرق المستويات العليا في ضمان/مراقبة الجودة لفئات المصادر الرئيسية كما هو محدد في الفصل السابع المعنون "الاختيار المنهجي وإعادة الحساب".

وإضافة إلى ذلك، يمكن تحسين الشفافية بتوفير وثائق وتفسيرات واضحة لما يجري من عمل في المجالات التالية:

مراجعة قياسات الانبعاثات المباشرة

- في الحالات التي تتوافر فيها بيانات القياس المباشر، ينبغي لوكالات الحصر تأكيد استخدام الطرق القياسية المعترف بها دوليا في القياسات. وفي حالة عدم الوفاء بهذا المعيار فينبغي حينئذ إجراء تقييم دقيق لاستخدام هذه البيانات.
- في الحالات التي يجري فيها قياس مباشر للانبعاثات، ينبغي لوكالات الحصر مقارنة المعاملات فيما بين المصانع وكذلك مع المعاملات الافتراضية المحددة من الهيئة. وينبغي مراجعة أي فروق كبيرة بين المعاملات.

مراجعة معاملات الانبعاث

- ينبغي لوكالات الحصر إجراء مقارنة بين القيم الخاصة بالبلد أو بالمصنع للمحتوى من الكربون في النفائيات، ولجزء الكربون الأحفوري من مجموع الكربون، ولكفاءة الاحتراق في أفران إحراق النفائيات وبين القيم الافتراضية المبينة في الجدول ٥-٦.
- ينبغي لوكالات الحصر مراجعة إجراءات مراقبة جودة بيانات وتحليلات إحراق النفائيات المستخدمة في تحديد معاملات الانبعاث الخاصة بالمواقع. وفي حالة عدم كفاية مراقبة الجودة، ينبغي تقييم عدم التيقن في التقديرات الوطنية وقد يلزم تقييم استخدام تلك البيانات.

الاستعانة بالخبراء في مراجعة النظراء

- ينبغي توجيه مراجعات النظراء إلى عمليات وصف وقود النفائيات والحالات التي لا تستخدم فيها البيانات الافتراضية. وينطبق ذلك بشكل خاص على النفائيات الخطرة والنفائيات الطبية لأن هذه النفائيات لا تحدد كمياتها في كثير من الأحيان على أساس المصنع ويمكن أن تتفاوت كثيرا من مصنع إلى آخر.

المراجع

انبعاثات غاز الميثان من مكبات النفايات الصلبة

- Bingemer, H.G. and P.J. Crutzen (1987). 'The production of methane from solid wastes.' *Journal of Geophysical Research*, 92 (D2), pp. 2181-2187.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (1997). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 3 Reference Manual. J.T. Houghton et al., IPCC/OECD/IEA, Paris, France.
- Oonk, H. and T. Boom (1995). Landfill gas formation, recovery and emissions, TNO-report R95-203, TNO, Apeldoorn, The Netherlands.

الانبعاثات الناتجة عن حرق النفايات

- Doorn, M.R.J., R. Strait, W. Barnard, and B. Eklund (1997). Estimate of Global Greenhouse Gas Emissions from Industrial and Domestic Wastewater Treatment, *Final Report, EPA-600/R-97-091, Prepared for United States Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC, USA.*
- Doorn, M.R.J. and D. Liles (1999). *Global Methane, Quantification of Methane Emissions and Discussion of Nitrous Oxide, and Ammonia Emissions from Septic Tanks, Latrines, and Stagnant Open Sewers in the World. EPA-600/R-99-089, Prepared for U.S. EPA, Research Triangle Park, NC, USA.*
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (1997). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 3 Reference Manual. J.T. Houghton et al., IPCC/OECD/IEA, Paris, France.
- Lexmond, M.J. and G. Zeeman (1995). *Potential of controlled anaerobic wastewater treatment in order to reduce the global emissions of the greenhouse gases methane and carbon dioxide. Report No. 95-1, Department of Environmental Technology, Agricultural University of Wageningen, P.O. Box 8129, 6700 EV Wageningen, The Netherlands.*

الانبعاثات الناتجة عن حرق النفايات

- Environment Agency of the United Kingdom (1999). *Environment Agency's Technical Guidance Notes, Environment Agency's Pollution Inventory (1998 Data), UK.*
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (1997). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 3 Reference Manual. J.T. Houghton et al., IPCC/OECD/IEA, Paris, France.
- Johnke, B. (1999). 'Emissions from waste incineration'. *Background paper for Expert meeting on good practice in inventory preparation : emissions from waste. IPCC/OECD/IEA National Greenhouse Gas Inventories Programme, (Unpublished – TSU, Japan)*
- Yasuda, K. (1993). Emissions of Greenhouse Gases from Waste Incineration. *Report of Kanagawa Environmental Research Center, vol. 16, pp. 49-53, Kanagawa Environmental Research Center, Kanagawa, Japan.*