

الفصل 2

انبعاثات الصناعات التعدينية

المؤلفون

ليزا هائل (الولايات المتحدة الأمريكية)

بيدرو مالدونادو (تشيلي)، إيتشي أونوما (اليابان)، مايلوس تيتشي (جمهورية التشيك)، هيندريك فان أوس (الولايات المتحدة الأمريكية)

المؤلفون المساهمون

فيكتور أوم (الولايات المتحدة الأمريكية)، جورج إدواردز (الولايات المتحدة الأمريكية)، ميشيل ميللر (الولايات المتحدة الأمريكية)

المحتويات

6-2	.....	انبعاثات الصناعات التعدينية	+2
6-2	.....	المقدمة	1-2
7-2	.....	إنتاج الأسمنت	2-2
7-2	.....	موضوعات منهجية	1-2-2
7-2	.....	اختيار الأسلوب	1-1-2-2
13-2	.....	اختيار بيانات الأنشطة	3-1-2-2
15-2	.....	الاستيفاء	4-1-2-2
16-2	.....	إعداد متسلسلة زمنية متسقة	5-1-2-2
16-2	.....	تقدير أوجه عدم التيقن	2-2-2
16-2	.....	أوجه عدم التيقن المقترنة بمعامل الانبعاث	1-2-2-2
16-2	.....	أوجه عدم التيقن المقترنة ببيانات الأنشطة	2-2-2-2
18-2	.....	ضمان الجودة / مراقبة الجودة (QC/QA) والإبلاغ والتوثيق	3-2-2
18-2	.....	ضمان الجودة / مراقبة الجودة	1-3-2-2
18-2	.....	الإبلاغ والتوثيق	2-3-2-2
19-2	.....	إنتاج الجير	3-2
19-2	.....	موضوعات منهجية	1-3-2
19-2	.....	اختيار أسلوب التقدير	1-1-3-2
22-2	.....	اختيار معاملات الانبعاث	2-1-3-2
23-2	.....	اختيار بيانات الأنشطة	3-1-3-2
25-2	.....	الاستيفاء	4-1-3-2
25-2	.....	إعداد متسلسلة زمنية متسقة	5-1-3-2
25-2	.....	تقدير أوجه عدم التيقن	2-3-2
26-2	.....	أوجه عدم التيقن المقترنة بمعامل الانبعاث	1-2-3-2
26-2	.....	أوجه عدم التيقن المقترنة ببيانات الأنشطة	2-2-3-2
26-2	.....	ضمان الجودة / مراقبة الجودة (QC/QA) والإبلاغ والتوثيق	3-3-2
26-2	.....	ضمان الجودة / مراقبة الجودة	1-3-3-2
27-2	.....	الإبلاغ والتوثيق	2-3-3-2
27-2	.....	إنتاج الزجاج	4-2
27-2	.....	موضوعات منهجية	1-4-2
28-2	.....	اختيار أسلوب التقدير	1-1-4-2
30-2	.....	اختيار معاملات الانبعاث	2-1-4-2
31-2	.....	اختيار بيانات الأنشطة	3-1-4-2
32-2	.....	الاستيفاء	4-1-4-2
32-2	.....	إعداد متسلسلة زمنية متسقة	5-1-4-2
32-2	.....	تقدير أوجه عدم التيقن	2-4-2

32-2	أوجه عدم التيقن المقترنة بمعامل الانبعاث	1-2-4-2
32-2	أوجه عدم التيقن المقترنة ببيانات الأنشطة	2-2-4-2
32-2	ضمان الجودة / مراقبة الجودة (QC/QA) والإبلاغ والتوثيق	3-4-2
32-2	ضمان الجودة / مراقبة الجودة (QC/QA)	1-3-4-2
33-2	الإبلاغ والتوثيق	2-3-4-2
33-2	استخدامات أخرى للكربونات في العمليات الصناعية	5-2
33-2	موضوعات منهجية	1-5-2
34-2	اختيار أسلوب التقدير	1-1-5-2
36-2	اختيار معاملات الانبعاث	2-1-5-2
36-2	اختيار بيانات الأنشطة	3-1-5-2
37-2	الاستيفاء	4-1-5-2
39-2	إعداد متسلسلة زمنية متسقة	5-1-5-2
40-2	تقدير أوجه عدم التيقن	2-5-2
40-2	أوجه عدم التيقن المقترنة بمعامل الانبعاث	1-2-5-2
40-2	أوجه عدم التيقن المقترنة ببيانات الأنشطة	2-2-5-2
40-2	ضمان الجودة / مراقبة الجودة (QC/QA) والإبلاغ والتوثيق	3-5-2
40-2	ضمان الجودة / مراقبة الجودة (QC/QA)	1-3-5-2
40-2	الإبلاغ والتوثيق	2-3-5-2
40-2	المراجع	

المعادلات

8-2	المستوى 1 الانبعاثات المبنية على إنتاج الأسمنت	المعادلة 1-2
10-2	المستوى 2: الانبعاثات القائمة على بيانات إنتاج الحجر الخفاف	المعادلة 2-2
11-2	المستوى 3: الانبعاثات القائمة على مدخلات المواد الأولية الكربونية إلى القمين	المعادلة 3-2
12-2	معامل الانبعاث للحجر الخفاف	المعادلة 4-2
13-2	معامل تصحيح غبار قمين الأسمنت غير المعاد تدويره إلى القمين	المعادلة 5-2
21-2	المستوى 2: الانبعاثات القائمة على البيانات الوطنية لإنتاج الجير حسب النوع	المعادلة 6-2
21-2	المستوى 3: تقدير الانبعاثات اعتماداً على مدخلات الكربونات	المعادلة 7-2
22-2	معامل الانبعاث الافتراضي لإنتاج الجير ضمن إطار المستوى 1	المعادلة 8-2
23-2	معاملات انبعاث المستوى 2 لإنتاج الجير	المعادلة 9-2
28-2	المستوى 1: الانبعاثات القائمة على إنتاج الزجاج	المعادلة 10-2
28-2	المستوى 2: الانبعاثات القائمة على عملية تصنيع الزجاج	المعادلة 11-2
29-2	المستوى 3: تقدير الانبعاثات اعتماداً على مدخلات الكربونات	المعادلة 12-2
30-2	معامل الانبعاث الافتراضي لإنتاج الزجاج ضمن إطار المستوى 1	المعادلة 13-2
34-2	المستوى 1: تقدير الانبعاثات اعتماداً على كتلة الكربونات المستهلكة	المعادلة 14-2
35-2	المستوى 2: الأسلوب الخاص بالاستخدامات الأخرى للكربونات في العمليات الصناعية	المعادلة 15-2
35-2	المستوى 3: مقرب مدخلات الكربونات للاستخدامات الأخرى للكربونات في العمليات الصناعية	المعادلة 16-2

الأشكال

شجرة قرارات تقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من إنتاج الأسمت.....	9-2	الشكل 1-2
شجرة قرارات تقدير انبعاثات CO ₂ الصادرة عن إنتاج الجير.....	20-2	الشكل 2-2
شجرة قرارات تقدير انبعاثات CO ₂ الصادرة عن إنتاج الزجاج.....	30-2	الشكل 3-2
شجرة قرارات تقدير انبعاثات CO ₂ الصادرة عن استخدامات أخرى للكربونات في العمليات الصناعية.....	36-2	الشكل 4-2

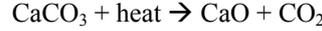
الجدول

الصيغة العامة، والوزن الصيغة، ومحتويات ثاني أكسيد الكربون وأنواع الكربونات الشائعة*.....	7-2	الجدول 1-2
جزء الحجر الخفاف في 'صفات' الأسمت المختلط و خلائط الإنتاج الإجمالية (بناء على معايير الولايات المتحدة C.595 و ASTM C.150، قد تكون بيانات الولايات المتحدة توضيحية بالنسبة لبلدان أخرى).....	14-2	الجدول 2-2
القيم الافتراضية لأوجه عدم التيقن المقترنة بإنتاج الأسمت.....	17-2	الجدول 3-2
المعاملات الافتراضية لاحتساب معاملات انبعاث إنتاج الجير.....	23-2	الجدول 4-2
قيم أوجه عدم التيقن الافتراضية لتقدير انبعاثات CO ₂ الصادرة عن إنتاج الجير.....	26-2	الجدول 5-2
معاملات الانبعاث الافتراضي ونسبة كسرة الزجاج بالنسبة لأنواع الزجاج المختلفة.....	31-2	الجدول 6-2
استخدامات الكربونات المصدرة وغير المصدرة للانبعاثات.....	38-2	الجدول 7-2

2 انبعاثات الصناعات التعدينية

1-2 المقدمة

يحدد هذا الفصل المنهجيات المستخدمة لتقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المتعلقة بالعمليات والتي تنتج من دخول المواد الخام للكربونات في إنتاج واستخدام العديد من منتجات الصناعات التعدينية. يصدر ثاني أكسيد الكربون من الكربونات بطريقتين: التفحم، وانبعاث CO₂ المستحث بالحمض. العملية الأولى التي تقوم بإصدار CO₂ هي تفحم مركبات الكربونات، والتي يتشكل خلالها أكسيد معدني أثناء عملية التسخين. ويتم هنا عرض تفاعل تفحم نموذجي للكالسيت المعدني أو كربونات الكالسيوم وهو كالاتي:



وعلى سبيل المثال، انبعاث CO₂ المستحث بالحمض عن طريق معادلة كالتالية:



ويحدث هذا في العديد من الصناعات، ولكن بصفة نموذجية كنتيجة لدخول كميات صغيرة من الكربونات كشوائب في عملية التحميص لتحسين نوعية مادة غير كربنة. وعلى سبيل المثال، في معالجة خامات الفوسفات مع الحمض الكبريتي لإنتاج الحمض الفسفوري، قد تحتوي ركيزة الفوسفات التي سيتم تحميصها على نسبة قليلة من معادن الكربونات. وعمامة ما يصدر مقدار صغير من ثاني أكسيد الكربون الآتي من تحميص شوائب الكربونات هذه.

وبذلك يكون مدار تركيز هذا الفصل على الانبعاثات الناتجة من تفحم المواد الكربونية. وبالرغم من شيوع العملية الأساسية التي تؤدي إلى صدور الانبعاثات المتصلة بالتفحم بين فئات المصدر في الصناعات المعدنية، إلا أنه يتم تركيز الاهتمام على ثلاثة من فئات المصدر لمساهمتها المهمة نسبياً في الانبعاثات العالمية. وهذه الفئات الثلاثة هي إنتاج الأسمنت، وإنتاج الجير، وإنتاج الزجاج. وبالإضافة لفئات المصدر هذه يتناول هذا الفصل الانبعاثات الناتجة من استهلاك الكربونات في العديد من الصناعات التعدينية الأخرى بما فيها السيراميك، واستخدام رماد الصودا، واستهلاك الكربونات في إنتاج أكسيد المغنيسيوم غير التعديني.

ويتم أيضاً استهلاك الحجر الجيري ومواد الكربونات الأخرى في العديد من الصناعات الأخرى التي لم يغطها هذا الفصل. ومن بين أمثلة الكربونات المستخدمة كمادة مساعدة على الصهر¹ وعوامل إزالة الخبث² في صهر وتنقية المعادن (مثل، إنتاج الحديد والفولاذ والمعادن الخسيسة)، وكمدخلات للصناعة الكيماوية (مثل، الأسمدة). والطرق التي تم إبرازها في هذا الفصل لتقدير الانبعاثات الناتجة من استخدام الكربونات يمكن تطبيقها أيضاً على هذه الصناعات الأخرى. ومن الممارسة السليمة تخصيص الانبعاثات الناتجة من استخدام الحجر الجيري، والدولميت والكربونات الأخرى في فئات المصدر الصناعية حيث يتم انبعاثها (مثل، إنتاج الحديد والفولاذ).

وكما هو موجود في المجلد 3 في العمليات الصناعية واستعمال المنتجات (IPPU)، فإن منهجيات تقدير الانبعاثات التي تم إبرازها في الأسفل تنظر فقط إلى الانبعاثات المتصلة بالعمليات ولا تنظر إلى الانبعاثات المتصلة بالطاقة. يجب أن يتأكد جامعو بيانات الحصر من أن الانبعاثات المتعلقة بالطاقة والناتجة من هذه الصناعات قد تم احتسابها ضمن قطاع الطاقة وأنه لا يوجد ازدواجية في احتساب الانبعاثات بين قطاع الطاقة وقطاع العمليات الصناعية واستعمال المنتجات. على سبيل المثال، حساب انبعاثات CO₂ من الوقود المستهلك في تصنيع الأسمنت يجب أن يشمل على احتراق كلاً من الوقود الأحفوري ووقود النفايات (الإطارات، زيوت النفايات، الدهانات، إلخ). ويجب أن يتم ضم هذه الانبعاثات المتصلة بالاحتراق ضمن الانبعاثات المتعلقة بالطاقة وليس بقطاع العمليات الصناعية واستعمال المنتجات، والذي يشمل فقط على انبعاثات التفحم.

ويمكن أيضاً أن ينبعث الميثان (CH₄) وأكسيد النيتروز (N₂O) من بعض فئات المصدر للصناعات التعدينية، وباعتبار المعرفة العلمية الحالية، يفترض أن يتم تجاهل هذه الانبعاثات ولا يتم ذكرها في هذا الفصل. يمكن أن تنتج انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من النشاطات الإضافية المتصلة بالتعدين والتي لم يتم تعريفها هنا؛ وأينما يتم إيجاد مثل هذه الانبعاثات وتقديرها، يجب إدخالها في الحصر.

فئات المصدر في هذا الفصل تنقسم مقترناً مشتركاً للمستويات المنهجية. تم بناء المستوى 1 و 2 على تقديرات كمية المواد الخام المستهلكة أو المنتجات المصنعة بجانب معامل الانبعاثات التي تمثل كمية ثاني أكسيد الكربون المنبعث من كل وحدة من الكتلة. ويصف المستوى 3 الحسابات المباشرة المبنية على كيموايات المواد الخام المختصة بالموقع. لو تم استخدام بيانات المواد الخام المختصة بالموقع، فإنه من الحيوي أن يتم احتساب كل مصادر الكربونات في المواد الخام والوقود (وليس فقط الحجر الجيري). وتتشابه حسابات الانبعاثات الأساسية لجميع صناعات حرق الكربونات، وهي مبنية على نسب ثاني أكسيد الكربون ووزن صيغي مشترك، والتي تم تقديمها في الجدول 1-2 في الأسفل للملائمة.

¹ المواد المساعدة على الصهر عبارة عن مواد خام، مثل الحجر الجيري والدولوميت والجير ورمال السيليكات، والتي يتم استخدامها لتقليل درجة الحرارة أو متطلبات الطاقة الأخرى للمعالجة الحرارية للمعادن (على سبيل المثال صهر المعادن). كما يمكن أن يتم استخدام العوامل المساعدة على الصهر في وظيفة ثانوية، مثلاً كعامل على إزالة الخبث.

² عامل إزالة الخبث عبارة عن سيليكات متبقية تكونت بشكل متعمد خلال صهر المواد الخام المعدنية أو في أفران لاحقة (على سبيل المثال، الصلب)، وذلك بالإضافة عوامل إزالة الخبث (والتي عادة ما تكون جير أو حجر جيري أو دولوميت). يحتوي الخبث على معظم الشوائب غير المتطايرة التي يتم الحصول عليها من المعادن الخام بالإضافة إلى المكونات المشتقة من أي مواد مساعدة على الصهر تمت إضافتها إلى عملية الصهر.

الجدول 1-2 الصيغة العامة، والوزن الصيغي، ومحتويات ثاني أكسيد الكربون وأنواع الكربونات الشائعة*			
الكربونات	اسم المعدن	الوزن الصيغة	معامل الانبعاث (أطنان CO ₂ /طن كربونات)**
CaCO ₃	الكالسيت*** أو الأراغونيت	100.0869	0.43971
MgCO ₃	الماجنيسيت	84.3139	0.52197
CaMg(CO ₃) ₂	الدولميت***	184.4008	0.47732
FeCO ₃	السيدريت	115.8539	0.37987
Mn(CO ₃) ₂ ·Mg·Ca(Fe)	أنكريت***	-185.0225 215.6160	0.47572-0.40822
MnCO ₃	رودو كروزيت	114.9470	0.38286
Na ₂ CO ₃	كربونات الصوديوم أو رماد الصودا	106.0685	0.41492

المصدر: CRC Handbook of Chemistry and Physics (2004)

* يلزم تقريب النتائج النهائية (تقديرات الانبعاث) لاستخدام هذه البيانات إلى ما لا يزيد عن رقمين ذي دلالة.

** جزء ثاني أكسيد الكربون المنبعث مع افتراض حدوث تفحم بنسبة 100 % مثل، 1 طن من الكالسيت، إذا تم تفحمه بالكامل ينتج عنه 0.43971 طن من ثاني أكسيد الكربون.

*** الكالسيت هو المعدن الأساسي في الحجر الجيري. تشير مصطلحات كالمغنسيوم العالي أو أحجار الدولميت الجيرية إلى بدائل صغيرة نسبياً من Mg لـ Ca في الصيغة العامة لـ CaCO₃ المشتركة بين الحجر الجيري.

**** نطاق الوزن الصيغي المعروف للأنكريت يفترض أن Fe، و Mg، و Mn، موجودة بكميات تصل إلى 1.0 %.

2-2 إنتاج الأسمنت

1-2-2 موضوعات منهجية

أثناء تصنيع الأسمنت يتم إنتاج CO₂ عند إنتاج الحجر الخفاف، وهو منتج عقدي وسيط يتم تأريضه بشكل دقيق مع نسب صغيرة من كبريتات الكالسيوم (الجبس) (CaSO₄·2H₂O) أو الأنيدريت (CaSO₄)، إلى أسمنت هيدروليكي (أسمنت بورتلاند بشكل نموذجي). وأثناء إنتاج الحجر الخفاف، والحجر الجيري، والذي هو في الأساس كربونات الكالسيوم (CaCO₃)، إذا تم تسخينه، أو كلسته لإنتاج الجير (CaO) و ثاني أكسيد الكربون كمنتج ثانوي، يتفاعل بعد ذلك الـ CaO مع السيليكا (SiO₂)، الألومينا (Al₂O₃)، وأكسيد الحديد (Fe₂O₃) في المواد الخام لصنع معادن الحجر الخفاف (وبصفة رئيسية سيليكات الكالسيوم). والنسبة الموجودة في المواد الخام للكربونات غير CaCO₃ تكون صغيرة جداً بصفة عامة. والكربونات الأخرى إذا وجدت توجد في الأساس كشوائب في مادة الحجر الجيري الأولى. كمية صغيرة فقط من MgO (من 1% إلى 2%) هي المرغوب فيها في عملية صناعة الحجر الخفاف لعملها كمادة مساعدة على الصهر، ولكن إذا ما زادت على ذلك يمكنها أن تؤدي إلى مشاكل مع الأسمنت (فان أوس و بادوفاني 2002). ويمكن صنع الأسمنت (تأريضه) من الحجر الخفاف المستورد، وفي تلك الحالة لا يصدر مصنع إنتاج الإسمنت أي انبعاثات CO₂ مرتبطة بالعملية. وكما تم مناقشته في القسم 2-2-1-2، يمكن أن يتولد غبار قمين الأسمنت (CKD) أثناء تصنيع الحجر الخفاف. يجب أن تحتسب تقديرات الانبعاثات المتصلة بغبار قمين الأسمنت.

وليس هناك انبعاثات إضافية تتصل بإنتاج أسمنت البناء. وعند إنتاج أسمنت البناء بإضافة الجير لأسمنت بورتلاند (أو حجره الخفاف)، يجب في الحال احتساب الانبعاثات المتصلة بالجير تحت فئة إنتاج الجير. وبإضافة حجر الجير الأرضي لأسمنت بورتلاند أو الحجر الخفاف لإنتاج أسمنت البناء لا يؤدي ذلك إلى انبعاثات إضافية.

1-1-2-2 اختيار الأسلوب

شجرة القرار في الشكل 1-2 تصف الممارسة السليمة لاختيار أكثر منهج ملائم مبني على الظروف الوطنية. وفي شجرة المستوى 1، يتم بناء الانبعاثات على تقديرات إنتاج الحجر الخفاف المستدل عليها من بيانات إنتاج الأسمنت، كتصحيح لواردات وصادرات الحجر الخفاف. تقديرات الانبعاثات مباشرة من إنتاج الأسمنت (مثل، تطبيق معامل انبعاث مباشرة على إنتاج الأسمنت بدون تقدير إنتاج الحجر الخفاف أولاً) لا يعتبر من الممارسة السليمة لأنه لا يحتسب صادرات وواردات الحجر الخفاف.

في المستوى 2، يتم تقدير الانبعاثات مباشرة من بيانات إنتاج الحجر الخفاف (بدلاً من إنتاج الحجر الخفاف المستدل عليه من إنتاج الأسمنت) و معامل انبعاث وطني أو افتراضي. مقرب المستوى 3 هو حساب مبني على أوزان وتكوينات مدخلات الكربونات من كل المواد الخام ومصادر الوقود، ومعاملات انبعاث الكربونات، وجزء التفحم الذي تم تحقيقه. مقرب المستوى 3 يعتمد على بيانات محددة للمصنع. إذا ما اعتبر القائم بجمع بيانات الحصر أن البيانات الخاصة بالمصنع لا تصلح للاعتماد عليها أو مشكوك فيها بنسبة كبيرة، فإنه من الممارسات السليمة استخدام أسلوب المستوى 2.

يجب أن يتضمن كل من المستوى 2 والمستوى 3 تصحيح لغبار قمين الإسمنت. ويشتمل المستوى 2 على إضافة تصحيحية للانبعاثات المتصلة بغبار قمين الإسمنت الذي لم يتم إعادة تدويره للقمين. كما يجب أن يحتسب المستوى 3 غبار قمين الأسمنت. وبعكس مقرب المستوى 2 عند استخدام المستوى 3 يجب طرح انبعاثات غبار قمين الأسمنت الذي لم يتم تحممه وإعادة تدويره للقمين من تقدير إجمالي الانبعاثات.

وعند الحاجة إلى تثبيت واستخدام تقنية لاحتجاز ثاني أكسيد الكربون في أحد المصانع، فمن الممارسة السليمة خصم كمية ثاني أكسيد الكربون المحتجز في حساب انبعاثات مستوى أعلى، إن الادعاء الافتراضي في تلك الحالة هو أن احتجاز وتخزين ثاني أكسيد الكربون (CCS) ليس قائماً بالفعل. أي منهجية تحتسب احتجاز CO₂ يجب أن تضع في الاعتبار أن انبعاثات CO₂ المحتجزة في العملية يمكن أن تكون متعلقة بالاحتراق أو بالعملية نفسها. في الحالات التي تقتضي الإبلاغ عن انبعاثات الاحتراق وانبعاثات العمليات الصناعية على نحو منفصل، على سبيل المثال كما في إنتاج الإسمنت، يجب على مجمعي تقارير الحصر التأكد من عدم تكرار احتساب نفس الكميات من ثاني أكسيد الكربون. وفي مثل هذه الحالات يفضل الإبلاغ عن إجمالي كمية ثاني أكسيد الكربون المحتجز ضمن فئات مصدر احتراق الطاقة والعمليات الصناعية واستخدامات المنتجات الخاصة بما يتناسب مع كميات ثاني أكسيد الكربون المولد في فئات المصدر هذه. ولمزيد من المعلومات عن احتجاز وتخزين ثاني أكسيد الكربون يرجى الرجوع إلى المجلد 3، القسم 1-2-2 وتوجد معلومات مفصلة أخرى عن الاحتجاز والتخزين في المجلد 2، القسم 2-3-4.

أسلوب المستوى 1: تقدير إنتاج الحجر الخفاف عن طريق استخدام بيانات إنتاج الأسمنت كما هو مذكور بالأعلى

وحساب انبعاثات CO₂ مباشرةً من إنتاج الأسمنت (باستخدام معامل انبعاث موضوع للأسمنت) لا يعد متسقاً مع الممارسة السليمة وبدلاً من ذلك في غياب بيانات مدخلات الكربونات أو بيانات إنتاج الحجر الخفاف الوطني، يمكن استخدام بيانات إنتاج الأسمنت لتقدير إنتاج الحجر الخفاف عبر احتساب كميات وأنواع الأسمنت الذي تم إنتاجه ومحتوياتهم من الحجر الخفاف بالاستئصال على تصحيح صادرات وواردات الحجر الخفاف. احتساب صادرات وواردات الحجر الخفاف يعد عاملاً مهماً في تقدير انبعاثات هذا المصدر. ولا يجب إدخال انبعاثات إنتاج الحجر الخفاف المستورد في تقديرات الانبعاثات القومية لأن مثل هذه الانبعاثات قد تم إنتاجها واحتسابها في بلد آخر. وبالمثل، فإن انبعاثات الحجر الخفاف الذي يتم تصديره في النهاية يجب إدراجها ضمن التقديرات الوطنية للبلد الذي تم إنتاج الحجر الخفاف به. ويتم تطبيق معامل انبعاث للحجر الخفاف بعد ذلك واحتساب انبعاثات CO₂ طبقاً للمعادلة 1-2.

المعادلة 1-2

المستوى 1 الانبعاثات المبنية على إنتاج الأسمنت

$$CO_2 \text{ Emissions} = \left[\sum_i (M_{ci} \cdot C_{cli}) - Im + Ex \right] \cdot EF_{clc}$$

حيث:

انبعاثات CO₂ = انبعاثات CO₂ من إنتاج الأسمنت، أطنان

M_{ci} = وزن (كتلة) الأسمنت المنتج³ من نوع i ، أطنان

C_{cli} = جزء الحجر الخفاف من الأسمنت من نوع i ، جزء

Im = صادرات استهلاك الحجر الخفاف، أطنان

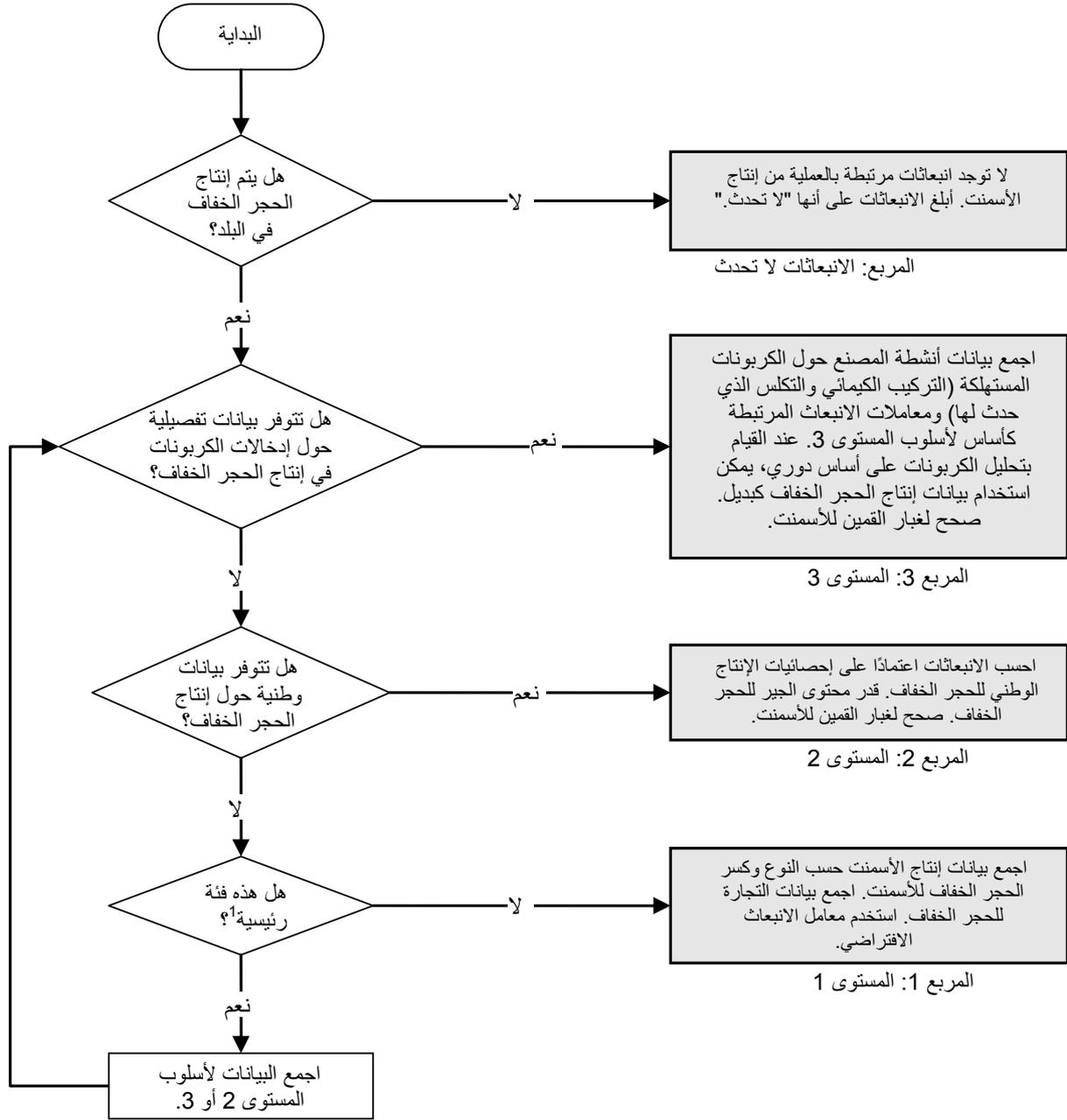
Ex = واردات الحجر الخفاف، أطنان

EF_{clc} = معامل انبعاث الحجر الخفاف في الأسمنت المعين، أطنان CO₂/طن حجر خفاف معامل انبعاث الحجر الخفاف الافتراضي (EF_{clc}) تم تصحيحه لغبار قمين الأسمنت.

³ في بعض الملخصات الإحصائية، يعني إنتاج الأسمنت متوسط إنتاج الأسمنت بالإضافة إلى صادرات الحجر الخفاف. إذا كانت هذه هي الحالة، فمن الممارسة السليمة طرح صادرات الحجر الخفاف من معامل M_{ci} في المعادلة 2.1.

شجرة قرارات تقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من إنتاج الأسمنت

الشكل 2-1



ملاحظة:

1. انظر المجلد 1، الفصل 4، اختيار المنهجيات وتعريف الفئات الرئيسية (مع ملاحظة القسم 2-1-4 حول المصادر المحدودة)، للاطلاع على مناقشة الفئات الرئيسية واستخدام شجرة القرارات.

أسلوب المستوى 2: استخدام بيانات إنتاج الحجر الخفاف

لو كانت البيانات الكاملة والمفصلة (بما فيها الأوزان والتكوين) للكربونات التي تم استهلاكها في إنتاج الحجر الخفاف غير متاحة (المستوى 3)، أو إذا تم اعتبار مقترب المستوى 3 غير عملي، فإنه من الممارسة السليمة استخدام البيانات المجمعة للمصنع أو للإنتاج الوطني من الحجر الخفاف وتلك الخاصة بمحتوى CaO في الحجر الخفاف، التي تم التعبير عنها كمعامل انبعاث في المعادلة التالية:
2-2:

المعادلة 2-2 المستوى 2: الانبعاثات القائمة على بيانات إنتاج الحجر الخفاف

$$CO_2 \text{ Emissions} = M_{cl} \cdot EF_{cl} \cdot CF_{ckd}$$

حيث:

انبعاثات CO₂ = انبعاثات CO₂ من خلال إنتاج الأسمنت بالطن

M_{cl} = وزن (الكتلة) الحجر الخفاف المنتج بالطن

EF_{cl} = معامل انبعاث الحجر الخفاف، أطنان CO₂ / طن حجر خفاف (انظر أدناه الشرح المرتبط في القسم 2-1-2-2 المسمى انتقاء معاملات الانبعاث، للمستوى 1 والمستوى 2). لا يتم تصحيح معامل انبعاث الحجر الخفاف (EF_{cl}) لصالح غبار قمين الأسمنت.

CF_{ckd} = معامل تصحيح الانبعاث لغبار قمين الأسمنت بدون أبعاد (انظر المعادلة 2-5)

يقوم مقرب المستوى 2 على الافتراضات التالية بشأن صناعة الأسمنت وإنتاج الحجر الخفاف:

1. إن الغالبية العظمى من الأسمنت الهيدروليكي تكون إما أسمنت بورتلاند أو أسمنت مشابه، مما يتطلب حجر خفاف أسمنت بورتلاند.
2. هناك مدى محدود للغاية من الحجر الخفاف داخل تكوين CaO كما يتم الاحتفاظ بمحتوى MgO عند معدل منخفض للغاية.
3. تكون المصانع عامة قادرة على إبقاء محتوى CaO من مدخلات المواد الأولية ومن الحجر الخفاف في حدود قريبة يمكن تحملها.
4. وحتى عند احتساب مخرجات الحجر الخفاف بواسطة أحد المصانع بدلاً من قياسه مباشرة، يكون هناك عامة اتفاق وثيق بين أسلوبَي التحديد عند إجراء عمليات التدقيق.
5. لا يميل محتوى CaO من الحجر الخفاف الوارد من مصنع بعينه إلى التغيير بدرجة ملحوظة مع مرور الوقت.
6. إن المصدر الرئيسي لـ CaO في معظم المصانع هو CaCO₃، كما يتم فعلياً احتساب مصادر كبرى غير مكرّبة على الأقل على مستوى المصنع (انظر القسم 2-1-2-2 أدناه).
7. يتم تحقيق معامل تفحم بنسبة 100% (أو نسبة قريبة للغاية منها) من مدخلات الكربونات لتصنيع الحجر الخفاف متضمنة (بدرجة أقل عادة) المواد المفقودة بالنسبة للنظام كغبار قمين الأسمنت غير المعاد تدويره.
8. قام القائمون بجمع الغبار داخل المصنع بحجز إجمالي غبار قمين الأسمنت، على الرغم من إنه ليس بالضرورة أن تتم إعادة هذه المادة إلى القمين.

أسلوب المستوى 3: استخدام بيانات مدخلات الكربونات

يعتمد أسلوب المستوى 3 على تجميع بيانات مفصلة حول أنواع (مركبات) الكربونات وكمياتها المستخدمة لإنتاج الحجر الخفاف، وكذلك حول معامل الانبعاث المرتبط بالكربونات المستهلكة. عقب ذلك، يتم استخدام المعادلة 2-3 لحساب الانبعاثات الصادرة. يشتمل مقرب المستوى 3 على تعديل محدد لطرح مجمل الكربونات غير المتفحمة الموجودة داخل غبار قمين الأسمنت، والتي لم تتم إعادتها إلى القمين. أما إذا كانت الكربونات متفحمة تماماً، أو تم إعادتها بالكامل إلى القمين، يصبح معامل تصحيح غبار قمين الأسمنت مساوياً لصفر. هذا ولازال المستوى 3 يعتبر من الممارسة السليمة في الحالات التي لا يتاح فيها للقائمين بجمع بيانات الحصر الوصول إلى البيانات الخاصة بغبار قمين الأسمنت غير المتفحم. وعلى الرغم من ذلك، فإن استثناء غبار قمين الأسمنت غير المتفحم قد يؤدي إلى زيادة تقدير الانبعاثات إلى حد ما.

فكل من الحجر الجيري والطفل (مواد أولية) قد يحتويان على نسبة من الكربون العضوي (كبروجين)، كما قد تحتوي مواد أولية أخرى (مثال، الرماد المتطاير) على متخلفات الكربون، والتي يمكن أن يصدر عنها مزيداً من CO₂ عند احتراقها. إن تلك الانبعاثات لا يتم حسابها ضمن انبعاثات قطاع الطاقة، لكن إذا تم استخدامها بكثافة يتعين على القائمين بجمع بيانات الحصر بذل ما في وسعهم من جهد للتحقق مما إذا كانت مضمنة في قطاع الطاقة. وعلى الرغم من ذلك لا تتوافر في الوقت الراهن سوى بيانات محدودة للغاية حول كميات الكبروجين أو الكربون المضمنة في المواد الأولية غير المستخدمة كوقود لعمليات التعدين، مما لا يسمح بوضع قيمة افتراضية معقولة بشأن متوسط محتوى الكبروجين في المواد الأولية لإضافتها إلى هذا الفصل، أما فيما يخص الحسابات القائمة على المواد الأولية على مستوى المصنع (المستوى 3)، حيث يرتفع محتوى الكبروجين (حيث يساهم بنسبة تزيد عن 5% من إجمالي الحرارة المنتجة)، فإنه من الممارسة السليمة تضمين مساهمة الكبروجين في مجمل الانبعاثات.

وفي واقع الأمر من الأرجح أن مقرب المستوى 3 سيكون عملياً فقط بالنسبة للمصانع الفردية والبلدان المتوفر لديها بيانات على مستوى كل مصنع على حدة بشأن المواد الأولية الكربونية. ويجب حينئذ تجميع بيانات الانبعاثات على مستوى المصانع لأغراض الإبلاغ عن تقديرات الانبعاثات الوطنية. ولا يوجد شك في أن الحسابات المتعددة للانبعاثات اعتماداً على التحليل المباشر للكربونات قد تمثل مهمة مرهقة لبعض المصانع، إلا إنه طالما يتم إجراء تحليل كيميائي مفصل لمدخلات الكربون لعدد وافي من المرات يتيح خلق

2.3 المعادلة

المستوى 3: الانبعاثات القائمة على مدخلات المواد الأولية الكربونية إلى القيمين

$$CO_2 \text{ Emissions} = \sum_i (EF_i \cdot M_i \cdot F_i) - M_d \cdot C_d \cdot (1 - F_d) \cdot EF_d + \sum_k (M_k \cdot X_k \cdot EF_k)$$

الانبعاثات الصادرة من الكربونات. الانبعاثات الصادرة عن غبار قيمين الإسمنت غير المتفحم لا تتم إعادتها إلى القيمين. الانبعاثات الصادرة من المواد غير المستخدمة كوقود والمحملة بالكربون.

حيث:

انبعاثات CO₂ = انبعاثات CO₂ من خلال إنتاج الأسمنت بالطن

EF_i = معامل الانبعاث للكربونات المحدد I، أطنان CO₂/طن كربونات (انظر الجدول 2-1)

M_i = وزن أو كتلة الكربونات i المستهلكة في القيمين بالطن

F_i = التفحم الجزئي الذي حدث بالنسبة للكربونات I، الجزء^a

M_i = وزن أو كتلة غبار قيمين الأسمنت غير المعاد إلى القيمين (= غبار قيمين الأسمنت 'المفقود') بالطن

C_d = جزء وزن الكربونات الأصلي في غبار قيمين الأسمنت غير المعاد إلى القيمين، الجزء^b

F_d = التفحم الجزئي الذي حدث بالنسبة لغبار قيمين الأسمنت غير المعاد إلى القيمين، جزء^a

EF_d = معامل الانبعاث للكربونات غير المتفحم في غبار قيمين الأسمنت غير المعاد إلى القيمين، أطنان CO₂/طن كربونات

M_k = وزن أو كتلة المادة الأولية غير المستخدمة كوقود الحاملة للكربون العضوي أو غيره من أنواع الكربون k، بالطن

X_k = جزء مجمل الكربون العضوي أو غيره من أنواع الكربون الموجود في المادة الأولية غير المستخدمة كوقود k، الجزء^c

EF_k = معامل الانبعاث للكربون العضوي للمادة الأولية غير المستخدمة كوقود الحاملة للكربون العضوي (أو غيره من أنواع الكربون) k، أطنان CO₂/طن كربونات^c

ملاحظات حول القيم الافتراضية للمعادلة 2-3:

أ: جزء التفحم: نظراً لغياب البيانات الفعلية، فقد يفترض أن عند درجات الحرارة وفترات الترسيب المحققة في قيمان الأسمنت (الحجر الخفاف) درجة التفحم المحققة لجميع المواد المضمنة في الحجر الخفاف تساوي نسبة 100% (أي، F_i = 1.00) أو ما يقرب من ذلك بدرجة كبيرة بالنسبة لغبار قيمين الأسمنت، فإن F_d > 100 تعتبر النسبة الأرجح، إلا أن البيانات قد تظهر نسبة تفاوت كبيرة وقد من عدم الدقة. في ظل غياب البيانات الدقيقة الخاصة بغبار قيمين الأسمنت فإن افتراض أن F_d = 1.00 سوف ينتج عنه أن يساوي تصحيح غبار قيمين الأسمنت صفراً.

ب: حيث أن كربونات الكالسيوم تعتبر النوع السائد من الكربونات الموجودة في المواد الأولية، فيمكن افتراض أنها تمثل نسبة 100% من إجمالي الكربونات المتبقية في غبار قيمين الأسمنت غير المعاد إلى القيمين. ومن ثم فإنه من المقبول ضمن إطار الممارسة السليمة ضبط قيمة C_d على أنها تساوي نسبة كربونات الكالسيوم في المادة الأولية المغذية للقيمين. وبالمثل فإنه من المقبول استخدام معامل الانبعاث لكربونات الكالسيوم من أجل EF_d.

ج: يمكن تجاهل انبعاثات CO₂ الصادرة عن الكربون غير المكربن (مثال، الكربون الموجود في الكيروجين، الكربون الموجود في الرماد المتطاير) المتواجد في المواد الأولية غير المستخدمة كوقود (M_k • X_k • EF_k = 0) إذا كانت الحرارة الصادرة عن الكيروجين أو أي نوع آخر من أنواع الكربون > 5% من إجمالي الحرارة (النتيجة عن الوقود).

2-1-2-2 اختيار معاملات الانبعاث

أسلوب المستوى 1:

وانطلاقاً من أسلوب المستوى 1، يعد من الممارسة السليمة استخدام محتوى CaO افتراضي لحجر خفاف بنسبة 65% مع افتراض أن 100% من انبعاثات CaO صادرة من مادة كربونات الكالسيوم، واستخدام معامل تصحيح بنسبة 2% لغبار قيمين الأسمنت (لمزيد من الشرح حول غبار قيمين الأسمنت برجاء الرجوع إلى شرح أسلوب المستوى 2 الوارد أدناه).

بالنسبة لمركب CaO الافتراضي يحتوي طن واحد من الحجر الخفاف على 0.65 طن من CaO صادر من $CaCO_3$. ويتكون مركب الكربونات هذا من 56.03% من CaO و43.97% من CO_2 بالوزن (الجدول 1-2). الكمية (X) المطلوبة من $CaCO_3$ لإنتاج 0.65 طن من CaO هي: $X = 0.5603/0.65 = 0.862$ طن من $CaCO_3$ (غير مقرب). كمية CO_2 المنبعث من خلال تفحم $CaCO_3 = 1.1601 \cdot 0.4397 = 0.5101$ طن من CO_2 (غير مقرب) مع افتراض وجود إضافة تصحيح بنسبة 2% لاحتساب غبار قمين الأسمنت فإن معامل الانبعاث الافتراضي المقرب للحجر الخفاف (EF_{clc}) هو:

المعادلة 2-4

معامل الانبعاث للحجر الخفاف

$$EF_{clc} = 0.51 \cdot 1.02 \text{ (CKD correction)} = 0.52 \text{ tonnesCO}_2 / \text{tonne clinker}$$

ضمن إطار المستوى 1، يتضمن EF_{clc} الافتراضي تصحيح غبار قمين الأسمنت. هذا ويجب عدم اللبس بين هذه القيمة و EF_{cl} الموجود ضمن إطار المستوى 2، والذي لا يحتسب غبار قمين الأسمنت. يجب ضرب EF_{cl} في معامل تصحيح، CF_{ckd} (انظر المعادلة 2-5) لتوليد EF المركب للحجر الخفاف و غبار قمين الأسمنت.

أسلوب المستوى 2

معامل الانبعاث للحجر الخفاف (EF_{cl})

في إطار أسلوب المستوى 2، في حال توافر ما يكفي من البيانات الخاصة بكل دولة بشأن محتوى CaO من الحجر الخفاف ومدخلات مصادر CaO غير المكربن، فإنه من الممارسة السليمة تقدير معامل انبعاث CaO للحجر الخفاف بكل دولة. وكما ذكر سابقاً، إن اشتقاق معامل انبعاث للحجر الخفاف يتطلب أن يكون محتوى CaO الخاص بالحجر الخفاف معروفاً، وكذلك الحال مع جزء CaO الذي تم العثور عليه من مصدر كربوني (ويكون عامة $CaCO_3$) عادة ما يتراوح محتوى CaO في الحجر الخفاف ما بين 60 و70%. ويظل محتوى CaO في المصانع ثابت بنسبة ما بين 1 إلى 2%. ويفترض معامل الانبعاث الافتراضي الأساسي كما هو موصى به في أسلوب المستوى 1، أن الحجر الخفاف يحتوي على CaO بنسبة 65%، وأن 100% منه مشتقة من $CaCO_3$ وأنه تم تحقيق تفحم بنسبة 100% في القمين.

إن معامل الانبعاث الرئيسي (غير المصحح بالنسبة لغبار قمين الأسمنت) المساوي 0.51 في المعادلة 2-4 يفترض وجود CaO بنسبة 65% في الحجر الخفاف. وسوف تنتج أي عملية حسابية مماثلة معاملات انبعاث مختلفة بالنسبة لمحتويات CaO، وذلك إذا كانت هذه المحتويات معروفة. فعلى سبيل المثال، بالنسبة لحجر خفاف يحتوي على CaO بنسبة 60%، مشتق بأكمله من $CaCO_3$ ، فإن EF_{cl} (غير متضمن تصحيح لغبار قمين الأسمنت) يساوي 0.47، وبالنسبة لمحتوى CaO بنسبة 67%، فإن EF_{cl} يساوي 0.53.

فإذا كان معروفاً أن أحد المصانع ينتج جزء كبير من انبعاثات CaO من خلال مصدر غير مكربن (مثل خبث الفولاذ أو الرماد المتطاير)، فيلزم عندئذ طرح مكون CaO هذا أولاً. وعلى سبيل المثال، إذا كان 4% من CaO الموجود ضمن حجر خفاف يحتوي على 65% من CaO ناتج عن الخبث، فإن CaO الناتج عن الكربونات يمثل نسبة 61%، ويكون ناتج هذه العملية الحسابية هو EF_{cl} يساوي 0.48.

لا يتضمن معامل الانبعاث الافتراضي تصحيح لـ MgO . لكل نسبة واحدة من MgO مشتقة من الكربونات يكون معامل الانبعاث 0.011 طن CO_2 /طن حجر خفاف إضافي (أي، $EF_{cl} = 0.011 + 0.510 = 0.521$ طن CO_2 /طن حجر خفاف). ونظراً لإمكانية الحصول على MgO من مصدر غير مكربن، وحيث إن MgO يتم الإبقاء عليه قصداً بنسبة منخفضة في أسمنت بورتلاند، فإن النسبة الحقيقية من MgO الناتج عن كربونات تكون ضئيلة للغاية. ومع العلم بأن افتراض قيام مصدر مكربن 100% لـ CaO بإنتاج تقدير مغالى فيه من الانبعاثات (هناك احتمال بوجود جزء على الأقل من CaO ناتج عن مصادر غير مكربنة)، والعلم بأنه من المحتمل كذلك أن يكون بعض MgO ناتج عن مصدر غير مكربن، فإنه لا يلزم وجود تصحيح لـ MgO بالنسبة لحساب المستوى 2. فيما يتعلق بأوجه عدم التيقن المقترنة بهذه الافتراضات برجاء الرجوع إلى الجدول 2-3.

معامل تصحيح الانبعاث لغبار قمين الأسمنت (CF_{ckd})

يمكن أن يتم إنتاج الغبار في نقاط مختلفة في معدة خط القمين المستخدمة لصناعة الحجر الخفاف. ويمكن أن يتفاوت تكوين هذا الغبار بناء على محل إنتاجه، غير أنه يمكن تضمين مجمل الغبار المتكون تحت مسمى 'غبار قمين الأسمنت' (CKD). هذا ويحتوي غبار قمين الأسمنت على جزيئات مشتقة من المواد الأولية، كما يمكن أن يكون مكون الكربونات الأصلي للغبار غير متفحم تماماً. هذا ويمكن احتجاز غبار قمين الأسمنت بفاعلية بواسطة استخدام تقنيات السيطرة على الغبار ثم يعاد إلى القمين (وهو ما يعتبر الممارسة المفضلة)، أو قد تتم إعادته مباشرة إلى القمين من خلال هواء الاحتراق. ويعتمد مدى إمكانية إعادة تدوير غبار قمين الأسمنت إلى القمين على ما إذا كان ذلك سيسبب إضراراً بمستوى الجودة (مثال، محتوى مرتفع القلوية) بالنسبة للحجر الخفاف أو الأسمنت النهائي اللاحق. هذا ويعتبر أي غبار غير معاد تدويره إلى القمين 'مفقوداً' بالنسبة للعملية ولن يتم احتساب الانبعاثات المقترنة به مع تلك الخاصة بالحجر الخفاف. وإلى الدرجة التي يمثل بها غبار قمين الأسمنت المفقود المواد الأولية للكربونات المتفحمة، تمثل انبعاثات هذه المواد الأولية المتفحمة إضافة إلى انبعاثات الحجر الخفاف في حسابات المستوى 1 و2، بينما يتم طرحها من حسابات المستوى 3.

ونظراً لاحتمال ندرة البيانات الخاصة بكمية غبار قمين الأسمنت المنتج (فيما عدا ما قد يتعلق بالإبلاغ على مستوى المصنع)، فإنه يمكن اعتبار تقدير الانبعاثات الناتجة عن غبار قمين الأسمنت المفقود اعتماداً على قيمة افتراضية بأنه ممارسة سليمة. هذا وقد تتفاوت كمية CO_2 الصادرة عن غبار قمين الأسمنت، إلا أنها تتراوح في المعتاد ما بين 1.5% (انبعاثات CO_2 الإضافية المرتبطة بتلك المحسوبة للحجر الخفاف) بالنسبة لمصنع حديث وحتى 20% بالنسبة لمصنع يفقد الكثير من غبار قمين الأسمنت شديد التفحم (فان أوس، 2005). وفي ظل غياب البيانات يكون معامل تصحيح غبار قمين الأسمنت الافتراضي (CF_{ckd}) هو 1.02 (أي، تتم إضافة

وحيثما تتوافر البيانات، يمكن احتساب معامل تصحيح (CF_{ckd}) في المعادلة 2-2) لانبعاثات CO₂ 'المفقودة' بالاستعانة بالمعادلة 2-5. يمكن اشتقاق معامل تصحيح غبار قمين الأسمنت (CF_{ckd}) للاستخدام في المعادلة 2-2 على النحو التالي:

$$\text{المعادلة 2-5}$$

$$\text{معامل تصحيح غبار قمين الأسمنت غير المعاد إلى القمين}$$

$$CF_{ckd} = 1 + (M_d / M_{cl}) \cdot C_d \cdot F_d \cdot (EF_c / EF_{cl})$$

حيث:

CF_{ckd} = معامل تصحيح الانبعاثات لغبار قمين الأسمنت بدون أبعاد

M_d = وزن غبار قمين الأسمنت غير المعاد إلى القمين بالطن^a

M_{cl} = وزن الحجر الخفاف المنتج بالطن

C_d = جزء الكربونات الأصلي في غبار قمين الأسمنت (أي، قبل التفحم)، الجزء^b

F_d = الجزء المتفحم من الكربونات الأصلي في غبار قمين الأسمنت، الجزء^b

EF_c = معامل انبعاث الكربونات (الجدول 2-1)، أطنان CO₂/طن كربونات

EF_{cl} = معامل انبعاث الحجر الخفاف غير المصحح لغبار قمين الأسمنت (أي، 0.51 طن CO₂/طن حجر خفاف)، طن CO₂/طن حجر خفاف

ملاحظات:

أ: من المفترض أن نسبة 100% من غبار قمين الأسمنت يتم احتجازها أولاً. أما في حال ما تم تسرب أي نسبة من غبار قمين الأسمنت إلى الغلاف الجوي، يجب تقدير هذه الكمية وتضمينها في M_d.

ب: من المقبول افتراض أن الكربونات الأصلية عبارة عن CaCO₃ بأكملها، وأن نسبة الكربونات الأصلية في غبار قمين الأسمنت هي نفس النسبة الموجودة في تغذية القمين المختلط الأولي.

وعلى سبيل المثال، إذا كان M_d/M_{cl} = 0.2 و C_d = 0.85 و F_d = 0.5، فإن مجمل الكربونات الأصلي من CaCO₃ (حيث EF_c = 0.4397 طن/طن كربونات)، و EF_{cl} = القيمة الافتراضية 0.51 طن/طن حجر خفاف، و CF_{ckd} = 1.073 (غير مقرب) - أي أن هذه القيمة تمثل إضافة بنسبة 7% إلى CO₂ المحتسب للحجر الخفاف فحسب.

أسلوب المستوى 3

تعتمد معاملات الانبعاث في المستوى 3 على محتوى CO₂ الفعلي من الكربونات الموجودة (انظر المعادلة 2-3 والجدول 2-1). يتطلب مقرب المستوى 3 احتساب إجمالي الكربونات (بمختلف أنواعه ومصادره).

3-1-2-2 اختيار بيانات الأنشطة

أسلوب المستوى 1

في إطار المستوى 1، وهو المستوى الوطني (أو مستوى المصنع إن توافر)، يجب تجميع بيانات بشأن أنواع الأسمنت المنتجة والجزء الذي يمثلته الحجر الخفاف من إنتاج الأسمنت حتى يتسنى تقدير حجم إنتاج الحجر الخفاف. إن أغلب الأسمنت الهيدرولي المنتج على مستوى العالم يكون إما أسمنت بورتلاند أو أسمنت مختلط (مركب) قائم على أسمنت بورتلاند (أي أسمنت بورتلاند (أو حجر خفاف) زائد إضافات بوزولينية أو أسمنتية) أو أنواع أسمنت البناء (أسمنت بورتلاند زائد مواد ملدنة مثل الحجر الجيري الأرضي)، وإن تعذر تفصيل إنتاج الأسمنت حسب النوع، وكان هناك شك في إنه يتم إنتاج كميات كبيرة من الأسمنت المختلط أو أنواع أسمنت البناء إضافة إلى أسمنت بورتلاند، فإنه من المقبول ضمن إطار الممارسة السليمة افتراض وصول النسبة الإجمالية لجزء الحجر الخفاف إلى 75%. أما إذا كان من المؤكد أن مجمل إنتاج الأسمنت هو من نوع أسمنت بورتلاند، فإنه من الممارسة السليمة استخدام قيمة افتراضية لنسبة الحجر الخفاف تصل إلى 95%. ولسوء الحظ، حتى لو كانت أنواع الأسمنت المنتجة داخل البلد معروفة يمكن أن يكون هناك تفاوت كبير في جزء الحجر الخفاف في الأسمنت ضمن أحد أنواع الأسمنت المختلط أو أسمنت البناء. يعرض الجدول 2-2 شرحاً مفصلاً لنطاق أجزاء الحجر الخفاف في مختلف أنواع الأسمنت. للحصول على مزيد من المعلومات، ارجع إلى DIN (1994) و ASTM (2004، 2004ب). هذا وينبغي على البلدان تسجيل، وبوضوح، أي افتراضات بشأن مركبات الأسمنت وجزء الحجر الخفاف المستخدم لتقدير الانبعاثات.

الجدول 2-2

جزء الحجر الخفاف في 'وصفات' الأسمنت المختلط وخليط الإنتاج الإجمالية (بناء على معايير الولايات المتحدة ASTM C-150 وC-595، قد تكون بيانات الولايات المتحدة توضيحية بالنسبة لبلدان أخرى)

اسم الأسمنت	الرمز العلمي	الوصف	% الحجر الخفاف	ملاحظات
بورتلاند	'PC'	PC %100	95 - 97	تجزير بعض الولايات الأمريكية تضمين 3% GGBFS.
أسمنت بناء	'MC'	PC 3/2	90 - 92	بينما تجيز أحدث المعايير تضمين $\geq 5\%$ حجر جيرى أرضي.
بورتلاند معدل بالخبث	I(SM)	خبث > 25%	64	يقتات إلى حد بعيد
بورتلاند مزود بخبث BF	IS	خبث 25-70%	< 70 - 93	
بوزولان بورتلاند	IP و P	بوزولان 15-40%	28 - 81/79	الأساس هو PC و/أو IS
بورتلاند معدل بالبوزولان	I(PM)	بوزولان > 15%	28 - 95/93	الأساس هو PC و/أو IS
أسمنت الخبث	S	خبث +70%	> 29/28	يمكن استخدام مزيداً من CaO بدلاً من الحجر الخفاف

نسبة الحجر الخفاف في الخليط المنتج						
نسبة الإضافات (بوزولان + خبث) في الأسمنت المختلط*						
خليط المنتج (PC/خبث)**	%0	%10	%20	%30	%40	%75
0/100	97 - 95	0	0	0	0	0
100/0	0	85.5	76	66.5	57	23.8
85/15	14.2	86.9	78.9	70.8	62.7	26.4
75/25	23.8	87.9	80.8	73.6	66.5	41.6
70/30	28.5	88.35	81.7	75.1	68.4	45.2
60/40	38	89.3	83.6	77.9	72.2	52.3
50/50	47.5	90.3	85.5	80.8***	76	59.4
40/60	57	91.2	87.4	83.6	79.8	66.5
30/70	66.5	2-92	89.3	86.5	83.6	73.6
25/75	71.1	92.6	90.1	87.8	85.4	77.1
15/85	80.8	93.6	2-92	90.7	89.3	84.3

ملاحظات:

* يتيح تضمين الخبث للمزيج أن يكون أسمنت بورتلاند و/أو أسمنت خبث أقران صهر البورتلاند.

فيما عدا أسمنت البورتلاند ذو نسبة 100% بورتلاند، يقدر أن جميع المنتجات الأخرى بها نسبة حجر خفاف تصل إلى 95%.

** يشير مصطلح خليط المنتج إلى مجموعة من منتجات بلداً ما، على سبيل المثال، 75% من إجمالي الإنتاج عبارة عن بورتلاند والباقي مختلط.

من المقدر أن جميع أنواع الأسمنت الهيدرولي من نوع البورتلاند و/أو مختلط أو بوزولان صافي. بالنسبة إلى أسمنت البناء، يتم تقريب خليط المنتجات من 40/60 إلى 30/70 بورتلاند/مخلوط، بالنسبة لعمود الإضافات البالغة 75%. يقدر حجم منتجات الأسمنت الهيدرولي الأخرى (مثال، الأسمنت الألوميني) بصفر.

*** مثال: جزء الحجر الخفاف في إنتاج الأسمنت في بلداً ما يمثل 50% من أسمنت البورتلاند و50% أسمنت مختلط، حيث يحتوي الأسمنت المختلط على 70% أسمنت بورتلاند و30% إضافات أخرى.

علاوة على ما سبق، يتطلب المستوى 1 إجراء تصحيح لواردات وصادرات الحجر الخفاف. وعادة ما تكون بيانات حجم واردات وصادرات الحجر الخفاف لبلد ما متوفرة لدى هيئات الجمارك الوطنية أو الأمم المتحدة أو الاتحادات الوطنية للأسمنت أو الاتحادات التجارية أو الإدارات التجارية. وتعد رموز التعريفية النموذجية المستخدمة لتجارة الحجر الخفاف هي 661.21 (SITC) و2523.10 (HTS). هذا ومن الهام التمييز بين البيانات التجارية للحجر الخفاف ذاته والبيانات التجارية الخاصة بمجمل فئة الأسمنت الهيدرولي والحجر الخفاف: [رموز 661.22 - 661.29 (SITC) و2523.21 - 2523.90 (HTS)].

أسلوب المستوى 2

يتطلب أسلوب المستوى 2 تجميع بيانات إنتاج الحجر الخفاف، ومن ثم إذا كانت الاستطلاعات الوطنية تقوم حالياً بتحري بيانات إنتاج الأسمنت، فيقترح قيام القائمون بجمع بيانات الحصر بالتحري عن مدى إمكانية توسيع نطاق هذه الاستطلاعات لتشتمل على تجميع بيانات إنتاج الحجر الخفاف. كما إنه من الممارسة السليمة جمع بيانات إنتاج الحجر الخفاف مباشرة من خلال الإحصائيات الوطنية أو يفضل جمعها من كل مصنع على حدة. كما يقترح كذلك قيام القائمين على تجميع بيانات الحصر بجمع معلومات حول محتوى الحجر الخفاف من CaO وجزء CaO الناتج عن الكربونات. وحيثما تتوافر البيانات اللازمة بشأن المصادر من مصادر غير مكرينة، (على سبيل المثال، الخبث والرماد المتطاير)، لا ينبغي تضمين محتوى CaO في الحجر الخفاف المستخدم لاحتساب الانبعاثات فإن أمكن ذلك، ينبغي جمع البيانات لتوثيق ممارسات تجميع غبار قمين الأسمنت وإعادة تدويره داخل المصانع، وكذلك البيانات المعنية بالمركبات المتوسطة أو النموذجية وجزء التفحم من غبار قمين الأسمنت. وتجدر الإشارة هنا إلى أن تجميع البيانات من المنتجين

أسلوب المستوى 3

إن نوعية بيانات الأنشطة المطلوبة للمستوى 3 لا تكون متوفرة على الأرجح إلا على مستوى المصانع كل على حدة. هذا ويجب على أي هيئة تقوم بالتبليغ عن الانبعاثات مستخدمة المستوى 3 التأكد من إتمام فحص جميع مدخلات الكربونات (أي، الأنواع، الكميات، جميع المصادر) إلى القمين، وذلك كجزء من التطبيق المبدئي لأسلوب المستوى 3، مع العمل على إعادة الفحص الشامل كلما طرأ تغيير ملحوظ على المواد أو العمليات. وعقب الانتهاء من إجراء تحليل كامل لمدخلات الكربونات، ومع افتراض عدم وجود تغير كبير في تركيب المواد أو عملية الإنتاج، فإنه يتفق مع الممارسة السليمة وضع معامل انبعاث دقيق على مستوى المصانع اعتماداً على تحليل مدخلات الكربونات، وتطبيق معامل الانبعاث هذا على إنتاج الحجر الخفاف (والذي يتم في المعتاد حسابه يومياً). ويمكن لاحقاً استخدام بيانات إنتاج الحجر الخفاف كبديل لحسابات الكربونات بهدف تقدير الانبعاثات. ومن منطلق التوافق مع الممارسة السليمة، يتعين إعادة معايرة هذه الرابطة بصفة دورية.

وعلى وجه العموم، يعتبر الحجر الجيري وما يمثله من صخور الكربونات هي المواد الأولية الرئيسية (80 إلى 90%) المستخدمة في مصانع الأسمنت، ويجب تجميع هذه البيانات سنوياً، غير إنه قد يكون هناك مركب كربونات ضمن الطين أو الطفل أو الحجر الرملي وغيرها من المواد الأولية الثانوية، وكذلك في الفحم، فضلاً عن احتمال وجوده في بعض الأنواع الأخرى من الوقود. وخلال عملية الفحص الشامل، إذا تم التأكد من صغر حجم كميات الكربونات الناتجة عن مصادر غير رئيسية (مثال، أقل من 5% من إجمالي الكربونات الصادرة)، يمكن للمصنع تطبيق قيمة ثابتة للمصدر (أو المصادر) الثانوية خلال السنوات الوسيطة السابقة لموعد إجراء عملية الفحص الشامل التالية. وإدراكاً لما قد ينتج عن تقدير بيانات الأنشطة لهذه المصادر الأصغر من أخطاء تحليلية (فضلاً عن أنواع أخرى من الأخطاء)، يجوز افتراض لأغراض احتساب حجم الانبعاثات أن المصدر الثانوي للكربونات هو $CaCO_3$ ، إلا أن هذا الافتراض يلزم توثيقه بشافية.

هذا ويتعين على بيانات الأنشطة استثناء أي مركبات كربونات لم يتم تغذيتها إلى القمين، بل تم إضافتها إلى مطحنة المنتج النهائي، فعلى سبيل المثال، قد يقوم أحد المصانع 'بتخفيف' المنتج النهائي من أسمنت البورتلاند لديه بواسطة خلطه بنسبة ضئيلة (من 1 إلى 5%) بحجر جيري أرضي، فالكربونات المضافة إلى المطحنة النهائية لا تتفحم، ومن ثم لا تساهم في انبعاثات CO_2 .

4-1-2-2 الاستيفاء

عند اتباع أسلوب المستوى 1، يتعين على القائمين بجمع بيانات الحصر التيقن من احتساب واردات وصادرات الحجر الخفاف، وبالنسبة للبلدان التي تعتبر مستوردة فقط للحجر الخفاف، يمكن أن يؤدي الفشل في احتساب صافي واردات الحجر الخفاف إلى مغالاة في تقدير الانبعاثات الصادرة عن إنتاج الأسمنت، أما البلدان التي تعد موردة فحسب للحجر الخفاف وقد يؤدي الفشل في تضمين صافي صادرات الحجر الخفاف إلى تقدير الانبعاثات الصادرة من مصانع الأسمنت على نحو أقل من الواقع. يتم تناول المصادر المحتملة للبيانات التجارية في القسم 3-1-2-2.

يمكن الحصول على بيانات إنتاج الحجر الخفاف من قواعد البيانات الإحصائية الوطنية، أو تجميعها حتى وإن لم يكن قد تم نشرها في الإحصائيات الوطنية. هذا وينبغي الانتباه إلى أن بيانات إنتاج الأسمنت أو الحجر الخفاف الواردة في الإحصائيات الوطنية قد تكون غير مستوفاة في بعض البلدان، حيث يصنع جزء كبير من الإنتاج في قمائن متعددة صغيرة الحجم وعلى وجه الخصوص، القمين البئري العمودي والذي يصعب الحصول على بيانات بشأنه.

ويعتبر الاستيفاء من العناصر الهامة التي يجب وضعها في الاعتبار عند استخدام بيانات مصنع محدد لتقدير الانبعاثات الوطنية باستخدام المستوى 3، حيث ينبغي في إطار هذا المستوى فحص جميع مصانع إنتاج الحجر الخفاف وتضمين مجمل الكربونات المستهلكة لتصنيع الحجر الخفاف عند احتساب حجم الانبعاثات. وعلى الرغم من أن مصانع إنتاج الحجر الخفاف معروفة جيداً في كل بلد، غير أن البيانات الخاصة بوزن جزء الكربونات المستهلك قد لا تكون متاحة فورياً. وحتى يتم اعتبار أسلوب المستوى 3 'مستوفي'، يلزم تسجيل إجمالي الكربونات المستهلكة.

أما في البلدان التي لا تقوم فيها سوى مجموعة صغيرة من مصانع الحجر الخفاف بالإبلاغ عن بياناتها لاستخدامها مع أسلوب المستوى 3، أو كان هناك انتقال من استخدام المستوى 2 إلى المستوى 3، قد يتعذر الإبلاغ عن الانبعاثات بالاستعانة بالمستوى 3 لجميع المصانع خلال فترة الانتقال. ومع عدم توافر البيانات بشأن مدخلات الكربونات بالنسبة لجميع المصانع حتى يتسنى الإبلاغ عن الانبعاثات باستخدام المستوى 3، يمكن تحديد حصة الإنتاج الخاصة بالمصانع التي لم تقم بالتبليغ واستخدام هذه المعلومات لتقدير باقي الانبعاثات باستخدام المستوى 2 بهدف ضمان استيفاء البيانات خلال المرحلة الانتقالية. كما يمكن اتباع مقرب مماثل مع انتقال البلد من المستوى 1 إلى المستوى 3.

يلزم كذلك مراعاة احتمال ازدواج التعداد. على سبيل المثال، يتعين على القائمين بجمع بيانات الحصر مراجعة الإحصائيات المستخدمة لتقدير انبعاثات فئة المصدر 'استخدامات عمليات أخرى للكربونات' للتأكد من أن الانبعاثات المبلغ عنها في فئة المصدر هذه غير ناتجة عن استخدام هذه الكربونات في صناعة الأسمنت، ففي حالة استخدام الكربونات في صناعة الأسمنت، يجب التبليغ عن انبعاثاتها تحت فئة إنتاج الأسمنت. وأخيراً، يجب على القائمين بجمع بيانات الحصر تضمين الانبعاثات المرتبطة فقط بعمليات إنتاج الأسمنت ضمن فئة المصدر هذه. ولتجنب ازدواج الاحتساب، فمن الممارسة السليمة احتساب الانبعاثات المرتبطة بالاحتراق في مجلد الطاقة. وهناك أمراً واحداً آخر، ألا وهو إن ما لم يتم تضمينه في المنهجية الحالية، قد يكون مناسباً لوضعه في الحساب مستقبلاً. هذا ويمكن للجير الحر (CaO) لا يعتبر جزءاً من تركيبة معادن الحجر الخفاف المذكورة سابقاً) المنبعث أثناء معالجة الخرسانة (أي، من خلال تميؤ معادن الحجر الخفاف) إعادة امتصاص CO_2 الموجود بالغلاف الجوي - وتسمى تلك العملية بالكربنة. وعلى الرغم من ذلك، يعد

5-1-2-2 إعداد متسلسلة زمنية متسقة

تقدم الخطوط التوجيهية هذه تغييرين في تقدير الانبعاثات الصادرة عن إنتاج الأسمنت. أولاً، ضمن إطار المستوى 1، يتضمن معامل الانبعاث الافتراضي الآن معامل تصحيح لغبار قمين الأسمنت بنسبة 2%. ولقد تم تضمين معامل تصحيح غبار قمين الأسمنت في أسلوب المستوى 1 نظراً لقيامه بعكس مصادر الانبعاثات خلال إنتاج الحجر الخفاف على نحو أفضل، ومن ثم فإنه من الممارسة السليمة إعادة احتساب تقدير انبعاثات المستوى 1 باستخدام معامل الانبعاث المطروح في القسم 2-1-2-2.

علاوة على ما سبق، تم طرح مقترح جديد للمستوى 3 يقوم على مدخلات الكربونات إلى إنتاج الحجر الخفاف، إلا إنه ليس من المؤكد توافر هذه البيانات للسنوات السابقة. وإذا اختار القائمون بجمع بيانات الحصر استخدام المستوى 3 (في مقابل مقترح المستوى 2 القائم على بيانات قديمة) لإعداد قوائم الحصر الحاضرة والمستقبلية، فينصح بقيامهم بتجميع هذه البيانات للسنوات السابقة لضمان اتساق المتسلسلة الزمنية، وفي حال عدم توافر هذه البيانات، يمكن للقائم بجمع بيانات الحصر الرجوع إلى 'مقترح التداخل' (انظر المجلد 1، القسم 3-5) لمحاولة إعادة احتساب التقديرات السابقة. هذا ويجب أن تكون العلاقة بين الانبعاثات المقدره من خلال مقترح مدخلات الكربونات (المستوى 3) ومقترح إنتاج الحجر الخفاف القائم على المخرجات (المستوى 2) متسقة نسبياً طوال الوقت بالنسبة لمصنع محدد، إلا إنها قد تكون غير متسقة في حالة احتساب انبعاثات عدة مصانع أو ما إذا تغيرت التقنيات أو المواد الأولية المستخدمة بها بدرجة كبيرة مع مرور الوقت، وفور إقامة هذه العلاقة، يمكن إعادة احتساب التقديرات السابقة بناء على هذه العلاقة (انظر مجلد 1، القسم 3-5). يمكن استخدام مقترح مشابه عند انتقال القائمون بجمع بيانات الحصر من مقترح المستوى 1 إلى مقترح المستوى 2.

2-2-2 تقدير أوجه عدم التيقن

تنتج تقديرات أوجه عدم التيقن بشأن إنتاج الأسمنت بشكل سائد من جراء أوجه عدم التيقن المرتبطة ببيانات الأنشطة، وكذلك تنتج بدرجة أقل عن أوجه عدم التيقن المرتبطة بمعامل انبعاث الحجر الخفاف.

1-2-2-2 أوجه عدم التيقن المقترنة بمعامل الانبعاث

في إطار المستوى 1، تعد أوجه عدم التيقن الكبرى هي تلك المرتبطة بالجزء الذي يمثله الحجر الخفاف من إنتاج الأسمنت، وفي حالة عدم توافر البيانات الدقيقة بشأن واردات وصادرات الحجر الخفاف، تزيد نسبة عدم التيقن من حجم انبعاثات إنتاجه. وعلى الرغم من كبر نسبة عدم التيقن بشأن معامل التصحيح الافتراضي لغبار قمين الأسمنت، لا يزال تأثيره على احتساب مجمل الانبعاثات أقل من عدم التيقن المقترن بجزء الحجر الخفاف. وفي إطار المستوى 2، يرتبط الجزء الأكبر من أوجه عدم التيقن بتحديد حجم محتوى CaO في الحجر الخفاف، وفي حال توافر بيانات الحجر الخفاف، تعد نسبة عدم التيقن المقترن بمعامل الانبعاث مساوية لنسبة عدم التيقن المقترن بجزء CaO وبافتراض انبعاثه كلياً من $CaCO_3$ (الجدول 3-2). أما فيما يتعلق بالمستوى 3، هناك نسبة ضئيلة نسبياً من أوجه عدم التيقن المرتبطة بمعاملات انبعاث كربونات المصدر نظراً لاعتمادها على معدلات التكافؤ. فضلاً عما سبق، قد تكون هناك نسبة من عدم التيقن المقترن بافتراض، في إطار المستوى 3، تقم الكربونات الموجودة في غبار قمين الأسمنت بنسبة 100%.

وعلى وجه العموم، يعتبر غبار قمين الأسمنت المعامل الأقل تميزاً لتقدير انبعاثات CO_2 الصادرة من إنتاج الأسمنت، بغض النظر عن المستوى المستخدم.

2-2-2-2 أوجه عدم التيقن المقترنة ببيانات الأنشطة

عند تقدير بيانات إنتاج الحجر الخفاف من خلال إنتاج الأسمنت، يمكن أن ترتفع نسبة عدم التيقن المقترن ببيانات الأنشطة حتى تصل إلى ما يقرب من 35%. وبالنسبة للمستوى 2، تتراوح نسبة عدم التيقن المقترن ببيانات حجم إنتاج الحجر الخفاف عند توافرها، ما بين 1% إلى 2%، وقد يؤدي تجميع البيانات من المنتجين المستقلين (إذا كانت مستوفاة) بدلاً من الاعتماد على البيانات الإجمالية الوطنية إلى خفض نسبة عدم تيقن التقدير، وذلك يرجع إلى أن هذه البيانات تأخذ في الاعتبار الاختلافات الكامنة بين المصانع، وهو ما له أهمية خاصة لتحديد الفروق المحتملة في مركبات الحجر الخفاف وحالات عدم الانتظام في الإنتاج السنوي (أي، استخدام المخزون الاحتياطي للحجر الخفاف بدلاً من إنتاجه لصناعة الأسمنت في أوقات مختلفة). وباستثناء غبار قمين الأسمنت، فإن أكبر مصادر أوجه عدم التيقن المقترنة بالمستوى 3 هي تلك المرتبطة بتعريف أنواع الكربونات (من 1% إلى 5%) ووزن المواد الأولية.

وعلى الرغم من أن هذه الانبعاثات تعد أقل كثيراً من تلك الناتجة عن الكربونات، قد تكون هناك نسبة ليست بالقليلة من أوجه عدم التيقن المقترنة بتقدير الانبعاثات الناتجة عن غبار قمين الأسمنت في إطار تقديرات المستوى 2، وكذلك في تقديرات المستوى 3 إذا لم تقم المصانع بقياس حجم غبار قمين الأسمنت الذي لم يعاد تدويره إلى القمين أو إذا افتقرت المصانع إلى وحدات غسل غبار قمين الأسمنت. وعندما يكون وزن وتركيب غبار قمين الأسمنت الناتج في أحد المصانع غير معروف، تزيد نسبة أوجه عدم التيقن، فعلى سبيل المثال، تم إجراء محاولة لتقدير حجم أوجه عدم التيقن بالتقريب لمعاملات مختلفة في المعادلات من 1-2 إلى 5-2/أو خطوات تصنيع الحجر الخفاف والأسمنت. يعرض الجدول 3-2 أوجه عدم التيقن وهي عبارة عن قيم تقريبية مرتبطة بالتركيب - أي، إنها أوجه عدم التيقن المقترنة بخطوة أو نشاط محدد في تصنيع الحجر الخفاف. ولتعداد أوجه عدم التيقن المرتبطة بإنتاج الأسمنت (الحجر الخفاف)، يلزم الجمع بين أوجه عدم التيقن الافتراضية الواردة في الجدول 3-2 وفقاً للتوجيهات الواردة في القسم 3-2-3 بالمجلد 1.

الجدول 2-3 القيم الافتراضية لأوجه عدم التيقن المقترنة بإنتاج الأسمنت		
المستوى	التعليق	عدم اليقين ³
التحليل/التركيب الكيميائي		
1	افتراض نسبة 95% من معامل الحجر الخفاف في أسمنت بورتلاند	2-7%
2	التحليل الكيميائي للحجر الخفاف للتعرف على CaO	1-2%
2	افتراض نسبة 65% من CaO في الحجر الخفاف	3-8%
2	افتراض أن نسبة 100% من CaO صادرة من CaCO ₃ (ترتفع نسبة عدم التيقن في حالة استخدام الرماد أو الخبث دون احتسابهما.)	1-3%
3، 2	افتراض أنه من المقرر تحويل نسبة 100% من تفحم الكربونات إلى حجر خفاف	1%
3	تحديد وجود الكبريت (أو أي نوع آخر من الكربون غير المكرين)	1-3%
3	تحليل كيميائي إجمالي للوصول إلى محتوى الكربونات (الكتلة) ونوعه	1-3%
3	افتراض أن أنواع الكربونات عبارة عن 100% من CaCO ₃	1-5%
بيانات الإنتاج		
1	بيانات إنتاج الأسمنت المبلغ عنها (على مستوى المصنع)	1-2%
1	افتراض أن مخرجات البلد تمثل نسبة 100% من أسمنت بورتلاند	35%
2، 1	استخدام بيانات إنتاج البلد (أو مصنع مجمع) المقدرة (الإحصائيات الوطنية).	10%
2، 1	استخدام البيانات المبلغ عنها، ولكن مقربة، للوزن في إنتاج الأسمنت أو الحجر الخفاف (مثال، الإبلاغ على المستوى الوطني بالوحدات الكبيرة)، حيث تمثل أوجه عدم التيقن وحدة واحدة في آخر رقم له دلالة معروضة)	متغير
2	وزن أو احتساب إنتاج الحجر الخفاف، مع افتراض استيفاء الإبلاغ.	1-2%
3	أوجه عدم التيقن المرتبطة بوزن المواد الأولية على مستوى المصنع	1-3%
غبار قمين الأسمنت		
	الادعاء الافتراضي هو أن الانبعاثات الصادرة من غبار قمين الأسمنت تمثل 2% من الانبعاثات المرتبطة بعملية إنتاج الحجر الخفاف. تفترض أوجه عدم التيقن أن ما بين 33-50% من الحجر الخفاف غير معاد تدويره. في حالة عدم إعادة التدوير أو إذا تجاوزت نسبة التفحم 50% بدرجة كبيرة، فقد تصل نسبة أوجه عدم التيقن إلى 50% أو أكثر.	25-35%
3، 2	الافتراض بأن المكونات الأصلية في غبار قمين الأسمنت مماثلة للخليط الأولي.	1%
3، 2	الافتراض بأن مجمل الكربونات (المتفحم أو المتخلف) الموجود في غبار قمين الأسمنت هو CaCO ₃	1%
3، 2	انبعاثات تفحم بنسبة % من غبار قمين الأسمنت	10-35%
3، 2	افتراض تفحم بنسبة % من غبار قمين الأسمنت	20-80%
3، 2	افتراض تفحم بنسبة 50% من غبار قمين الأسمنت	ما يصل إلى 60%
3، 2	وزن غبار قمين الأسمنت المحتجز بواسطة وحدات الغسيل.	5%
3، 2	وزن غبار قمين الأسمنت المحتجز بواسطة وحدات الغسيل والمعاد إلى القمين.	1-3%
3، 2	وزن غبار قمين الأسمنت المحتجز بواسطة وحدات الغسيل الذي لم تتم إعادته إلى القمين (تم التخلص منه على نحو آخر).	5-10%
3، 2	تقدير وزن غبار قمين الأسمنت المعادة تلقائياً إلى القمين.	10-15%
3، 2	تقدير وزن غبار قمين الأسمنت في حالة عدم استعادة أي منه أو غسله.	20-30%
الواردات/الصادرات		
1	البيانات التجارية للحجر الخفاف (إذا تم عزل رموز التعريف ولم يتم تضمين الأسمنت)	10%
1	مبالغة في التقدير نتيجة لتعذر اقتطاع صافي واردات الحجر الخفاف المخصصة للاستهلاك (وهو ما يرجع إلى أن CO ₂ في المعادلة 2-4، يكون تقريباً نصف وزن الحجر الخفاف)	50% من الواردات بالطن

* تستند هذه التقديرات إلى حكم أحد الخبراء.

3-2-2 ضمان الجودة / مراقبة الجودة (QA/QC) والإبلاغ والتوثيق

1-3-2-2 ضمان الجودة / مراقبة الجودة

علاوة على التوجيه العام المتوفر بشأن ضمان الجودة / مراقبة الجودة، نستعرض فيما يلي بعض الإجراءات الخاصة المعنية بفئة المصدر هذه.

مقارنة بين تقديرات الانبعاثات باستخدام مقتربات مختلفة

يمكن عقد مقارنات بين الانبعاثات المقدرة باستخدام مستويين مختلفين، على سبيل المثال، إذا ما تم استخدام مقترب من أدنى إلى أعلى لتجميع بيانات النشاط (أي، تجميع بيانات خاصة بمصنع محدد)، يتعين إذاً على القائمين بجمع بيانات الحصر عقد مقارنة بين تقديرات الانبعاثات والتقديرات المحسوبة باستخدام البيانات الوطنية لإنتاج الأسمنت أو الحجر الخفاف (مقترب من أعلى إلى أدنى). وفي حالة استخدام مقترب قائم على مستوى مختلط 2/1 أو 3/2 خلال فترة انتقالية، فإنه يعتبر من الممارسة السليمة تقدير الانبعاثات الخاصة بكافة المصانع باستخدام المستوى الأدنى حتى يتسنى مقارنة نتائج التحليل بالنتائج المستخلصة من استخدام المقترب مختلط المستوى، هذا مع ضرورة تسجيل نتائج تلك المقارنة بغرض التوثيق الداخلي، بما في ذلك توثيق تفسيرات أي اختلافات قد تتواجد.

مراجعة معاملات الانبعاث

يجب على القائمين بجمع بيانات الحصر مقارنة معاملات الانبعاث الوطنية المجمعة مع قيم الهيئة الافتراضية بهدف تحديد ما إذا كان المعامل الوطني متفق مع المعامل الافتراضي للهيئة، فضلاً عن ضرورة تفسير الاختلافات التي قد تتواجد بين المعاملات الوطنية والمعاملات الافتراضية وتوثيقها، وخاصة إذا كانت ممثلة لظروف مختلفة.

في حالة استخدام المقترب العلوي-السفلي المتراكم، مع وجود بعض البيانات المحدودة الخاصة بمصنع محدد، فيجب على القائمين بجمع بيانات الحصر مقارنة معاملات هذا الموقع أو المصنع مع المعامل المجمعة المستخدم للتقدير الوطني، حيث أن ذلك سيوفر مؤشراً على مدى صحة البيانات ودقة تمثيلها للواقع.

فحص بيانات النشاط الخاصة بموقع محدد

بالنسبة للبيانات الخاصة بموقع بعينه، يتعين على القائمين بجمع بيانات الحصر مراجعة أوجه عدم الاتساق بين بيانات مختلف المواقع لبيان ما إذا كانت تعكس وجود أخطاء أو تقنيات قياس مختلفة أو ناتجة عن اختلافات حقيقية بين الانبعاثات أو الظروف التشغيلية أو التقنيات المستخدمة. فبالنسبة لإنتاج الأسمنت، يجب على القائمين بجمع بيانات الحصر مقارنة بيانات المصنع (محتوى CaO في الحجر الخفاف، محتوى الحجر الخفاف في الأسمنت) مع بيانات المصانع الأخرى داخل نفس البلد.

فضلاً عما سبق، يجب على القائمين بجمع بيانات الحصر التأكد من أن معاملات الانبعاث وبيانات النشاط قد تم وضعهما بما يتفق مع وسائل القياس المعتمدة والمعترف بها على مستوى الدول، أما إذا كانت إجراءات القياس لا تتفق مع هذا المعيار، فينبغي إذاً تقييم بيانات الانبعاثات أو النشاط تلك بحرص، مع إعادة دراسة التقديرات غير المتيقن منها وتوثيق الدواعي. أما إذا تم القياس على أعلى مستوى قياسي وتوافرت تدابير ضمان الجودة / مراقبة الجودة في أغلب المواقع، يمكن إذاً مراجعة أوجه عدم التيقن المقترنة بتقديرات الانبعاثات على نحو تنازلي.

2-3-2-2 الإبلاغ والتوثيق

من الممارسة السليمة توثيق وأرشفة جميع المعلومات اللازمة لإنتاج تقديرات حصر الانبعاثات الوطنية، ونستعرض فيما يلي أساليب التوثيق والإبلاغ الخاصة بفئة المصدر هذه.

1 أسلوب المستوى

علاوة على بيانات إنتاج الأسمنت، ينبغي كذلك الإبلاغ عن واردات وصادرات الحجر الخفاف، كما يجب توثيق أي معلومة بشأن محتوى CaO في الحجر الخفاف بما في ذلك استخدام القيم الافتراضية المختلفة عن تلك التي تم تناولها بالناقاش في القسم 2-2-1.

2 أسلوب المستوى

ينبغي أن يتضمن توثيق المستوى 2 وصفاً لكيفية تقدير إنتاج الحجر الخفاف من قبل الهيئة المبلغة (أي، ما إذا كان تم وزنه مباشرة أم تم تحديد الوزن بناءً على حجم كتلة الحجر الخفاف أم تم احتسابه من خلال مدخلات المواد الأولية... الخ)، وكذلك المستوى الذي تم تجميع بيانات النشاط عليه (أي، على مستوى المصانع أم على المستوى الوطني). فضلاً عما سبق، ينبغي توثيق الأسلوب (مثال، خاص بالبلد أو الأسلوب الافتراضي للهيئة) الذي تم به تحديد محتوى CaO في الحجر الخفاف إلى جانب أي معلومات على مستوى المصانع فيما يتعلق بكمية ونوع المدخلات غير المكربنة إلى القيمين، مثل الخبث والرماد المتطاير. في واقع الأمر، ينبغي توثيق جميع الإجراءات المستخدمة لتحديد كمية ودرجة تفتح غبار قمين الأسمنت، وفي حال افتراض أن انبعاثات غبار قمين الأسمنت تساوي نسبة 2% من الانبعاثات الصادرة من الحجر الخفاف، يجب الإبلاغ عن ذلك بمنتهى الشفافية.

3 أسلوب المستوى

عند الشروع في توثيق أسلوب المستوى 3، من الهام توثيق جميع الإجراءات المتبعة والمناهج المستخدمة لتحديد جزء الوزن والتعرف على كافة أنواع الكربونات، متضمنة الكربونات المضمنة في الصلصال أو الطفل أو الحجر الرملي أو أي مواد أولية ثانية أخرى، والتي تم استهلاكها كمواد أولية، مع توثيق معاملات الانبعاث المناظرة.

وقد يؤدي تقدير إجمالي الانبعاثات من خلال مدخلات الكربونات إلى المغالاة في تقدير الانبعاثات، إذا لم تتفحص الكربونات كلياً، ومن ثم، يلزم توثيق أي إجراء تصحيحي يتخذ، وهو ما يتضمن توثيق التفحم الجزئي للمواد الأولية وكمية وجزء تفحم غبار قمين الأسمنت.

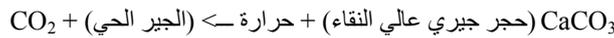
ومن المحتمل أن ترى المصانع أنه ليس عملياً إجراء تحليلات كيميائية لمدخلات المواد الأولية بصفة يومية بهدف احتساب حجم CO_2 ، عوضاً عن ذلك، سوف يتم إجراء فحص شامل لكل مصنع في مواقيت محددة على مدار العام لتصنيف مدخلات الكربونات على النحو الأكمل. هذا ومن المرجح أن تقوم المصانع بتطوير علاقة بين مدخلات الكربونات وإنتاج الحجر الخفاف، حيث يتم تطبيق هذه العلاقة على الحساب الروتيني للمصنع لمدخلات الحجر الخفاف للفتترات المتداخلة. فضلاً عن تحديد كافة الإجراءات المستخدمة لاحتساب الانبعاثات الصادرة عن مدخلات الكربونات، يجب كذلك توثيق جميع الخطوات اللازمة لتوضيح العلاقة بين مدخلات الكربونات وإنتاج الحجر الخفاف.

كما ينبغي كذلك توثيق جميع المعلومات الرئيسية والإبلاغ عنها، حيث إنه لا يعتبر من الممارسة السليمة الإبلاغ عن تقديرات الانبعاثات النهائية فحسب.

3-2 إنتاج الجير

1-3-2 موضوعات منهجية

يتكون أكسيد الكالسيوم (CaO أو الجير الحي) بواسطة تسخين الحجر الجيري لتفكيك الكربونات، وهو ما يتم عادة في القمائن العمودية أو الدوارة في درجات حرارة مرتفعة، حيث يصدر عن هذه العملية انبعاثات CO_2 . وبناء على متطلبات المنتج (على سبيل المثال، معادن، اللباب والورق، مواد الإنشاء، معالجة التدفقات، تيسير المياه، التحكم في pH، استقرار التربة)، يتم استخدام الحجر الجيري مرتفع الكالسيوم بصفة أولية (الكالسييت) بما يتفق مع التفاعل التالي:



علاوة على ما سبق، يمكن كذلك معالجة الدولوميت والحجر الجيري الدولوميتي (مرتفع المغنيسيوم) عند درجة حرارة مرتفعة للحصول على جير دولوميتي (وانبعاث CO_2) بما يتفق مع التفاعل التالي: $CaMg(CO_3)_2$ (دولوميت) + حرارة $\rightarrow CaO \cdot MgO$ (جير دولوميتي) + $2CO_2$. وفي بعض المصانع، تتم كذلك إنتاج الجير المطفأ وذلك من خلال استخدام عمليات تميؤ إضافية.

إن إنتاج الجير يشتمل على سلسلة من الخطوات، من بينها التنقيب عن المواد الأولية، وسحقها وتقطيعها إلى أحجام محددة وتفحيمها لإنتاج الجير، ثم، إذا تطلب الأمر، تميؤ الجير لتحويله إلى هيدروكسيد الكالسيوم.

إن استهلاك الجير كمادة أولية قد لا يؤدي في بعض الحالات إلى إصدار انبعاثات CO_2 صافية إلى الغلاف الجوي، فعلى سبيل المثال، يؤدي استخدام الجير المطفأ في تيسير المياه إلى تفاعل CO_2 مع الجير لإعادة تكوين كربونات الكالسيوم، مما ينتج عنه عدم صدور انبعاثات CO_2 صافية إلى الغلاف الجوي. وبالمثل، فإن كربونات الكالسيوم المترسبة، والمستخدم في صناعة الورق وكذلك في تطبيقات صناعية أخرى، تعتبر منتج مشتق من تفاعل الجير الحي عالي الكالسيوم المميأ مع CO_2 . وأثناء عملية تكرير السكر، يستخدم الجير لإزالة الشوائب من عصير قصب السكر الأولي، ويمكن التخلص من أي نسبة زائدة من الجير بواسطة الكربنة. هذا ويمكن احتساب أي عملية إعادة كربنة تتم خلال هذه الصناعات والإبلاغ عنها فقط في حالة استخدام أساليب محققة ومعتمدة لاحتساب كمية CO_2 التي تتفاعل مع الجير لإعادة تكوين كربونات الكالسيوم. وفي حال توافر هذه الظروف، يمكن التبليغ عن هذا الأمر تحت فئة $2H$ ، أخرى.

وكما تم تناول الأمر في القسم 3-2-1-3، يمكن إنتاج غبار قمين الجير أثناء عملية إنتاج الجير، حيث ينبغي على تقديرات الانبعاثات التي تمت باستخدام المستوى 2 أو 3 احتساب الانبعاثات المرتبطة بغبار قمين الجير.

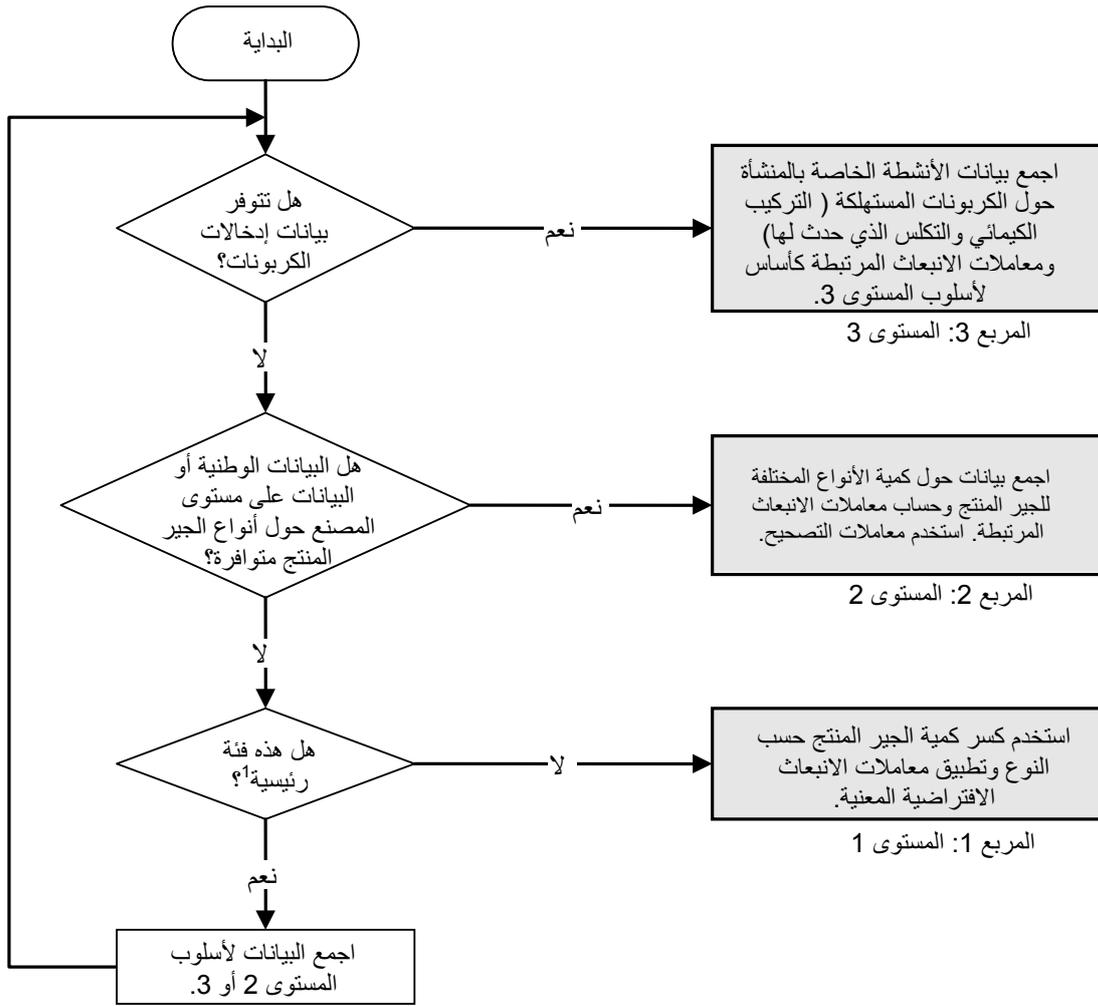
1-3-2-1 اختيار أسلوب التقدير

فيما يتعلق بحالة الانبعاثات الصادرة عن إنتاج الأسمنت، هناك ثلاث منهجيات مختلفة لتقدير الانبعاثات الناجمة عن إنتاج الجير: مقترَب قائم على المخرجات لتقدير الانبعاثات وهو يستخدم القيم الافتراضية (المستوى 1)، ومقترَب قائم على المخرجات يقوم بتقدير الانبعاثات من خلال إنتاج CaO و $CaO \cdot MgO$ والمعلومات الخاصة بكل بلد بالنسبة لمعاملات التصحيح (المستوى 2)، ومقترَب قائم على مدخلات الكربونات (المستوى 3)، وعلى العكس من أسلوب المستوى 3 الذي يتطلب تقدير خاص بكل مصنع، يمكن تطبيق أساليب المستوى 1 و 2 على كل من الإحصائيات الوطنية أو إن أمكن ذلك على إحصائيات كل مصنع. هذا ويعتمد اختيار أسلوب الممارسة السليمة على الظروف الوطنية، كما هو موضح في الشكل 2-2.

ويعد من الممارسة السليمة تقييم الإحصائيات الوطنية المتوفرة للتحقق من استيفائها ومن نسب الحجر الجيري إلى الدولوميت المستخدم في إنتاج الجير. وهناك بعض المصانع تنتج أنواع من مفاعلات الجير غير المتداولة في السوق لاستخدامها في عملياتها الخاصة (مثال، صناعة الحديد والفولاذ للاستخدام كعامل إزالة الخبث)، بيد أن جميع إنتاج الجير سواء المتداول أو غير المتداول يجب الإبلاغ عنه تحت الفئة الفرعية للهئية 2A2 إنتاج الجير.

شجرة قرارات تقدير انبعاثات CO₂ الصادرة عن إنتاج الجير

الشكل 2-2



ملاحظة:

1. انظر المجلد 1، الفصل 4، اختيار المنهجيات وتعريف الفئات الرئيسية (مع ملاحظة القسم 4-1-2 حول المصادر المحدودة)، للاطلاع على مناقشة الفئات الرئيسية واستخدام شجرة القرارات.

أسلوب المستوى 1

يعتمد أسلوب المستوى 1 على تطبيق معامل انبعاث افتراضي على بيانات إنتاج الجير على المستوى الوطني، وحيث أن المعلومات الخاصة بالبلد بشأن إنتاج الجير حسب النوع (مثال، الجير مرتفع الكالسيوم، الجير الدولوميتي، الجير الهيدرولي) لا تعد ضرورية بالنسبة للممارسات السليمة للمستوى 1، حيثما توافرت البيانات للتعرف على الأنواع المحددة من الجير المنتج في البلد، يمكن استخدام هذا الأسلوب. ليس من الضروري من منطلق الممارسة السليمة احتساب غبار قمين الجير في المستوى 1.

أسلوب المستوى 2

في حال توافر البيانات على المستوى الوطني بشأن أنواع الجير المنتجة، فإنه من الممارسة السليمة تقدير الانبعاثات باستخدام المعادلة 2-6. يتطلب أسلوب المستوى 2 توافر معلومات خاصة بالبلد حول نسبة الجير المطفأ المنتج، كما ينبغي الحصول على نسب إنتاج الجير إلى إنتاج غبار قمين الجير على مستوى المصانع.

المعادلة 2-6

المستوى 2: الانبعاثات القائمة على البيانات الوطنية لإنتاج الجير حسب النوع

$$CO_2 \text{ Emissions} = \sum_i (EF_{lime,i} \cdot M_{l,i} \cdot CF_{lkd,i} \cdot C_{h,i})$$

حيث:

انبعاثات CO₂ = انبعاثات CO₂ من إنتاج الجير بالطن

$EF_{lime,i}$ = معامل الانبعاث للجير من النوع i ، أطنان CO₂/طن جير (انظر المعادلة 2.9)

$M_{l,i}$ = إنتاج الجير من النوع i ، بالطن

$CF_{lkd,i}$ = معامل التصحيح لغبار قمين الجير من النوع i ، بدون أبعاد. يمكن احتساب هذا التصحيح بطريقة مماثلة لتلك المستخدمة مع غبار قمين الأسمت (المعادلة 2-5، لكن مع حذف المعامل (EF_c/EF_{cl}))

$C_{h,i}$ = معامل التصحيح للجير المطفاً من النوع i ، بدون أبعاد (انظر الشرح الوارد في القسم 2-3-1-3، اختيار بيانات النشاط).

i = كافة أنواع الجير المسردة في الجدول 2-4

أسلوب المستوى 3

يعتمد أسلوب المستوى 3 على تجميع بيانات على مستوى المصانع حول أنواع وكميات الكربونات المستخدمة لإنتاج الجير، وكذلك حول معامل الانبعاث المرتبط بالكربونات المستهلكة. إن أسلوب المستوى 3 لتقدير الانبعاثات الصادرة عن إنتاج الجير يشبه المعادلة 2-3 المستخدمة لتقدير انبعاثات إنتاج الأسمت، فيما عدا وجود تصحيح لغبار القمين الجيري، على عكس غبار قمين الأسمت، كما لا توجد حاجة لتصحيح الانبعاثات الصادرة من المواد الحاملة للكربون غير المستخدمة كوقود. وعلى عكس الحال مع غبار قمين الأسمت وقمائن الأسمت، نادراً ما تتم إعادة غبار القمين الجيري إلى القمين (إلا أنه يمكن استخدام غبار القمين الجيري لتغذية قمين أسمت)، ولأغراض تقدير الانبعاثات في المعادلة 2-7، يفترض عدم إعادة أي غبار قمين جيري إلى القمين.

المعادلة 2-7

المستوى 3: تقدير الانبعاثات اعتماداً على مدخلات الكربونات

$$CO_2 \text{ Emissions} = \sum_i (EF_i \cdot M_i \cdot F_i) - M_d \cdot C_d \cdot (1 - F_d) \cdot EF_d$$

حيث:

انبعاثات CO₂ = انبعاثات CO₂ من إنتاج الجير بالطن

EF_i = معامل الانبعاث للكربونات i ، أطنان CO₂/طن كربونات (انظر الجدول 2-1)

M_i = وزن أو كتلة الكربونات i المستهلكة بالطن

F_i = التفحم الجزئي الذي حدث بالنسبة للكربونات i ، جزء^a

M_d = وزن أو كتلة غبار القمين الجيري بالطن

C_d = الجزء وزن الكربونات الأصلي في غبار القمين الجيري، الجزء^a يمكن احتساب هذا المعامل بطريقة مشابهة لطريقة احتساب غبار قمين الأسمت.

EF_d = التفحم الجزئي الذي حدث بالنسبة لغبار القمين الجيري، جزء^a

EF_d = معامل انبعاث الكربونات غير المتفحمة في غبار القمين الجيري، أطنان CO₂/طن كربونات^b

ملاحظات حول القيم الافتراضية للمعادلة 2-7:

أ: أجزاء التفحم: نظراً لغياب البيانات الفعلية، فإنه يتفق مع الممارسة السليمة افتراض أن درجة التفحم المحققة تساوي نسبة 100% (أي، $F_i = 1.00$) أو ما يقرب من ذلك بدرجة كبيرة. بالنسبة لغبار القمين الجيري، فإن F_d بقيمة > 1.00 يمثل النسبة الأرجح، إلا أن البيانات قد تظهر نسبة تفاوت كبيرة وقدر من عدم الدقة. وفي ظل غياب البيانات الدقيقة الخاصة بغبار القمين الجيري، فإن افتراض أن $F_d = 1.00$ ستكون قيمته صفر من خلال الطرح التصحيحي للكربونات غير المتفحمة الموجودة في غبار القمين الجيري.

ب: نظراً لأن كربونات الكالسيوم تعتبر نوع الكربونات السائدة بدرجة كبيرة في المواد الأولية، ففي حال عدم توافر بيانات أفضل، يمكن افتراض إنه يمثل 100% من الكربونات المتبقية في غبار القمين الجيري، ومن ثم، يعد من المتفق مع

2-1-3-2 اختيار معاملات الانبعاث

أسلوب المستوى 1

يعتبر المستوى 1 أسلوب قائم على المخرجات ويعتمد إلى تطبيق معامل انبعاث إلى إجمالي كمية الجير المنتجة، ويعتمد معامل الانبعاث بدوره على معدلات التكافؤ الموضحة في الجدول 2-4، والتي تتفاوت حسب نوع الجير المنتج. ويمثل معدل التكافؤ كمية CO₂ المنبعثة من سلانف الكربونات إلى الجير، ذلك مع افتراض أن درجة التفحم كانت 100% ومع افتراض عدم وجود غبار القمين الجيري، فعلى سبيل المثال، يتطلب طن واحد من CaO تفحم 1.785 طن من CaCO₃، ويصدر عن هذه الكمية 0.785 طن CO₂ إذا تفحمت تماماً.

وفي حالة عدم توافر البيانات الخاصة بالبلد، فإنه من الممارسة السليمة افتراض أن 85% من الإنتاج عبارة عن جير مرتفع الكالسيوم و15% جير دولوميتي (ميلر، 1999)، وبناءً عليه، توضح المعادلة 2-8 كيفية احتساب معامل انبعاث المستوى 1 لإنتاج الجير.

المعادلة 2-8

معامل الانبعاث الافتراضي لإنتاج الجير ضمن إطار المستوى 1

$$\begin{aligned} EF_{Lime} &= 0.85 \cdot EF_{high\ calcium\ lime} + 0.15 \cdot EF_{dolomitic\ lime} \\ &= 0.85 \cdot 0.75 + 0.15 \cdot 0.77^a \\ &= 0.6375 + 0.1155 \\ &= 0.75 \text{ tonnes CO}_2 / \text{tonne lime produced} \end{aligned}$$

ملاحظات حول القيم الافتراضية في المعادلة 2-8

أ: قد يكون معامل انبعاث الجير الدولوميتي 0.86 أو 0.77 بناءً على التقنية المستخدمة لإنتاج الجير. انظر الجدول 2-4

الجدول 4-2					
المعاملات الافتراضية لاحتساب معاملات انبعاث إنتاج الجير					
معامل الانبعاث الافتراضي |أطنان CO ₂ لكل طن جير| (1) • (2)	القيمة الافتراضية لمحتوى CaO أو CaO·MgO [جزء] (2)	نطاق محتوى MgO [تعلق %] (2)	نطاق محتوى CaO [%] (2)	معدل التكافؤ |أطنان CO ₂ لكل طن أو CaO [CaO·MgO] (1)	نوع الجير
0.75	0.95	5-2-0.3	98-93	0.785	جير عالي الكالسيوم ^a
0.86 أو 0.77 ^c	0.95 أو 0.85 ^c	41-38	57-55	0.913	جير دولوميتي ^b
0.59	0.75 ^c	غير متوفر	92-65 ^c	0.785	الجير الهيدرولي ^b

المصدر:
 * ميللر (b1999) بالاستناد إلى ASTM (1996) وشوارزكوف (1995).
 * ميللر (b1999) بالاستناد إلى Boynton (1980).
 * تعتمد هذه القيمة على التقنية المستخدمة لإنتاج الجير، ولقد تم اقتراح القيم الأعلى للدول المتقدمة والقيم الأدنى للدول النامية.
 * لا توجد صيغة كيميائية دقيقة لكل نوع من أنواع الجير حيث يتم تحديد كيمياء منتج الجير من خلال كيمياء الحجر الجيري أو الدولوميت المستخدم لتصنيع الجير.
 * إجمالي محتوى CaO (متضمناً ذلك الموجود في مراحل السيليكات).

أسلوب المستوى 2

على نحو مماثل للمستوى 1، يعكس معامل انبعاث إنتاج الجير ضمن إطار المستوى 2 معدلات التكافؤ بين CO₂ و CaO أو CaO·MgO، كما يشتمل على تعديل لكيفية احتساب محتوى CaO أو CaO·MgO في الجير، بيد أن المستوى 2، على عكس المستوى 1 يتطلب استخدام بيانات على المستوى الوطني بشأن إنتاج الجير حسب النوع، ومن ثم فإنه من الممارسة السليمة تطبيق المعادلة 2-9 لوضع معاملات الانبعاث و لاحتساب محتوى CaO أو CaO·MgO.

المعادلة 2-9

معاملات انبعاث المستوى 2 لإنتاج الجير

$$EF_{lime,a} = SR_{CaO} \cdot CaO \text{ Content}$$

$$EF_{lime,b} = SR_{CaO \cdot MgO} \cdot CaO \cdot MgO \text{ Content}$$

$$EF_{lime,c} = SR_{CaO} \cdot CaO \text{ Content}$$

حيث:

$$EF_{lime,a} = \text{معامل الانبعاث للجير الحي (جير مرتفع الكالسيوم)، أطنان CO₂/طن كربونات}$$

$$EF_{lime,b} = \text{معامل الانبعاث للجير الدولوميتي، أطنان CO₂/طن كربونات}$$

$$EF_{lime,c} = \text{معامل الانبعاث للجير الهيدرولي، أطنان CO₂/طن كربونات}$$

$$SR_{CaO} = \text{معدل تكافؤ CO₂, CaO، (انظر الجدول 4-2)، أطنان CO₂/طن CaO}$$

$$SR_{CaO \cdot MgO} = \text{معدل تكافؤ CO₂, CaO·MgO، (انظر الجدول 4-2)، أطنان CO₂/طن CaO·MgO}$$

$$\text{محتوى CaO} = \text{محتوى CaO (انظر الجدول 4-2)، أطنان CO₂/طن جير}$$

$$\text{محتوى CaO·MgO} = \text{محتوى CaO·MgO (انظر الجدول 4-2)، أطنان CaO·MgO/طن جير}$$

أسلوب المستوى 3

تستند معاملات الانبعاث في إطار المستوى 3 على محتوى الكربونات الفعلي، (انظر المعادلة 2-7 والجدول 2-1). يتطلب المستوى 3 احتساب إجمالي الكربونات (بمختلف أنواعه ومصادره) وقد يشتمل على تصحيح (أي، عملية طرح) لغير القيمين الجيري غير المتفحم.

3-1-3-2 اختيار بيانات الأنشطة

تعتمد بعض الصناعات إلى إنتاج الجير واستهلاكه لعملياتها الخاصة، وهذه الكمية من الجير لا يتم تداولها على الإطلاق في الأسواق، إلا أنه من الهام عند تجميع بيانات نشاط إنتاج الجير، تضمين كل من إنتاج الجير المتداول تجارياً وغير المتداول تجارياً. وقد يعتبر

أسلوب المستوى 1

وفقاً للمستوى 1، يمكن للقائمين بجمع بيانات الحصر استخدام قيم افتراضية لأي من المتغيرات التالية: (1) أنواع الجير المنتجة أو (2) نسبة الجير الهيدرولي المنتج. يعرض الجدول 2-4 بيانات حول معدلات التكافؤ ونطاقات محتويات CaO وCaO·Mg ومعاملات الانبعاث الافتراضية الناتجة عن ذلك بالنسبة لأنواع الجير الرئيسية المنتجة. وحيث إنه لا تتوافر بيانات تفصيلية حول تقسيم أنواع الجير، فإنه يعد من الممارسة السليمة افتراض أن 85% من إجمالي الجير من نوع الجير مرتفع الكالسيوم و15% من نوع الجير الدولوميتي (ميللر، 1999)، كما يجب افتراض أن نسبة الجير الهيدرولي تساوي صفر، إلا في حالة توافر معلومات أخرى.

هذا ولا يتضمن أسلوب المستوى 1 تصحيح لقيمة غبار القمين الجيري، إلا إنه هناك احتمال باستثناء بعض مصادر الجير من قوائم الحصر الوطنية نتيجة لوجود مشكلة متعلقة ببيانات النشاط (انظر الأقسام 2-3-1-4 و2-3-2). وقد يؤدي أسلوب المستوى 1 إلى تقدير الانبعاثات على نحو أقل من الواقع بدرجة كبيرة إذا لم يتم تناول هذه الأمور بعناية وحرص.

أسلوب المستوى 2

في إطار تطبيق أسلوب المستوى 2، من الضروري تجميع بيانات تفصيلية حول أنواع الجير الثلاثة حيث سيؤدي ذلك إلى تحسين تقدير الانبعاثات. هناك ثلاثة أنواع من الجير غير الهيدرولي:

- جير عالي الكالسيوم (CaO + شوائب)
- جير عالي الكالسيوم (CaO·Mg + شوائب)
- الجير الهيدرولي (CaO + سيليكات الكالسيوم الهيدرولي) وهو عبارة عن مادة بين الجير والأسمت.

ويعد السبب الرئيسي وراء السعي للتمييز بين هذه الأنواع الثلاثة هو احتواء النوع الأول والثاني على معاملات انبعاث مختلفة، كما تكمن أهمية ذلك في تصحيح نسبة الجير الهيدرولي في الإنتاج. وعلى نحو مماثل لأسلوب المستوى 2 فيما يتعلق بإنتاج الأسمت، ينبغي جمع البيانات بشأن جميع مصادر CaO غير المركبة (إن أمكن ذلك).

وقد يتم إنتاج غبار القمين الجيري كمنتج ثانوي أثناء إنتاج الجير، وتعتمد الكمية المنتجة على نوع القمين المستخدم وخصائص الكربونات المستخدمة. وفقاً لويبتون (1980) فإن القمين الدوار العادي سوف ينتج فاقد استزاف الغبار بنسبة تتراوح من 9 إلى 10% لكل طن من الجير المنتج، أو تتراوح من 16 إلى 18 إذا تم استخدام مدخلات مواد أولية هذا ويتفاوت التركيب الكيميائي لغبار القمين الجيري بناء على مدخلات المواد الأولية إلا أن غبار القمين الجيري النموذجي الناتج عن جير مرتفع الكالسيوم يحتوي على 75% من كربونات الكالسيوم المركب (تصل النسبة تقريباً 50:50) فضلاً عن الشوائب المتبقية المكونة من السيليكا والألومنيوم وأكسيدات الحديد والكبريت (بناء على نوع الوقود المستخدم). يعتبر تصحيح غبار القمين الجيري ضمن إطار أساليب المستوى 2 والمستوى 3 منظاراً لغبار قمين الأسمت في إطار إنتاج الأسمت فيما يتعلق بالمنهج والقيم الافتراضية لكل منهما. هذا وينبغي تجميع البيانات إن أمكن حول النسب النموذجية لغبار القمين الجيري إلى إنتاج الجير، وكذلك حول التركيب النموذجي لغبار القمين الجيري، أما في ظل غياب البيانات، فيجوز للقائم بجمع بيانات الحصر افتراض إضافة تصحيحية بنسبة 2% لاحتساب حجم غبار القمين الجيري (أي، ضرب قيمة الانبعاثات في 1.02).

وتجدر الإشارة هنا إلى أن القمائن البثرية العمودية تنتج كمية قليلة نسبياً من غبار القمين الجيري، ومن ثم تم الاتفاق على وجوب تجاهل وضع معامل تصحيح لغبار القمين الجيري الناتج عن هذا النوع من القمائن وعدم تقديره.

أسلوب المستوى 3

يعد من الممارسة السليمة جمع بيانات خاصة بمصنع محدد حول جزء وزن الكربونات المستهلك بهدف إنتاج الجير وجزء التخم الذي تحقق، كما يتعين كذلك جمع البيانات حول كمية (الوزن الجاف) وتركيب غبار قمين الجير المنتج. وعلى غرار أسلوب المستوى 3 فيما يتعلق بإنتاج الأسمت، ينبغي طرح الانبعاثات الصادرة عن غبار القمين الجيري من تقديرات المستوى 3.

وهناك أمران رئيسيان ينبغي وضعهما في الاعتبار عند تقييم بيانات استهلاك الكربونات، أولاً: يجب أن تكون البيانات متوفرة ويتم تجميعها على مستوى المصنع، حيث إن الإحصائيات الوطنية المعنية بحجم استهلاك الكربونات لأغراض إنتاج الجير قد تكون غير مستوفاه. وكما هو الحال في إنتاج الأسمت على الرغم من أن الحجر الجيري أو الجير الدولوميتي هما النوعان السائدان من الكربونات، ينبغي التأكد من تحديد نوعية جميع مدخلات الكربونات واحتسابها.

تصحيح نسبة الجير المطفاً

كل من الجير مرتفع الكالسيوم والجير الدولوميتي يمكن إطفائهما وتحويلهما إلى جير مطفاً، أي $Ca(OH)_2$ أو $Ca(OH)_2 \cdot Mg(OH)_2$. ويعد من الممارسة السليمة تضمين تصحيح للجير المطفاً ضمن إطار المستوى 2، وعند توافر البيانات، تحت إطار المستوى 1 كذلك، أما في حالة غياب البيانات فإنه من الممارسة السليمة افتراض أن قيمة إنتاج الجير المطفاً تساوي صفر.

إذا كانت س تمثل نسبة الجير المطفاً وص تمثل نسبة محتوى المياه به، فإنه من الممارسة السليمة ضرب قيمة الإنتاج بمعامل تصحيح 1- (س × ص) وحيث أن الأغلبية العظمى من الجير المطفاً المنتج هو من النوع مرتفع الكالسيوم (90%)، فإن القيم الافتراضية هي

4-1-3-2 الاستيفاء

تعتبر البيانات المستوفية (أي، بيانات إنتاج الجير) ضرورية للتوافق مع الممارسة السليمة، وعادة فإن الإنتاج المبلغ عنه يشتمل فقط على جزء من الإنتاج الفعلي، ويرجع ذلك إلى أن إحصائيات إنتاج الجير لا تتناول سوى المنتج الذي يتم تداوله في الأسواق، بينما لا يتم احتساب الجير غير المتداول في الأسواق ولا يتم الإبلاغ عنه. فعلى سبيل المثال، العديد من المصانع المنتجة للفولاذ ورماد الصودا المصنّع وكاربيد الكالسيوم ومعدن الماغنيسيا والمغنيسيوم وكذلك مصاهر النحاس ومصانع السكر، تنتج جميعها الجير دون الإبلاغ عنه إلى الهيئات الحكومية المختصة، وقد يؤدي حذف هذه البيانات إلى تقدير إنتاج الجير على نحو أقل من الواقع بالنسبة لبلد ما بقيمة معامل أو معاملين. وبالمثل، فقد يتم إنتاج الجير على مستوى قرية واحدة أو من بعض الحرفيين للأغراض الصحية أو لإنتاج ماء الكلس. إنه من الضروري الإبلاغ عن جميع أنواع إنتاج الجير تلك ضمن فئة المصدر هذه، سواء تم إنتاجه بواسطة القمائن الجيرية كمنتج متداول أو كعامل وسيط غير متداول في الأسواق.

يتعين على القائمين بجمع بيانات الحصر التزام الحرص لتجنب ازدواج الحساب أو حدوث أي حذف ضمن فئة المصدر هذه والانبعاثات الصادرة عن استهلاك الحجر الجيري والجير الدولوميتي، ومن الأسباب المحتملة كذلك لازدواج الحساب التي يتعين على القائم بجمع بيانات الحصر الاحتراس منها هي تلك المرتبطة بالجير المطفأ. فإذا تم تصحيح إنتاج الجير بالجير المطفأ بدون تحديد أولاً ما إذا كان الجير المستخدم لإنتاج الجير المطفأ قد تم تضمينه في الإنتاج الإجمالي للجير، وذلك حتى لا يتم تكرار احتساب هذا الإنتاج.

وعلى نحو مشابه للنقاش القائم حول الأسمنت، فإنه من الهام عند استخدام المستوى 3 احتساب جميع مدخلات الكربونات (مثال، الحجر الجيري، الدولوميت، الخ) على نحو خاص بكل مصنع.

وأخيراً، فإن الملاحظ القائم على الجير والمستخدم للتشبيد يكتسب صلابته من خلال امتصاص CO_2 ، إلا أنه هناك درجة كبيرة من عدم التيقن فيما يختص بمعدلات تفاعل الكربنة التي تتم أثناء الاستخدام، وحيث إنه من المعتقد أن عملية كربنة الملاحظ قد تستغرق فترة تتراوح من بضعة أشهر إلى عقود، لم يتم وضع معاملات لها ضمن حسابات الانبعاثات. هذا ولا يعتبر من الممارسة السليمة تضمين هذا المعامل في احتساب الانبعاثات هذه المرة، فهذا المجال لازال في حاجة إلى مزيد من البحث والدراسة قبل تضمينه في الإحصائيات الوطنية.

5-1-3-2 إعداد متسلسلة زمنية متسقة

يعد من الممارسة السليمة احتساب الانبعاثات الصادرة عن إنتاج الجير بإتباع نفس الأسلوب المستخدم في كل عام ضمن إطار المتسلسلة الزمنية. وتعرض هذه الخطوط التوجيهية مقترح جديد للمستوى 3 يقوم على مدخلات الكربونات إلى إنتاج الجير. إلا أنه ليس من المؤكد توافر هذه البيانات للسنوات السابقة، ومن ثم، إذا اختار القائم بجمع بيانات الحصر إتباع هذا الأسلوب لإعداد قوائم الحصر الحالية والمستقبلية، فينصح بقيامه بتجميع هذه البيانات للسنوات السابقة لضمان اتساق المتسلسلة الزمنية. وفي حالة عدم توافر هذه البيانات يمكن للقائم بجمع بيانات الحصر الرجوع إلى 'مقترح التداخل' (انظر المجلد 1، القسم 5-3) لمحاولة إعادة احتساب التقديرات السابقة.

وفي حالة عدم توافر البيانات يمكن للقائمين بجمع بيانات الحصر المنقلين من مقترح المستوى 1 إلى مقترح المستوى 2 افتراض عدم حدوث قيام البلد بالتغيير من استخدام مدخل كربونات إلى مدخل آخر لإنتاج الجير، وهو ما يعد افتراض معقول، وخاصة أن الحجر الجيري يعد هو مدخل الكربونات الرئيسي.

هذا ويجب على القائمين بجمع بيانات الحصر تفصيل بيانات إنتاج الجير إلى ثلاثة أنواع رئيسية: الجير مرتفع الكالسيوم والجير الدولوميتي والجير الهيدرولي. ونظراً لعدم توافر البيانات الخاصة بنسبة الجير المستهلك في البلد لمجمل المتسلسلة الزمنية، أو نسبة الجير المطفأ، يمكن في تلك الحالة تقدير قيمة السنوات غير المحصورة بواسطة مقتربي الاستيفاء أو استقراء الاتجاه على النحو الموضح في المجلد 1، القسم 5-3، أو بواسطة افتراض أن العام الحالي يعكس نسبة إنتاج الجير خلال الأعوام السابقة من المتسلسلة الزمنية.

2-3-2 تقدير أوجه عدم التيقن

تنتج تقديرات أوجه عدم التيقن بشأن إنتاج الجير بشكل سائد من جراء أوجه عدم التيقن المرتبطة ببيانات الأنشطة، وكذلك تنتج بدرجة أقل عن أوجه عدم التيقن المرتبطة بمعامل الانبعاث. للحصول على مزيد من المعلومات ارجع إلى مناقشة أوجه عدم التيقن الواردة أعلى القسم الخاص بإنتاج الأسمنت.

الجدول 5-2		
قيم أوجه عدم التيقن الافتراضية لتقدير انبعاثات CO ₂ الصادرة عن إنتاج الجير		
المستوى	التعليق	عدم التيقن
2، 1	عدم التيقن عبارة عن افتراض متوسط محتوى CaO في الجير.	4-8%
2، 1	معامل انبعاث جير عالي الكالسيوم	2%
2، 1	معامل انبعاث الجير الدولوميتي	2%
2، 1	معامل انبعاث الجير الهيدرولي	15%
2، 1	تصحيح الجير المطفاً	5%
3، 2، 1	ترتيب أخطاء الحجم المحتملة في حالة عدم تقدير إنتاج الجير غير المتداول في الأسواق.	
2	عدم تيقن بيانات إنتاج الجير على مستوى المصانع التي لا تقوم بصفة عامة بتحديد المخرجات على نحو أفضل من ذلك. افتراض الإبلاغ الكامل.	1-2%
3، 2	تصحيح غبار القمين الجيري	انظر الجدول 3-2
3	خطأ افتراض وجود نسبة 100% من مصدر الكربونات من الحجر الجيري (في مقابل المدخلات الأخرى).	1-3%
3	أوجه عدم التيقن لوزن المواد الأولية على مستوى المصنع	1-3%

المصدر: مستند إلى حكم أحد الخبراء

1-2-3-2 أوجه عدم التيقن المقترنة بمعامل الانبعاث

كما هو موضح أعلاه بالنسبة للأسمنت هناك قدر قليل من أوجه عدم التيقن المقترنة بمركب معامل الانبعاث في مقترب المستوى 3. ضمن إطار المستوى 2 و 1، يعد معدل التكافؤ رقم محدد ومن ثم تعتبر أوجه عدم التيقن لمعامل الانبعاث هي تلك المرتبطة بتركيب الجير، وعلى الأخص المرتبطة بحصة الجير الهيدرولي (تبلغ نسبة عدم التيقن في معامل انبعاث الجير الهيدرولي 15% بينما تصل نسبة عدم التيقن في الأنواع الأخرى من الجير إلى 2%)، كما توجد أوجه عدم تيقن مقترنة بتحديد حجم محتوى CaO و MgO في الجير المنتج.

2-2-3-2 أوجه عدم التيقن المقترنة ببيانات الأنشطة

تكون أوجه عدم التيقن المرتبطة ببيانات الأنشطة على الأرجح أعلى من تلك المقترنة بمعاملات الانبعاث في تجميع بيانات الجير (انظر بأعلى القسم 2-3-1-4، الاستيفاء). قد يؤدي حذف بيانات إنتاج الجير غير المتداول تجارياً إلى تقدير ترتيب الأحجام على نحو أقل من الواقع، بل إن تصحيح الجير المطفاً يؤدي دوماً إلى مزيد من أوجه عدم التيقن.

وكما هو موضح أعلاه بالنسبة لغبار قمين الأسمنت، هناك قدر كبير من أوجه عدم التيقن المقترنة بتحديد حجم غبار القمين الجيري المنتج ودرجة تحممه (ومن ثم حجم الانبعاثات الصادرة منه)، بيد أنه يمكن افتراض أن أوجه عدم التيقن المقترنة بتقدير غبار القمين الجيري هي على أقل تقدير مساوية إلى أوجه عدم التيقن المقترنة بغبار قمين الأسمنت أو على الأرجح أكبر منها.

وحيث إن الجدول 5-2 يعرض أوجه عدم التيقن الافتراضية، ينبغي استخدام المدى المتوسط إلا إذا كانت التقديرات الأعلى أو الأدنى أكثر تمثيلاً للظروف الخاصة بالبلد.

3-3-2 ضمان الجودة / مراقبة الجودة (QA/QC) والإبلاغ والتوثيق

1-3-3-2 ضمان الجودة / مراقبة الجودة

علاوة على التوجيهات المستعرضة المتوفرة بشأن ضمان الجودة/مراقبة الجودة، نستعرض فيما يلي بعض الإجراءات الخاصة المعنية بفترة المصدر هذه.

مقارنة بين تقديرات الانبعاثات باستخدام مقتربات مختلفة

يمكن عقد مقارنة بين الانبعاثات المقدره بإتباع مقترب المستوى 2 المستند إلى إنتاج الجير ومقترب المستوى 3 المستند إلى مدخلات الكربونات. وبالمثل، إذا ما تم استخدام مقترب من أدنى إلى أعلى لتقدير الانبعاثات (أي، تجميع بيانات خاصة بمصنع محدد)، يتعين إذاً على القائمين بجمع بيانات الحصر عقد مقارنة بين تقديرات الانبعاثات والتقديرات المحسوبة باستخدام البيانات الوطنية أو البيانات الخاصة بكل مصنع بشأن إنتاج الجير (مقترب من أعلى إلى أدنى). وفي حالة استخدام مقترب قائم على مستوى مختلط 2/1 أو 3/2 خلال فترة انتقالية، فإنه يعتبر من الممارسة السليمة تقدير الانبعاثات الخاصة بكافة المصانع باستخدام المستوى الأدنى حتى يتسنى مقارنة نتائج التحليل بالنتائج المستخلصة من استخدام المقترب مختلط المستوى، هذا مع ضرورة تسجيل نتائج تلك المقارنة بغرض التوثيق الداخلي، بما في ذلك توثيق تفسيرات أي اختلافات قد تتواجد.

فحص بيانات الأنشطة

يتعين على القائمين بجمع بيانات الحصر التأكد من صحة تعريف الأنواع المختلفة من الجير المنتج داخل البلد، وكذلك الحرص على تضمين الصناعات التي قد تنتج جير غير متداول تجارياً للتأكد من تسجيل تلك البيانات ضمن بيانات الأنشطة المستخدمة لإعداد قوائم الحصر.

2-3-3-2 الإبلاغ والتوثيق

من الممارسة السليمة توثيق وأرشفة جميع المعلومات اللازمة لإنتاج تقديرات حصر الانبعاثات الوطنية، ونستعرض فيما يلي بعض الملاحظات العامة المعنية بكيفية التوثيق والإبلاغ عن الانبعاثات و مواد اختزال الانبعاثات الصادرة من إنتاج الجير، يليها عرض معلومات خاصة بكل مستوى على حدة.

- إذا كان أحد القائمين بجمع بيانات الحصر يقوم بالإبلاغ عن استعادة CO_2 من نشاط تكرير السكر أو كربونات الكالسيوم المترسب أو تيسير المياه تحت فئة 2H، ينبغي إذا الإبلاغ عن معلومات مفصلة حول الأساليب المتبعة لاحتساب الانبعاثات المستعادة. ينبغي الإبلاغ عن كل من الانبعاثات وعمليات اختزال الانبعاثات على نحو منفصل، حيث لا يعد من الممارسة السليمة الإبلاغ فقط عن الانبعاثات الصافية الصادرة عن إنتاج الجير، فضلاً عما سبق، يتعين توثيق هذه البيانات لتوضيح أن عمليات اختزال الانبعاثات من خلال عملية إعادة الكربنة قد تم الإبلاغ عنها فقط في السنة التي تمت فيها عملية إعادة الكربنة (انظر القسم 2-3-1 أعلاه).
- بغض النظر عن الأسلوب المستخدم، يتعين على القائمين بجمع بيانات الحصر توثيق الإجراءات المتبعة لضمان الإبلاغ عن كل من الجير المتداول تجارياً وغير المتداول (انظر بأعلى القسم 2-3-1-4، الاستيفاء).

أسلوب المستوى 1

يعتبر أسلوب المستوى 1 هو نفس أسلوب المستوى 2 منهجياً، باستثناء إنه قد يتم استخدام قيم افتراضية بدلاً من الاعتماد على معلومات خاصة بالبلد لتقدير المعلومات المختلفة. ومن ثم، فإن توثيق المستوى 1 يتبع المستوى 2 فيما يلي، غير إنه يجب التنويه إلى موضع استخدام القيم الافتراضية.

أسلوب المستوى 2

يجب أن يشتمل توثيق المستوى 2 على تناول أنواع إنتاج الجير المتوافرة في البلد (متضمنة الجير المطفأ) وكيفية الوصول إلى هذا التحديد (تجميع بيانات المبيعات، تجميع بيانات الاستهلاك الخاصة بكل مصنع،... الخ)، علاوة على الإبلاغ عن الإجراءات المتبعة لتحديد حجم محتوى CaO أو $CaO \cdot MgO$ في الجير، وكذلك مدخلات القيمين الجيري غير المركبة.

أسلوب المستوى 3

يتم التوثيق والإبلاغ عن المستوى 3 لإنتاج الجير على نفس النحو المتبع في المستوى 3 المذكور أعلاه بالنسبة لإنتاج الأسمنت، مع وجود فارق واحد صغير ألا وهو إنه بدلاً من جمع المعلومات حول غبار قمين الأسمنت يتم تجميع بيانات حول حجم وأجزاء التفحم التي تمت بالنسبة لغبار القيمين الجيري، فضلاً عن ضرورة توثيق جميع المعلومات المعنية والإبلاغ عنها، حيث إنه لا يعتبر من الممارسة السليمة الإبلاغ عن تقديرات الانبعاثات النهائية فحسب.

4-2 إنتاج الزجاج

1-4-2 موضوعات منهجية

يتم استخدام العديد من المنتجات والتركيبات الزجاجية تجارياً، إلا إنه يمكن تقسيم صناعة الزجاج إلى أربع فئات رئيسية: الحاويات، الزجاج المسطح (النوافذ)، الزجاج الليفي، الزجاج المخصص.

وتمثل الفئتان الأولى والثانية الغالبية العظمى من إنتاج الزجاج التجاري، والذي يكون في الغالب من زجاج جير الصودا المتكون من السيليكا (SiO_2) والصودا (Na_2O) والجير (CaO) مع كميات ضئيلة من أكسيد الألومنيوم (Al_2O_3) وبعض القلويات الأخرى والأترية القلوية إضافة إلى بعض المكونات الأخرى الثانوية. أما الزجاج الليفي العازل – وهو مكون رئيسي في الفئة الثالثة – يعد مماثلاً في التركيب، إلا أن المصنعين يضيفون إليه بعض المكونات الخاصة بكل منهم ولكنها لا تمثل سوى اختلافات طفيفة في المركب الرئيسي.

تتضمن فئة المصدر هذه كذلك الانبعاثات الناتجة عن إنتاج الصوف الزجاجي، وهو أحد فئات الصوف المعدني حيث تتشابه عملياته إنتاجه مع عملية تصنيع الزجاج. وحيث إن إنتاج الصوف الصخري يعد مصدراً للانبعاثات، فينبغي الإبلاغ عن هذه الانبعاثات ضمن الفئة الفرعية للهئية 2A5. هذا وينبغي الإبلاغ عن الانبعاثات الناجمة عن إنتاج الخبث ضمن فئة المصدر المنهجية المرتبطة، بينما لا تتضمن عملية إعادة صهر الخبث لإنتاج الصوف المعدني على انبعاثات مرتبطة بالعملية ذات قيمة، ومن ثم لا توجد حاجة للإبلاغ عنها.

إن المواد الأولية الرئيسية للزجاج التي ينبعث منها CO_2 خلال عملية الصهر هي الحجر الجيري ($CaCO_3$) والدولوميت ($CaMg(CO_3)_2$) ورماد الصودا (Na_2CO_3). حينما يتم إخراج هذه المواد كعائدات كربونات لاستخدامها في صناعة الزجاج، فإنها تمثل

يعتبر عمل مواد الكربونات تلك في عملية صهر الزجاج تفاعل كيميائي معقد يتم عند درجة حرارة مرتفعة، ولا يجوز مقارنته مباشرة بتفحم الكربونات لإنتاج الجير الحي أو الجير الدولوميتي المحترق. وعلى الرغم من ذلك فإن هذا الانصهار (الذي يتم عند درجة حرارة 1500 درجة مئوية) له نفس التأثير على صعيد إصدار انبعاثات CO₂.

وعلى الصعيد العملي لا يقوم مصنعو الزجاج بإنتاجه مستخدمين المواد الأولية فحسب بل يستخدمون كذلك زجاج خردة معاد تدويره (كسارة الزجاج)، حيث تستخدم معظم العمليات كسارة الزجاج بقدر ما تستطيع الحصول عليه مع وجود بعض القيود أحياناً للحفاظ على متطلبات جودة الزجاج. هذا وتتراوح نسبة كسارة الزجاج (جزء انبعاثات الصهر الممتلئة بكسارة الزجاج) فيما بين 0.4 و 0.6 بالنسبة لتطبيقات صناعة الحاويات التي تمثل الغالبية العظمى من إنتاج الزجاج، بينما يكون صانعي الزجاج الليفي العازل أدنى من هذا المستوى، بيد أنهم يستخدمون كسارة الزجاج بقدر ما يستطيعون الشراء منه.

تأتي كسارة الزجاج من مصدرين: العائد الداخلي من المنتجات الزجاجية التي تكسرت أثناء عملية الإنتاج أو غيرها من النفايات الزجاجية المتخلصة منها أو المحتجزة، وكسارة الزجاج الخارجية (أي الواردة من خارج المصنع) الناتجة عن برامج إعادة التدوير أو خدمات سمسة كسارة الزجاج، حيث يعتبر هذا المصدر الثاني ذو أهمية كبيرة بالنسبة للبلدان المتقدمة، بينما تتضاءل أهميته بالنسبة للبلدان النامية، حيث لا تنتشر عمليات استعادة المنتجات الزجاجية.

يعتبر احتجاز CO₂ المذاب في الزجاج غير ذو أهمية تذكر ويمكن تجاهله فيما يتعلق بتقدير انبعاثات GHG.

1-1-4-2 اختيار أسلوب التقدير

أسلوب المستوى 1

ينبغي استخدام أسلوب المستوى 1 (المعادلة 2-10) في حال عدم توافر البيانات بشأن تصنيع الزجاج سواء على مستوى العمليات أو الكربونات المستخدمة في تصنيع الزجاج، ويطبق المستوى 1 معامل انبعاث افتراضي ونسبة كسارة الزجاج إلى إحصائيات إنتاج الزجاج على المستوى الوطني. هذا وقد تكون أوجه عدم التيقن المرتبطة بهذا الأسلوب أعلى بدرجة كبيرة عن تلك المقترنة بأساليب المستوى 2 و 3.

المعادلة 2-10

المستوى 1: الانبعاثات القائمة على إنتاج الزجاج

$$CO_2 \text{ Emissions} = M_g \cdot EF \cdot (1 - CR)$$

حيث:

انبعاثات CO₂ = انبعاثات CO₂ من إنتاج الزجاج بالطن

M_g = كتلة إنتاج الزجاج بالطن

EF = معامل الانبعاث الافتراضي لتصنيع الزجاج، أطنان CO₂/طن زجاج

CR = نسبة كسارة الزجاج للمعالجة (سواء المتوسط الوطني أو الافتراضي)، جزء

أسلوب المستوى 2

يعتبر المستوى 2 تنقيحاً للمستوى 1 فبدلاً من تجميع الإحصائيات الوطنية بشأن إجمالي إنتاج الزجاج يتم تقدير الانبعاثات بناء على مختلف عمليات تصنيع الزجاج التي تتم داخل البلد. وكما هو موضح فيما يلي، تستخدم مختلف عمليات تصنيع الزجاج (مثال، الزجاج المصقول، زجاج الحاويات، الزجاج الليفي،... الخ) أنواع مختلفة النسب من المواد الأولية. ومن جهة أخرى يستخدم أسلوب المستوى 2 معاملات انبعاث افتراضية لكل عملية من عمليات تصنيع الزجاج، إلا أنه يلزم تقدير الانبعاث انطلاقاً من حقيقة إنه قد يتم توفير جزء من الزجاج المعاد تدويره (كسارة الزجاج) إلى الفرن (المعادلة 2-11).

المعادلة 2-11

المستوى 2: الانبعاثات القائمة على عملية تصنيع الزجاج

$$CO_2 \text{ Emissions} = \sum_i [M_{g,i} \cdot EF_i \cdot (1 - CR_i)]$$

حيث:

انبعاثات CO₂ = انبعاثات CO₂ من إنتاج الزجاج بالطن
 M_i = كتلة الزجاج المنصهر من النوع i (مثال، الزجاج المصقول، زجاج الحاويات، الزجاج الليفي،... الخ)، بالطن
 EF_i = معامل الانبعاث لتصنيع الزجاج من النوع i ، أطنان CO₂/طن من الزجاج المنصهر
 CR_i = نسبة كسارة الزجاج في تصنيع الزجاج من النوع i ، جزء

أسلوب المستوى 3

تستند منهجية المستوى 3 على احتساب محتوى الكربونات إلى فرن صهر الزجاج (المعادلة 2-12).

المعادلة 2-12

المستوى 3: تقدير الانبعاثات اعتماداً على مدخلات الكربونات

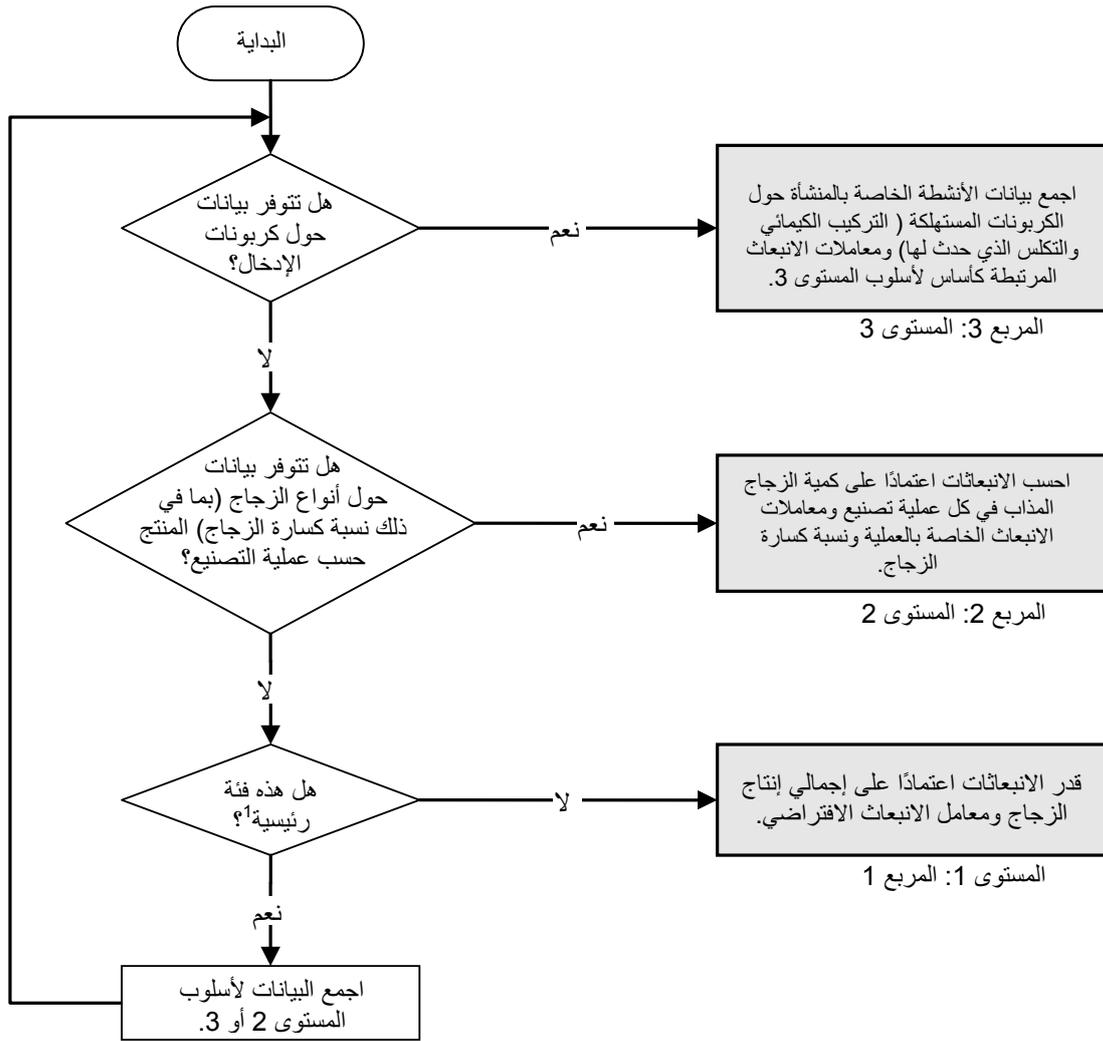
$$CO_2 \text{ Emissions} = \sum_i (M_i \cdot EF_i \cdot F_i)$$

حيث:

انبعاثات CO₂ = انبعاثات CO₂ من إنتاج الزجاج بالطن
 EF_i = معامل الانبعاث للكربونات المحدد i ، أطنان CO₂/طن كربونات (انظر الجدول 2-1)
 M_i = وزن أو كتلة الكربونات i المستهلكة (المخرجة) بالطن
 F_i = التفحم الجزئي الذي حدث بالنسبة للكربونات i ، جزء
 حيث أن التفحم الجزئي المحقق لنوع الكربونات المحدد غير معروف، فيمكن افتراض أن التفحم الجزئي يساوي 1.00.

شجرة قرارات تقدير انبعاثات CO₂ الصادرة عن إنتاج الزجاج

الشكل 2-3



ملاحظة:

1. انظر المجلد 1، الفصل 4، اختيار المنهجيات وتعريف الفئات الرئيسية (مع ملاحظة القسم 4-1-2 حول المصادر المحدودة)، للاطلاع على مناقشة الفئات الرئيسية واستخدام شجرة القرارات.

اختيار معاملات الانبعاث

2-1-4-2

أسلوب المستوى 1

يستخدم المستوى 1 معامل انبعاث افتراضي، يستند إلى خليط المواد الأولية 'النموذجي'، لتقدير البيانات الوطنية لإنتاج الزجاج. قد تتكون دفعة 'نموذجية' من جير الصودا من الرمال (بنسبة 56.2% من الوزن) وفلسبار (بنسبة 5.3%) ودولوميت (بنسبة 9.8%) وحجر جير (بنسبة 8.6%) ورماد الصودا (بنسبة 20.0%) وبناء على هذا التركيب ينتج الطن المترى الواحد من المواد الأولية ما يقارب 0.84 طن من الزجاج حيث تفقد ما يصل إلى 16.7% من وزنها كمواد متطايرة، والتي تكون في هذه الحالة عبارة عن CO₂ حصراً.

المعادلة 2-13

معامل الانبعاث الافتراضي لإنتاج الزجاج ضمن إطار المستوى 1

$$EF = 0.167 / 0.84 = 0.20 \text{ tonnes CO}_2 / \text{tonne glass}$$

أسلوب المستوى 2

يستند المستوى 2 على تطبيق معاملات انبعاث افتراضية ونسب كسارة الزجاج بالنسبة لأنواع الزجاج المختلفة المنتجة في البلد (الجدول 2-6). عند توافر البيانات الخاصة بالبلد أو بالمصانع، يوصى باستخدام البلدان لهذه البيانات لاستكمال أو استبدال القيم

ويعتبر من الممارسة السليمة استخدام القيم المتوسطة للنطاقات المتوفرة إلا إذا كانت هناك قيمة أخرى ضمن نفس النطاق تعد أكثر تمثيلاً للظروف الخاصة بالبلد.

الجدول 6-2 معاملات الانبعاث الافتراضي ونسبة كسارة الزجاج بالنسبة لأنواع الزجاج المختلفة		
نوع الزجاج	معامل انبعاث CO ₂ (كجم CO ₂ /كجم زجاج)	نسبة كسارة الزجاج (النطاق النموذجي)
المصقول	0.21	10% - 25%
زجاج الحاويات (صواني)	0.21	30% - 60%
زجاج الحاويات (الكهرماني/الأخضر)	0.21	30% - 80%
الزجاج الليفي (الزجاج الكهربائي)	0.19	0% - 15%
الزجاج الليفي (زجاج عازل)	0.25	10% - 50%
زجاج مخصوص (شاشات التلفزيون)	0.18	20% - 75%
زجاج مخصوص (قمع التلفزيون)	0.13	20% - 70%
زجاج مخصوص (أدوات المائدة)	0.10	20% - 60%
زجاج مخصوص (المعامل/الصيدليات)	0.03	30% - 75%
زجاج مخصوص (الإضاءة)	0.20	40% - 70%

المصدر: اتصال مع فيكتور اوم (2004)

أسلوب المستوى 3

تعتمد معاملات الانبعاث في المستوى 3 على حجم الكربونات الفعلي المستهلك داخل أفران الصهر (انظر الجدول 2-1 للاطلاع على معدلات التكافؤ المرتبطة)، وهو يتطلب الاحتساب الشامل للكربونات (الأنواع والمصادر).

3-1-4-2 اختيار بيانات الأنشطة

أسلوب المستوى 1

تشتمل بيانات الأنشطة ضمن إطار المستوى 1 الإحصائيات الوطنية المعنية بإنتاج الزجاج بالوزن وكذلك على تصحيح لكمية كسارة الزجاج المستخدمة في تصنيع الزجاج. يفترض المستوى 1 نسبة افتراضية لكسارة الزجاج تصل إلى 50%، وبناء عليه يمكن ضرب قيمة البيانات الوطنية الخاصة بكتلة الزجاج المنتج في $0.20 \cdot (1 - 0.50) = 0.10$ طن CO₂/طن زجاج، وذلك بهدف تقدير الانبعاثات الوطنية وفي حالة توافر المعلومات الخاصة بالبلد حول نسبة كسارة الزجاج السنوية الفعلية، فينصح بقيام البلدان بتعديل معامل الانبعاث بناء على هذه المعلومات [أي، $EF = 0.20 \cdot (1 - \text{نسبة كسارة الزجاج الخاصة بالبلد})$].

أسلوب المستوى 2

يتطلب أسلوب المستوى 2، كحد أدنى تجميع بيانات على المستوى الوطني بشأن كمية الزجاج المنصهر خلال عمليات التصنيع، وعادة ما يتم توفير بيانات الزجاج في وحدات مختلفة (مثال، أطنان من الزجاج، عدد الزجاجات، أمتار مربعة من الزجاج، ... الخ) والتي يجب تحويلها جميعاً إلى عدد من الأطنان، كما ينبغي تجميع البيانات إن أمكن على مستوى المصانع وتجميعها لتكوين المستوى الوطني. وعلى الرغم من أن أسلوب المستوى 2 يقدم معاملات افتراضية لنسب كسارة الزجاج، إلا أنه إذا توافرت البيانات الخاصة بالبلد أو الخاصة بالمصانع فينصح بتجميع البيانات لتلك البلدان.

أسلوب المستوى 3

بالنسبة لأسلوب المستوى 3، ينبغي جمع البيانات بشأن الأنواع المختلفة من الكربونات المستهلكة لإنتاج الزجاج.

4-1-4-2 الاستيفاء

يتعين على القائمين بجمع بيانات الحصر مراعاة عدداً من الأمور المتعلقة بالاستيفاء عند تجميع تقديرات الانبعاثات لإنتاج الزجاج، ففي بادئ الأمر يتم إنتاج الزجاج من مجموعة مختلفة من كربونات المواد الأولية، وعند تقدير الانبعاثات استناداً إلى مدخلات الكربونات (المستوى 3)، فمن الهام التأكد من تضمين كافة أنواع ومصادر الكربونات ضمن تقديرات الانبعاثات.

هذا ويعتبر رماد الصودا مدخلاً هاماً في تصنيع الزجاج لدى العديد من البلدان. وينصح القائمين بجمع بيانات الحصر بالتأكد من عدم ازدواج احتساب الانبعاثات الصادرة من رماد الصودا المستخدم في تصنيع الزجاج (والتي يجب الإبلاغ عنها تحت فئة 2A3، إنتاج الزجاج) والانبعاثات الأخرى الصادرة من 'الاستخدامات الأخرى لرماد الصودا'، والتي يجب الإبلاغ عنها على نحو منفصل، بيد إنه يلزم مراعاة احتمال وجود صناعات أخرى أصغر حجماً (مثال، الزجاج الفني والزجاج المخصص) التي لا يتم تسجيلها ضمن الإحصائيات الوطنية، وبناء عليه يجب بذل جهد أكبر لضمان استيفاء تغطية هذه الصناعة على الوجه الأكمل.

5-1-4-2 إعدادات متسلسلة زمنية متسقة

يعتبر الزجاج مصدراً يصعب الحصول على بيانات النشاط الخاصة به، وكما سبق وذكرنا، يتم قياس الزجاج في وحدات مختلفة، وحتى يتسنى وضع متسلسلة زمنية متسقة، يلزم استخدام نفس مصادر البيانات لجميع السنوات المضمنة في قوائم الحصر. للحصول على مزيد من المعلومات حول ضمان اتساق المتسلسلة الزمنية، ارجع إلى المجلد 1.

2-4-2 تقدير أوجه عدم التيقن

1-2-4-2 أوجه عدم التيقن المقترنة بمعامل الانبعاث

كما هو الحال مع الأسمنت والجير، نظراً لتقدير انبعاثات تصنيع الزجاج استناداً إلى مدخلات الكربونات (المستوى 3)، فإن أوجه عدم التيقن المقترنة بمعامل الانبعاث (من 1% إلى 3%) تعتبر منخفضة نسبياً نظراً لاعتماد معامل الانبعاث على معدل التكافؤ، وقد يكون هناك كذلك بعض أوجه عدم التيقن المقترنة بافتراض حدوث تفحم بنسبة 100% لمدخلات الكربونات (1%).

وحيث إنه يتم تقدير الانبعاثات بناء على كمية الزجاج المنصهر خلال كل عملية صناعية على معاملات انبعاث افتراضية، فإن أوجه عدم التيقن المقترنة بالمستوى 2 تعتبر أعلى من مثيلاتها في المستوى 3، ويمكن توقع أن تصل نسبة أوجه عدم التيقن المقترنة بمعاملات الانبعاث إلى +/- 10% وكما هو موضح في الجدول 2-6، يتفاوت النطاق النموذجي لنسبة كسارة الزجاج ما بين أنواع الزجاج المختلفة، ومن منطلق السعي لتحليل أوجه عدم التيقن يمكن افتراض أن 'النطاق النموذجي' يعكس فترة الثقة البالغة 95%.

وتعد أوجه عدم التيقن المرتبطة باستخدام معامل انبعاث المستوى 1 ونسبة كسارة الزجاج أعلى بدرجة كبيرة حيث قد تصل إلى +/- 60%.

2-2-4-2 أوجه عدم التيقن المقترنة ببيانات الأنشطة

كما هو الحال مع إنتاج الأسمنت والجير، فإن أوجه عدم التيقن المقترنة بوزن أو تحديد نسب المواد الأولية ضمن إطار مقرب المستوى 3 تتراوح ما بين 1% و3% تقريباً. ومع احتمال جلب بعض الكربونات المحتوية على مواد أولية إلى المصنع وفقدتها كخبث (أي، لا تتفحم على الإطلاق) فإن هذه الكمية يتم تجاهلها.

هذا ويتم قياس بيانات إنتاج الزجاج على نحو دقيق تماماً (+/- 5%) بالنسبة للمستوى 1 و2. وكما ذكر فيما سبق يتعين على القائمين بجمع بيانات الحصر التزام الحرص عند توافر بيانات النشاط مجملة في الأصل، ولكن كوحدة (مثال، زجاجات) أو كمساحة (مثال، بالمتر المربع)، فإذا كانت هناك حاجة إلى تحويل بيانات النشاط إلى كتلة فقد يؤدي هذا إلى زيادة نسبة أوجه عدم التيقن.

3-4-2 ضمان الجودة / مراقبة الجودة (QA/QC) والإبلاغ والتوثيق

1-3-4-2 ضمان الجودة / مراقبة الجودة (QA/QC)

إذا تم تقدير الانبعاثات باستخدام مقرب المستوى 3، فيمكن مقارنة تلك النتائج بالنتائج الناجمة عن استخدام مقرب المستوى 2 للتحقق مما إذا كان لهما نفس ترتيب الأحجام وبالمثل، إذا تم تقدير الانبعاثات من خلال بيانات مرتبة من أعلى إلى أسفل باستخدام أسلوب المستوى 2، فيمكن مقارنة هذه النتائج بمقرب المستوى 3 الأكثر دقة بالنسبة لعدد صغير من المصانع للتحقق مما إذا كانت القيم الافتراضية للمستوى 2 المستخدمة تعكس الظروف الوطنية. يعتمد أسلوب المستوى 2 على تقدير الانبعاثات بناء على الأنواع المختلفة من الزجاج المنتج. ويمكن مقارنة هذه التقديرات بنتائج مراجعة مختلف موردي المواد الأولية إلى صناعة الزجاج فعلى سبيل المثال، يمكن مقارنة التقديرات الوطنية بتقديرات كمية الحجر الجيري ورماد الصودا والكربونات الأخرى التي يتم بيعها إلى صناعة الزجاج، يمكن تجميع البيانات التجارية هذه من كل مورّد على حدة أو من الجمعيات التجارية.

ومن بين أكبر مصادر أوجه عدم التيقن المرتبطة بتقدير الانبعاثات (ضمن إطار المستويين 1 و 2) الناجمة عن صناعة الزجاج هي نسبة كسارة الزجاج، حيث يمكن أن تتفاوت كمية الزجاج المعاد تدويره المستخدمة ما بين المصانع داخل البلد الواحد وكذلك داخل نفس المصنع من وقت لآخر. هذا وتحتاج نسبة كسارة الزجاج إلى مزيد من البحث والتدقيق الأكثر عمقاً.

2-3-4-2 الإبلاغ والتوثيق

المستوى 1

بالنسبة للمستوى 1، ينبغي توثيق البيانات والإبلاغ عنها للدلالة على إجمالي كمية الزجاج المنتج ومعامل الانبعاث المستخدم لتقدير الانبعاثات (متضمنة ما إذا كان تم استخدام نسبة كسارة زجاج افتراضية أو خاصة ببلد محدد). كما ينبغي توثيق إجراءات جمع بيانات النشاط (أي، تم تجميعها على مستوى المصنع أم على مستوى الانبعاثات الوطنية) وكذلك توثيق جميع العمليات الحسابية المستخدمة لتحويل إنتاج الزجاج إلى وحدة عامة (مثال، الكيلو جرام).

المستوى 2

ينبغي أن يتضمن توثيق المستوى 2 كمية الزجاج الذي تم صهره ضمن إطار كل عملية صناعية محددة في الجدول 2-6، متضمنة أي عمليات حسابية لازمة لتحويل أنواع الزجاج المختلفة إلى نفس الوحدات (مثال، تحويل الزجاجات إلى كيلو جرام). علاوة على ما سبق، ينبغي الإبلاغ عن معاملات الانبعاث حسب نوع الزجاج، مع الإشارة إلى ما إذا كان تم استخدام قيم افتراضية، وما إذا كان تم تجميع البيانات على مستوى المصنع أم على المستوى الوطني. كما أنه من المفيد كذلك الإبلاغ عما إذا كانت كسارة الزجاج قد تم إنتاجها داخل المصنع أم إنها كسارة زجاج ما بعد الاستهلاك (أي، كسارة زجاج مشتراة). وترجع أهمية هذه المعلومات إلى ضرورتها لتحديد أو التحقق من أنشطة تخفيف الانبعاثات القائمة على إعادة التدوير.

المستوى 3

يجب أن يشمل الإحصاء على ملخصات بالأساليب المستخدمة ومراجع إلى بيانات المصدر، مما يوفر شفافية تقديرات الانبعاثات ويتيح إمكانية إعادة تطبيق الخطوات المتبعة لاحتسابها، وعند تطبيق أسلوب المستوى 3، ينبغي على القائمين بجمع بيانات الحصر توثيق أنواع الكربونات المستهلكة وتحديد كيفية تأكدهم من احتساب جميع مدخلات الكربونات (انظر شرح المستوى 3 في القسم 2-2-2).

5-2 استخدامات أخرى للكربونات في العمليات الصناعية

1-5-2 موضوعات منهجية

يعتبر كل من الحجر الجيري ($CaCO_3$) والدولوميت ($CaMg.(CO_3)_2$) والكربونات الأخرى (مثال، $MgCO_3$ ، $FeCO_3$) مواد أولية أساسية لها استخداماتها التجارية في عدد من الصناعات، وعلاوة على تلك الصناعات التي سبق وتم تناولها كل منها على حدة (إنتاج الأسمنت وإنتاج الجير وإنتاج الزجاج)، تستهلك الكربونات كذلك في الصناعات التعدينية (مثال، الحديد والفولاذ)، الزراعة، التشييد، مكافحة التلوث البيئي (مثال، نزع الكبريت من غاز المداخن بالهيدروجين) وكما تم التنويه إليه في مطلع هذا الفصل، يصدر عن قفح الكربونات في درجة حرارة مرتفعة انبعاث CO_2 (الجدول 2-1)، وهذا وينبغي ملاحظة أن بعض استخدامات الكربونات، مثل استخدام الحجر الجيري كعنصر مكمل لا ينتج عنها انبعاث CO_2 ، ومن ثم ليس هناك داع لتضمينها في القائمة الوطنية لحصر الانبعاثات البشرية المصدر (انظر الجدول 2-7)

يستعرض النقاش التالي المنهجيات العامة المستخدمة لتقدير انبعاثات CO_2 الصادرة عن استخدام الكربونات ضمن إطار صناعة المعادن، كما يمكن تطبيق هذه المنهجيات كذلك في جميع مواضع استخدام الكربونات كتدفقات أو عوامل إزالة الخبث ضمن فئات مصادر أخرى. هذا وينصح القائمين على جمع بيانات الحصر بصفة خاصة على تناول أربع فئات للمصادر: (1) صناعات السيراميك (2) الاستخدامات الأخرى لرماد الصودا (3) إنتاج الماغنيسيا غير التعديني (4) الاستخدامات الأخرى للكربونات

وإنه لمن الممارسة السليمة الإبلاغ عن الانبعاثات الصادرة عن استهلاك الكربونات ضمن فئة المصدر التي تم استهلاك الكربونات فيها وانبعثت منها CO_2 ، وبناء عليه حيثما يتم استخدام الحجر الجيري لتكليس الأراضي ينبغي الإبلاغ عن الانبعاثات المقترنة بهذا النشاط ضمن فئة المصدر المرتبطة، وهي قطاع الزراعة والحراثة واستخدامات الأرض الأخرى (AFOLU)، وحيثما يتم استخدام الكربونات كعوامل تدفق أو مذيلة للخبث (كما في الحديد والفولاذ أو الصناعات الكيميائية أو لمكافحة التلوث البيئي... الخ)، ينبغي الإبلاغ عن الانبعاثات تحت فئات المصدر المرتبطة حيث تم استهلاك الكربونات. وكما أوضحنا في القسم 2-3-1 أعلاه، يجب الإبلاغ عن مجمل إنتاج الجير المتداول تجارياً وغير المتداول تحت فئة إنتاج الجير. هذا وينبغي الإبلاغ عن فئات المصدر الخاصة التالي تناولها (صناعات السيراميك والاستخدامات الأخرى لرماد الصودا وإنتاج الماغنيسيا غير التعديني) ضمن فئة المعادن، بينما يجب أن تشمل فئة المصدر الأخرى على تقديرات الانبعاثات التي لا تتناسب مع أي من الفئات الرئيسية الواردة في الجدول 2-7 أدناه.

تتضمن صناعات السيراميك إنتاج القرميد وأحجار القرميد المستخدمة للأسطح وأنابيب الصلصال المحولة إلى زجاج، المنتجات المقاومة للصح، منتجات الصلصال الممدد، أحجار القرميد المستخدمة للجدران والأرضيات، الموائد والمنتجات الخزفية (منتجات السيراميك المنزلية)، الأدوات الصحية، السيراميك التقني، المواد الكاشطة المجمع غير العضوية. هذا وتنتج الانبعاثات المرتبطة بالعمليات الصناعية للسيراميك عن قفح الكربونات في الصلصال علاوة على إضافة المواد الإضافية. وعلى نحو مشابه لعمليات إنتاج الأسمنت والجير، يتم تسخين الكربونات إلى درجة حرارة مرتفعة داخل قمين، مما ينتج عنه انبعاث أكسيدات و CO_2 ، ويتم تصنيع

تصدر انبعاثات CO₂ نتيجة عن تحم المواد الأولية (وخاصة الصلصال والطفل والحجر الجيري والدولوميت ووذريت) واستخدام الحجر الجيري كعامل صهر.

استخدامات أخرى لرماد الصودا

يستخدم رماد الصودا في العديد من التطبيقات المختلفة بما في ذلك صناعة الزجاج والصابون والمنظفات ونزع الكبريت من غاز المداخن بالهيدروجين والمواد الكيميائية والورق وغيرها من المواد الاستهلاكية، ويصدر عن إنتاج رماد الصودا واستهلاكه (متضمناً كربونات الصوديوم، Na₂CO₃) انبعاثات CO₂. ويتم الإبلاغ عن الانبعاثات الصادرة عن إنتاج رماد الصودا تحت قطاع الصناعات الكيميائية، بينما يتم الإبلاغ عن الانبعاثات الصادرة عن استهلاك رماد الصودا ضمن قطاعات الاستخدام النهائي التي تم استهلاكها فيها، ولقد تم بالفعل احتساب الانبعاثات الصادرة عن استخدام رماد الصودا في صناعة الزجاج فيما سبق وبالمثل، حيثما يتم استخدام رماد الصودا ضمن فئات مصدر أخرى مثل الصناعات الكيميائية ينبغي الإبلاغ عن تلك الانبعاثات ضمن فئة المصدر تلك.

إنتاج أكسيد المغنيسيوم غير التعديني

وينبغي أن تتضمن فئة المصدر هذه الانبعاثات الصادرة عن إنتاج أكسيد المغنيسيوم غير المضمنة في موضع آخر، على سبيل المثال، حيثما يتم إنتاج أكسيد المغنيسيوم للاستخدام كسماد، فإنه من الممارسة السليمة الإبلاغ عن الانبعاثات المقترنة بهذا النشاط تحت القسم الملانم في الفصل 3، انبعاثات الصناعات التعدينية.

ويعتبر الماغنيسيت من المدخلات الرئيسية في إنتاج أكسيد المغنيسيوم وكذلك في إنتاج أكسيد المغنيسيوم المنصهر. وهناك ثلاث فئات رئيسية من منتجات أكسيد المغنيسيوم: أكسيد المغنيسيوم المتفحم وأكسيد المغنيسيوم المحترق (بيركلاز) وأكسيد المغنيسيوم المنصهر. يستخدم أكسيد المغنيسيوم المتفحم في العديد من التطبيقات الزراعية والصناعية (مثال، مكمل غذائي للماشية، الأسمدة، العوازل الكهربائية، نزع الكبريت من غاز المداخن بالهيدروجين)، بينما يستخدم أكسيد المغنيسيوم المحترق بصفة أساسية في التطبيقات المقاومة للحرارة، ويستخدم أكسيد المغنيسيوم المنصهر في أسواق المواد المقاومة للحرارة والعوازل الكهربائية.

ويتم إنتاج أكسيد المغنيسيوم من خلال تحميد MgCO₃ مما ينتج عنه انبعاثات CO₂ (الجدول 2-1)، ويصدر ما بين 96-98% من CO₂ من خلال إنتاج أكسيد المغنيسيوم المتفحم، مع انبعاثات 100% من CO₂ أثناء عمليات التسخين الإضافية لإنتاج أكسيد المغنيسيوم المحترق، كما يصدر عن أكسيد المغنيسيوم المنصهر كذلك 100% من CO₂.

أخرى

قد تصدر الانبعاثات من خلال عدد من فئات المصدر الأخرى غير الواردة أعلاه، ومن ثم عند تخصيص الانبعاثات إلى فئات المصدر ينبغي على القائمين بجمع بيانات الحصر الحرص على عدم ازدواج احتساب الانبعاثات التي تم تسجيلها فعلياً تحت فئات المصدر الأخرى.

1-1-5-2 اختيار أسلوب التقدير

هناك منهجان رئيسيان لتقدير الانبعاثات الصادرة عن استخدام الكربونات لفئات المصدر هذه. ويفترض أسلوب المستوى 1 أنه يتم استخدام الحجر الجيري والدولوميت فقط كمدخلات كربونات في الصناعة، وهو يتيح استخدام جزء افتراضي من الحجر الجيري في مقابل الدولوميت المستهلك. ويتشابه المستوى 2 مع المستوى 1 فيما عدا ضرورة تحديد المعلومات الخاصة بالبلد بشأن جزء الحجر الجيري في مقابل الدولوميت المستهلك، بينما يعتمد أسلوب المستوى 3 على تحليل جميع استخدامات الكربونات المصدرة للانبعاثات.

هذا ويمكن استخدام المستوى 3 لبعض فئات المصدر الفرعية، بينما يمكن استخدام أساليب المستوى 1 أو 2 للفئات الأخرى التي لا يتوافر عنها سوى قدر محدود من البيانات، ويتفق مثل هذا المقترح المتنوع مع الممارسة السليمة. ويعتمد اختيار الأسلوب الأنسب على الظروف الوطنية السائدة.

أسلوب المستوى 1

يعتمد أسلوب المستوى 1 على المعادلة 2-14.

المعادلة 2-14

المستوى 1: تقدير الانبعاثات اعتماداً على كتلة الكربونات المستهلكة

$$CO_2 \text{ Emissions} = M_c \cdot (0.85 EF_{ls} + 0.15 EF_d)$$

حيث:

انبعاثات CO₂ = انبعاثات CO₂ الصادرة عن استخدامات أخرى للكربونات في العمليات الصناعية بالطن

M_c = كتلة الكربونات المستهلكة، بالطن

EF_{1s} أو EF_d = معامل انبعاث تفحم الحجر الجيري أو الدولوميت، أطنان CO₂/طن كربونات (انظر الجدول 1-2)

يقترح أن يقوم القائمون بجمع بيانات الحصر بالتأكد من أن بيانات الكربونات تعكس الكربونات الصافية وليس صخر الكربونات، أما في حالة توافر فقط بيانات صخر الكربونات فيمكن افتراض درجة نقاء بنسبة 95%، وبالنسبة للصلصال في حالة عدم توافر معلومات أخرى يمكن افتراض قيمة افتراضية لمحتوى الكربونات بنسبة 10%⁴.

يعتبر رماد الصودا بصفة أساسية كربونات الصوديوم وليس حجر جيري أو دولوميت، ومن ثم، لا يتطلب المستوى 1 بالنسبة لرماد الصودا استخدام الجزء الافتراضي البالغ 85% / 15%، حيث يتم تقدير الانبعاثات بواسطة ضرب كمية رماد الصودا المستهلكة على المستوى الوطني في معامل الانبعاث الافتراضي لكربونات الصوديوم (انظر الجدول 1-2).

أسلوب المستوى 2

تحت إطار المستوى 2، يتم تقدير كمية CO₂ المنبعثة من جراء استخدام الحجر الجيري والدولوميت من خلال دراسة الاستهلاك وتكافؤ العمليات الكيميائية. ويستخدم المستوى 2 معادلة مماثلة لتلك المستخدمة في المستوى 1، بيد أن المستوى 2 يتطلب توافر البيانات الوطنية بشأن كمية الحجر الجيري والدولوميت المستهلك داخل البلد (المعادلة 2-15)، كما أنه ليس من الممارسة السليمة استخدام قيمة افتراضية للتخصيص بين هذين النوعين الرئيسيين من الكربونات.

المعادلة 15-2

المستوى 2: الأسلوب الخاص بالاستخدامات الأخرى للكربونات في العمليات الصناعية

$$CO_2 \text{ Emissions} = (M_{1s} \cdot EF_{1s}) + (M_d \cdot EF_d)$$

حيث:

انبعاثات CO₂ = انبعاثات CO₂ الصادرة عن استخدامات أخرى للكربونات في العمليات الصناعية بالطن

M_{1s} أو M_d = كتلة الحجر الجيري أو الدولوميت على التوالي (الاستهلاك) بالطن (ارجع إلى المعادلة 2-14 أعلاه الخاصة بالنقاء)

EF_{1s} أو EF_d = معامل انبعاث تفحم الحجر الجيري أو الدولوميت بالتوالي، أطنان CO₂/طن كربونات (انظر الجدول 1-2)

أسلوب المستوى 3

تتشابه منهجية المستوى 3 مع المقترح الموضح للأسمنت أعلاه، إلا أنه لا توجد حاجة لتصحيح قيمة الغبار أو مدخلات المواد الأولية الأخرى (المعادلة 2-16)، وكما سبق وذكر أعلاه حيثما استخدم هذا المقترح ينبغي تضمين مجمل مدخلات الكربونات في التحليل.

المعادلة 16-2

المستوى 3: مقترح مدخلات الكربونات للاستخدامات الأخرى للعمليات الصناعية

$$CO_2 \text{ Emissions} = \sum_i (M_i \cdot EF_i \cdot F_i)$$

حيث:

انبعاثات CO₂ = انبعاثات CO₂ الصادرة عن الاستخدامات الأخرى للكربونات في العمليات الصناعية بالطن

M_i = كتلة الكربونات i المستهلك (ارجع إلى المعادلة 2-14 أعلاه الخاصة بالنقاء.)

EF_i = معامل الانبعاث للكربونات i ، أطنان CO₂/طن كربونات (انظر الجدول 1-2)

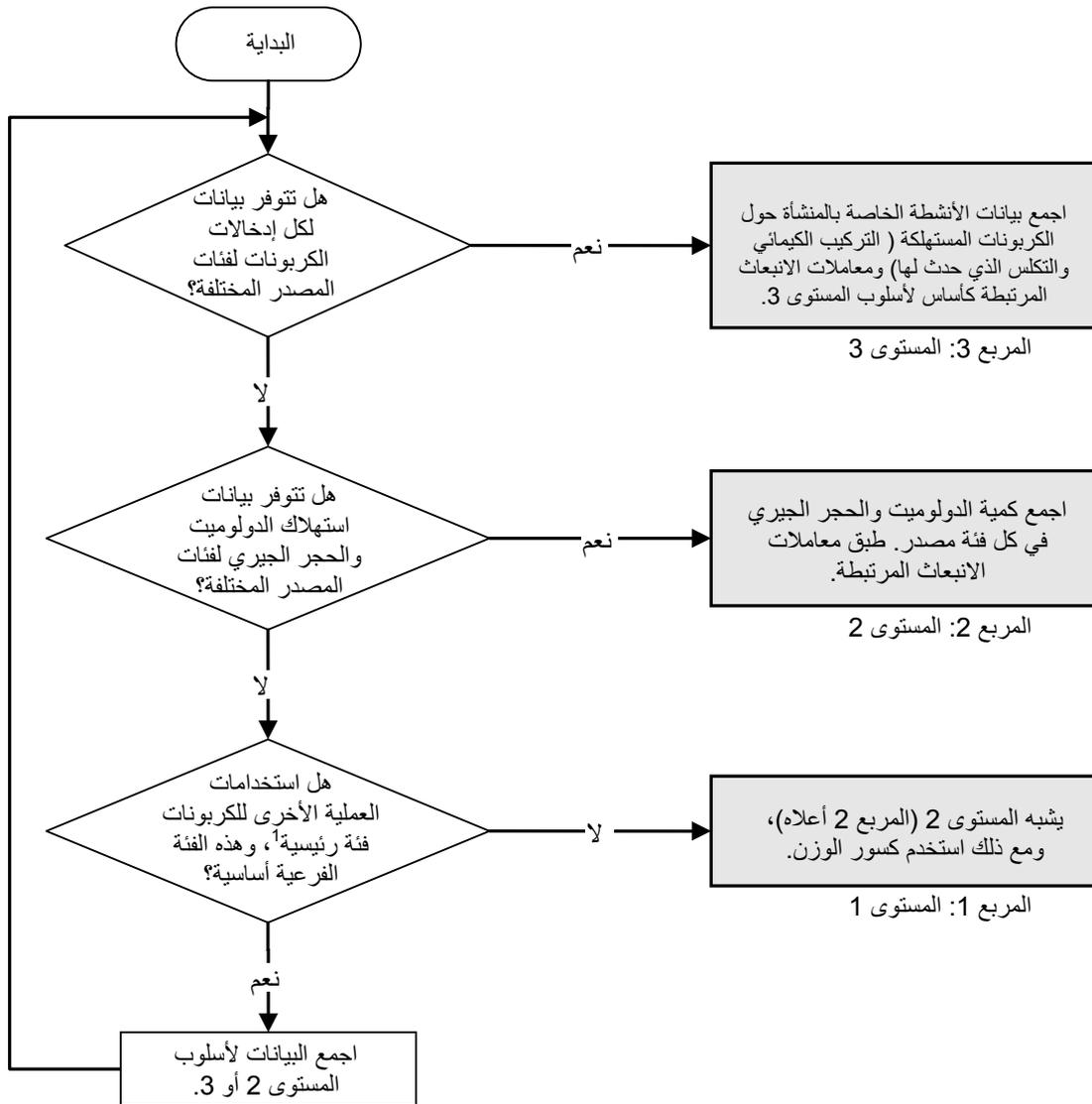
F_i = التفحم الجزئي الذي حدث بالنسبة للكربونات i ، جزء حيث أن التفحم الجزئي المحقق لنوع الكربونات المحدد غير معروف، فيمكن افتراض أن التفحم الجزئي يساوي 1.00.

i = أحد استخدامات الكربونات

⁴ تبلغ BREF-EU (2005) عن أن نطاق محتوى الكربونات للصلصال المستخدم في صناعة السيراميك يتراوح من 0 إلى ما يزيد عن 30%.

شجرة قرارات تقدير انبعاثات CO₂ الصادرة عن استخدامات أخرى للكربونات في العمليات الصناعية

الشكل 4-2



ملاحظة:

1. انظر المجلد 1، الفصل 4، اختيار المنهجيات وتعريف الفئات الرئيسية (مع ملاحظة القسم 4-2-1 حول المصادر المحدودة)، للاطلاع على مناقشة الفئات الرئيسية واستخدام شجر القرارات.

2-1-5-2 اختيار معاملات الانبعاث

المستوى 1 والمستوى 2

يقوم معامل الانبعاث في منهجيات المستوى 1 و 2 على كتلة CO₂ المنبعثة لكل كتلة مستهلكة من الكربونات (انظر الجدول 1-2) ويكمن الفارق بين المستوى 1 و 2 في بيانات النشاط.

المستوى 3

يمثل معامل الانبعاث ضمن إطار المستوى 3 المتوسط المقدر لمعاملات الانبعاث لكل نوع من أنواع الكربونات (انظر الجدول 1-2)، ويتطلب مقرب المستوى 3 الاحتساب الشامل للكربونات (الأنواع والمصادر).

3-1-5-2 اختيار بيانات الأنشطة

المستوى 1

ضمن إطار أسلوب المستوى 1، ينبغي على القائم بجمع بيانات الحصر تجميع بيانات النشاط المعنية بمجملة استهلاك الكربونات ضمن نطاق الاستخدامات المصدرة للانبعاثات (انظر الجدول 2-7 للاطلاع على استخدامات الكربونات المصدرة للانبعاثات). وفي حال

المستوى 2

يعد من الممارسة السليمة تجميع بيانات النشاط لتوضيح إجمالي كمية الكربونات المستهلكة في كل قطاع استخدام نهائي. في حال عدم توافر البيانات المخصصة لتحديد أنواع الكربونات المختلفة المستهلكة في قطاعات الاستخدام النهائي هذه، يعد من الممارسة السليمة تجميع بيانات النشاط على المستوى المحلي لكل الحجر الجيري والدولوميت المستهلك. وعلى نحو مماثل لأسلوب المستوى 1، حيث إن جزء التفحم الذي تحقق يعد غير معروف، فإنه من الممارسة السليمة بالنسبة للقائم بجمع بيانات الحصر افتراض تحقق تفحم بنسبة 100%. كما ينبغي على القائمين بجمع بيانات الحصر عدم افتراض أن مجمل الحجر الجيري والدولوميت المستهلك داخل البلد نتج عنه انبعاث CO_2 ، فعلى سبيل المثال، كثيراً ما يتم استخدام الحجر الجيري والدولوميت كعناصر تكميلية في العديد من العمليات، ولا ينتج عن مثل هذا الاستخدام للأحجار المسحوقة أي انبعاثات (الجدول 2-7)

المستوى 3

إن الأسلوب الأكثر دقة هو تجميع بيانات النشاط حول استهلاك الكربونات من خلال الاستخدام النهائي، ويعد من الممارسة السليمة تجميع البيانات على مستوى المصنع حول الكربونات المستهلكة لفئة المصدر هذه وجزء تفحم الكربونات الذي تحقق، ومن المفترض أن استهلاك الكربونات يساوي المواد الأولية المخرجة (أو المرفوعة) علاوة على المواد الأولية المستوردة مطروح منها المواد الواردة. وحيث أن جزء التفحم الذي تحقق يعد غير معروفاً، فإنه يتفق مع الممارسة السليمة بالنسبة للقائم بجمع بيانات الحصر افتراض تحقق تفحم بنسبة 100%، وبالنسبة لاستخدام الصلصال في صناعة السيراميك، ينبغي على القائم بجمع بيانات الحصر تجميع بيانات استهلاك الصلصال في جميع منتجات السيراميك المرتبطة.

4-1-5-2 الاستيفاء

يعد الاستيفاء تحدي من نوع خاص بالنسبة للصناعات المستهلكة (التي ينتج عنها تفحم) للكربونات، وذلك لوجود كل من احتمالي المبالغة في التقدير والتقدير على نحو أقل من الواقع. وكما ذكر سابقاً عبر هذا الفصل، عند اتباع أسلوب يعتمد على مدخلات الكربونات، يحتمل تقدير إجمالي كمية الكربونات المستهلكة على نحو أقل من الواقع، وفي تلك الحالة، ينبغي استخدام أسلوب المستوى 3 على مستوى المصنع مع استخدامات أخرى للكربونات في العمليات الصناعية.

فضلاً عما سبق، هناك احتمال كذلك بازدواج الاحتمال ومن ثم يتعين على القائمين بجمع بيانات الحصر دراسة كيف تم إعداد الإحصائيات الوطنية المعنية باستخدامات الحجر الجيري والدولوميت والأنواع الأخرى من الكربونات، وعلى سبيل المثال، قد يحتوي أحد مصدر البيانات الخاصة بصناعة الحديد وال فولاذ على مجمل كمية الحجر الجيري المستهلك كمادة مصهرة، وخاصة إلى الدرجة التي تكون فيها الانبعاثات جزءاً من غازات أفران الصهر أو أي غازات أخرى قابلة للاشتعال كانت مضمنة في انبعاثات احتراق الوقود من القطاع المرتبط. وعلى المستوى الوطني، يجب فحص إحصائيات الحجر الجيري بعناية لتحديد ما إذا كانت البيانات تحتوي كذلك على استهلاك الحجر الجيري ضمن إطار صناعة الحديد والفولاذ.

وعادة ما تشتمل الإحصائيات الوطنية بشأن استخدامات الحجر الجيري والدولوميت وأنواع الكربونات الأخرى على فئات مثل، 'استخدامات أخرى غير محددة'، وبناء عليه يجب على القائمين بجمع بيانات الحصر الانتباه إلى أن هذا الاستهلاك غير محتسب فعلياً ضمن مصادر أخرى.

هذا وتحدد الخطوط التوجيهية على نحو منفصل فئتان (استخدامات أخرى لرماد الصودا وإنتاج أكسيد المغنيسيوم غير التعديني) من المنتجات الوسيطة المستخدمة في عدة فئات من المصادر، فرماد الصودا، بصفة خاصة، يستخدم في مجموعة متنوعة من الصناعات، مثل إنتاج الزجاج والصابون والمنظفات. وينصح القائمين بجمع بيانات الحصر بمراجعة، وبغناية، الإحصائيات المعنية بفئات المصدر هذه للتأكد من عدم ازدواج الاحتمال، فعلى سبيل المثال، حيثما تم استخدام رماد الصودا في صناعة الزجاج ينبغي الإبلاغ عن تلك الانبعاثات تحت هذه الفئة. أما في حال استخدام رماد الصودا في صناعات أخرى يجب الإبلاغ عن الانبعاثات ضمن هذه الصناعات، وحيثما تم استخدام رماد الصودا في صناعة تعدينية أخرى أو في حالة عدم توافر البيانات الكافية لتحديد موضع استهلاكها ينبغي إذا الإبلاغ عن الانبعاثات تحت فئة 2A4b، استخدامات أخرى لرماد الصودا.

يلقي الجدول 2-7 الضوء على بعض الأسئلة التي قد تثار في ذهن القائمين على جمع بيانات الحصر للمساعدة على التأكد من تخصيص هذه الانبعاثات على النحو الصحيح، وإنه لم يتم المبالغة في تقديرها أو تقديرها على نحو أقل من الواقع.

الجدول 7-2 استخدامات الكربونات المصدرة وغير المصدرة للانبعاثات		
أين تم استهلاك الكربونات؟	هل المصدر مصدر للانبعاثات	إذا كانت الإجابة نعم، أين يجب الإبلاغ عن الانبعاثات؟
الاستخدامات الزراعية:		
الحجر الجيري الزراعي	نعم	الزراعة والحراثة واستخدامات الأرض الأخرى
جريش الطيور الداجنة والغذاء المعدني	لا	
استخدامات زراعية أخرى	لا	
استخدامات كيميائية وتعبئية		
تصنيع الأسمنت	نعم	العمليات الصناعية واستعمال المنتجات: 2A1
تصنيع الجير	نعم	العمليات الصناعية واستعمال المنتجات: 2A2
إحراق الدولوميت	نعم	العمليات الصناعية واستعمال المنتجات: 2A2
حجر الصهر	نعم	العمليات الصناعية واستعمال المنتجات: 2C
حجر كيميائي	نعم**	فئة المصدر التي تم استهلاكها فيه
تصنيع الزجاج	نعم	العمليات الصناعية واستعمال المنتجات: 2A3
إزالة أكسيد السلفات	نعم*	فئة المصدر التي تم استهلاكها فيه
الأسمدة	نعم**	العمليات الصناعية واستعمال المنتجات: 2B
السيراميك والصوف المعدني:		
السيراميك	نعم	العمليات الصناعية واستعمال المنتجات: صناعة
الأصواف المعدنية	نعم	العمليات الصناعية واستعمال المنتجات: صناعة
خاصة:		
تعفير المعادن الخام أو معالجة المياه الحمضية	نعم*	فئة المصدر حيث تم الاستهلاك
وحدات تعبئة الإسفلت أو تمديده	لا	
مسحوق الطباشير النقي أو بديله	لا	
وحدات التعبئة أو التمديد الأخرى	لا	
الإثشاء:		
الاستخدام كركام دقيق أو خشن	لا	

الجدول 7-2 (تابع) استخدامات الكربونات المصدرة وغير المصدرة للانبعاثات		
الإنتاج	هل المصدر مصدر للانبعاثات	إذا كانت الإجابة نعم، أين يجب الإبلاغ عن الانبعاثات؟
<i>استخدامات أخرى متنوعة:</i>		
حجر مصهر	لا	
معادلة الحمض	نعم	فئة المصدر حيث تم الاستهلاك
المواد الكيميائية	لا	
تصنيع الورق	لا	
المواد الكاشطة	لا	
تكرير السكر	نعم	العمليات الصناعية واستعمال المنتجات: يجب
أخرى	نعم*، لا	إذا كانت الإجابة نعم، العمليات الصناعية
* الانبعاثات الناجمة عن تفاعل تميض. ** قد تكون الانبعاثات ناجمة عن التخمير أو التميض.		

5-1-5-2 إعدادات متسلسلة زمنية متسقة

تتناول هذه الخطوط التوجيهية بصفة أساسية استهلاك الحجر الجيري والدولوميت واستخدام أنواع الكربونات الأخرى على نحو مختلف عن مستندات الخطوط التوجيهية السابقة للهيئة، فلقد اقترحت التوجيهات السابقة باستثناء ما يتعلق بحالة استهلاك الحجر الجيري والدولوميت في إنتاج الأسمدة وإنتاج الجير وتكليس الأراضي الزراعية أنه يجب الإبلاغ عن مجمل استهلاك الحجر الجيري والدولوميت تحت فئة المصدر استخدام الحجر الجيري والدولوميت.

ولقد جاء ضمن *الخطوط التوجيهية لعام 2006* أن الانبعاثات الصادرة عن استخدامات أخرى للكربونات في العمليات الصناعية يجب الإبلاغ عنها ضمن فئة المصدر التي تم استهلاكها بها، وبناء عليه، يتم الإبلاغ عن الانبعاثات ضمن القطاع الذي انبعتت منه. وقد يتطلب هذا التغيير إعادة إجراء العمليات الحسابية للتأكد من اتساق المتسلسلة الزمنية لفئة المصدر 'استخدامات أخرى للكربونات في العمليات الصناعية' ضمن إطار قطاع الصناعات التعدينية، وكذلك الحال في فئات المصدر الأخرى التي تم خلالها استهلاك الكربونات.

وهناك عدة طرق يمكن من خلالها للقائمين بجمع بيانات الحصر التأكد من اتساق المتسلسلة الزمنية وهي: يعد من الممارسة السليمة للقائم بجمع بيانات الحصر وضع العناصر التالية في اعتباره بما يتفق مع المجلد 1، الفصل 5.

- إذا توافرت البيانات لاستيفاء أسلوب المستوى 3 (أو المستوى 2) لجميع السنوات يلزم إتباع هذا الأسلوب.
- إذا توافرت البيانات لسنوات محددة فحسب يمكن تقدير السنوات المتداخلة بواسطة استيفاء أو استقراء خطوط الاتجاه
- في حال توافر البيانات الخاصة بالاستخدامات الأخرى للكربونات في العمليات الصناعية على مستوى مجمع للسنوات الأخيرة فحسب فيجوز للقائم بجمع بيانات الحصر اختيار تطبيق نسبة الكربونات المستهلكة ضمن كل صناعة لكل سنة من تلك السنوات الأخيرة على اتجاهات الإنتاج للصناعات المعنية على نحو مماثل لأسلوب البيانات البديل المشروح في المجلد 1، القسم 5-3. إلا إنه يتعين على القائمين بجمع بيانات الحصر توخي الحذر عند استخدام هذا المقترح والبحث عما إذا كان هناك ظروف وطنية أدت إلى زيادة استخدام العوامل المصهرة أو المزيل للخبث ضمن إطار بعض الصناعات المعنية خلال الفترة الزمنية المحددة.

2-5-2 تقدير أوجه عدم التيقن

1-2-5-2 أوجه عدم التيقن المقترنة بمعامل الانبعاث

على الصعيد النظري، يجب أن تكون أوجه عدم التيقن المقترنة بمعامل انبعاث فئة المصدر هذه منخفضة نسبياً، وذلك نظراً لأن معامل الانبعاث يمثل معدل التكافؤ الذي يعكس كمية CO₂ المطلقة عند تقحم الكربونات. وعلى الصعيد العملي، هناك بعض أوجه عدم التيقن التي تعود جزئياً إلى التفاوت الكامن في التركيب الكيميائي للحجر الجيري والكربونات الأخرى. فعلى سبيل المثال، علاوة على كربونات الكالسيوم قد يحتوي الحجر الجيري على كميات أصغر من أكسيد المغنيسيوم والسيليكا والكبريت. ومع افتراض إنه تم تجميع بيانات النشاط على نحو صحيح، ومن ثم تم تطبيق معامل انبعاث صحيح فإنه يظل هناك بعض أوجه عدم التيقن الطفيفة المقترنة بمعامل الانبعاث، فقد يكون هناك بعض عدم التيقن مع افتراض نقاء جزئي للحجر الجيري والدولوميت في حالات توافر بيانات صخور الكربونات فحسب (+/- 1-5%).

2-2-5-2 أوجه عدم التيقن المقترنة ببيانات الأنشطة

هذا وتعتبر أوجه عدم التيقن المقترنة ببيانات الأنشطة أكبر من تلك المقترنة بمعاملات الانبعاث، ومع افتراض تخصيص استهلاك الكربونات إلى القطاعات/الصناعات المستهلكة الصحيحة، فإن أوجه عدم التيقن المقترنة بتحديد كمية أو نسبة الكربونات لأي صناعة محددة تتراوح ما بين 1 إلى 3%. وتتراوح كذلك نسبة أوجه عدم التيقن المقترنة بمجمّل التحليل الكيميائي لمحتوى الكربونات وتصنيفه ما بين 1 و3%. أما أوجه عدم التيقن المقترنة باستخدام أساليب المستوى 1 و2 متضمنة افتراض قيمة تجزئة افتراضية للحجر الجيري في مقابل الدولوميت تبلغ 85%/15%، فهي تتفاوت بناء على الظروف الخاصة بالبلد المحددة.

وقد يصعب تجميع البيانات الخاصة ببيانات النشاط المعنية باستخدام الحجر الجيري والدولوميت، حيث هناك عدد متنوع من الاستخدامات النهائية في متلف الصناعات بعضها مصدرية للانبعاثات والبعض الآخر غير مصدرية. وقد تشمل الإحصائيات الوطنية على فئة استخدام نهائي 'لاستخدامات أخرى غير محددة' (أو فئة أخرى مماثلة) كما قد يصعب تخصيص 'الاستخدامات الأخرى غير المحددة' إلى قطاع الاستهلاك الملائم، وفي حين تعذر تحديد جميع الاستخدامات على النحو المناسب، سوف يؤدي ذلك إلى زيادة أوجه عدم التيقن.

3-5-2 ضمان الجودة / مراقبة الجودة (QA/QC) والإبلاغ والتوثيق

1-3-5-2 ضمان الجودة / مراقبة الجودة (QA/QC)

مقارنة بين تقديرات الانبعاثات باستخدام مقتربات مختلفة

يمكن مقارنة تقديرات الانبعاثات المشتقة من أي مستوى مع المستويات الأخرى، وذلك على الرغم من أن مقتربات المستوى 3 قد يقوم باحتساب أصناف إضافية أخرى من الكربونات غير المضمنة في تحليلات المستوى 1 أو 2، ومع افتراض استخدام نفس جزء التفحم المحقق لجميع المستويات، فمن المحتمل أن تتشابه الانبعاثات المقدرة باستخدام المقتربات المناسبة من حيث الحجم مع اعتبار أن كل من الحجر الجيري والدولوميت يساهمون بالنسبة الأكبر من انبعاثات هذه المصادر.

فحص بيانات الأنشطة

نظراً لاستهلاك الحجر الجيري والدولوميت والكربونات الأخرى في العديد من الصناعات المتنوعة، قد يكون هناك عدد من مصادر البيانات المختلفة المتوفرة المشتقة على حجم استهلاك الكربونات في الصناعات المعنية فعلى سبيل المثال، يمكن مقارنة البيانات المعنية باستهلاك الحجر الجيري في العديد من المصانع ضمن إطار صناعة الحديد وال فولاد للتحقق من تشابه كمية المواد المصهرة المستخدمة بما يتناسب مع إنتاج مستوى المصنع

علاوة على ما سبق، يمكن مقارنة المعلومات الخاصة بالمصنع المعنية باستخدام الحجر الجيري والدولوميت والكربونات الأخرى كالمواد المصهرة مع إحصائيات اتحاد هذه الصناعة، ويمكن مقارنة إحصائيات اتحاد الصناعة هذه بدورها مع الإحصائيات المعدة على المستوى الوطني المعنية باستهلاك الحجر الجيري والدولوميت والكربونات الأخرى.

وعادة ما يكون من المفيد فحص اتجاهات بيانات النشاط على مدار الوقت للتحقق مما إذا كان هناك تذبذب ملحوظ من عام إلى عام، ومن ثم يلزم على القائمين بجمع بيانات الحصر توخي الحرص عند وضع استنتاجاتهم استناداً إلى بيانات الاتجاهات حيث قد تحتوي هذه الإحصائيات على تذبذب كبير من عام إلى عام.

2-3-5-2 الإبلاغ والتوثيق

ينبغي أن تشمل قوائم الحصر على ملخصات بالأساليب المتبعة ومراجع إلى بيانات المصدر مما يوفر شفافية تقديرات الانبعاثات ويتيح إمكانية إعادة تطبيق الخطوات المتبعة لاحتسابها. وكما سبق وذكرنا أن أهم اعتبار يجب على القائمين بجمع بيانات الحصر الأخذ به عند الإبلاغ عن انبعاثات الاستخدامات الأخرى للكربونات في الصناعات الأخرى هو أنه ينبغي الإبلاغ عن الانبعاثات ضمن فئة المصدر التي تم استهلاك الكربونات بها.

المستوى 1 والمستوى 2

يجب الإبلاغ عن المعلومات المعنية بكمية الحجر الجيري والدولوميت المستهلكة من قبل كل صناعة، وحيث إن تجزئة الكربونات المستهلكة ضمن صناعة بعينها غير معروفة مع تخصيص افتراضياً استخدام 85% من الحجر الجيري و15% من الدولوميت، يجب توثيق هذه المعلومات.

المستوى 3

يعتبر التوثيق المطلوب للمستوى 3 مناظراً لفئات المصدر الأخرى الواردة في هذا الفصل والتي تحتسب انبعاثاتها بناء على مدخلات الكربونات.

المراجع

- ASTM (1996). ASTM International. Standard Specification for Quicklime, Hydrated Lime, and Limestone for Chemical Uses, Designation: C911-96, Table 1.
- ASTM (2004a). ASTM International. Standard Specification for Portland Cement, Designation: C-150-02.
- ASTM (2004b). ASTM International. Standard Specification for Blended Hydraulic Cements: C-595-03.
- Boyd, D. C. and Thompson, D. A. (1980) "Glass", Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Third Edition, Volume 11, pp 826-827.
- Boynton, R. S. (1980). *Chemistry and Technology of Lime and Limestone*, 2nd edition, John Wiley and Sons, Inc., New York, USA.
- CRC Handbook of Chemistry and Physics (2004). (David R. Lide, Ed in Chief); CRC Press, Boca Raton, FL; Sec. 1, p.12-14
- DIN (1994). Deutsche Industrie Norm. DIN 1164-1 Zement, Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen. Edition 1994-10.
- EU-BREF Ceramics (2005). Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on Best Available Techniques in the Ceramic Manufacturing Industry. (<http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm>)
- Hendriks *et al.* (1998). Proceedings of the 4th International Conference of GHG Control Technologies. August 30-September 2. Interlaken.
- Miller, M. (1999a). US Geological Survey, Calculations based on Boynton, 1980.
- Miller, M. (1999b). U.S. Geological Survey. Calculations based on ASTM, 1996b and Schwarzkopf, 1985.
- Schwarzkopf, F. (1985). Lime Burning Technology (2nd Edition), Table 2, June 1985.
- Van Oss, H. (2005). Personal communication with Hendrik van Oss, January 2005.
- Van Oss, H. and Padovani, A. (2002). Cement Manufacture and the Environment. Part I: Chemistry and Technology. *Journal of Industrial Ecology*. Vol.6, Number 1, page 89-105.
- WBCSD (2005). World Business Council for Sustainable Development The Cement CO₂ Protocol: CO₂ Accounting and Reporting Standard for the Cement Industry. Version 2. June 2005