

الفصل 6

المقترح المرجعي

المؤلفون

كارين ترينتون (الوكالة الدولية للطاقة)،

فرانسيس ايببتوي (نيجيريا)، كابناو كازوناري (اليابان)، جوس ج. ج. أوليفر (هولندا)، جان بريتل (جمهورية التشيك)، تيموتي سايمونس (المملكة المتحدة)، هونغوي يانغ (الصين)

شارك في التأليف

روبيرتا كوادريللي (الوكالة الدولية للطاقة)

المحتويات

6-6	المقترح المرجعي
4-6	1-6 عرض مُجمل
4-6	2-6 فئات المصدر المضمنة
4-6	3-6 الطريقة الحسابية
5-6	4-6 بيانات الأنشطة
5-6	1-4-6 الاستهلاك الظاهري
6-6	2-4-6 التحويل إلى وحدات طاقة
6-6	5-6 محتويات الكربون
7-6	6-6 الكربون المستثنى
7-6	1-6-6 المواد الأولية
8-6	2-6-6 عوامل الاختزال
8-6	3-6-6 المنتجات المستخدمة في غير توليد الطاقة
9-6	4-6-6 الطريقة
11-6	7-6 جزء الكربون غير المؤكسد خلال احتراق الوقود
11-6	8-6 مقارنة بين المقترح المرجعي والمقترح القطاعي
13-6	9-6 مصادر البيانات
13-6	10-6 أوجه عدم التيقن
	1-10-6 بيانات الأنشطة 13-6
13-6	2-10-6 محتويات الكربون والقيم الحرارية الصافية
	3-10-6 عوامل الأكسدة 14-6
14-6	المراجع

المعادلات

5-6	المعادلة 6-1 تقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من احتراق الوقود باستخدام المقترح المرجعي
6-6	المعادلة 6-2 الاستهلاك الظاهري للوقود الأولي
7-6	المعادلة 6-3 الاستهلاك الظاهري للوقود الثانوي
10-6	المعادلة 6-4 جزء الكربون المستثنى من انبعاثات احتراق الوقود

الأشكال التوضيحية

13-6	الشكل 6-1 المقترح المرجعي في مقابل المقترح القطاعي
------	--

الجدول

- الجدول 1-6 المنتجات المستخدمة كمواد أولية وعوامل اختزال وفي أغراض أخرى غير توليد الطاقة 8-6
- الجدول 2-6 بيانات الأنشطة الخاصة بتدفقات الكربون المستثنى 12-6

6 المقرب المرجعي

1-6 عرض مُجمل

إن المقرب المرجعي هو عبارة عن مقرب تنازلي يستخدم البيانات الخاصة بإمداد الدولة بالطاقة لحساب انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن احتراق الأنواع الرئيسية من الوقود الأحفوري. كما إنه يعتبر طريقة واضحة المعالم قابلة للتطبيق على أساس إحصائيات إمداد الطاقة التي يسهل توفيرها نسبياً. وقد أدى جزء الكربون المستثنى إلى زيادة الحاجة إلى حد ما للبيانات. ومع ذلك نجد أن تحسن القابلية للمقارنة بين المقرب القطاعي والمقرب المرجعي يظل يسمح للدولة بإعداد تقدير مستقل ثانٍ لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن احتراق الوقود مع عدم زيادة الحاجة للجهود والبيانات الإضافية.

كما إنه من الممارسة السليمة تطبيق كل من المقرب القطاعي والمقرب المرجعي لتقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الاحتراق في دولة معينة ومقارنة نتائج هذين التقديرين المستقلين. حيث إن وجود اختلافات كبيرة قد يشير إلى احتمال وجود مشكلات فيما يتعلق ببيانات الأنشطة والقيم الحرارية الصافية ومحتويات الكربون وبيانات حساب الكربون المستثنى.. وغيرها (انظر القسم 6-8 للحصول على شرح أكثر تفصيلاً لهذه المقارنة).

2-6 فئات المصدر المضمنة

صمم المقرب المرجعي لحساب انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن احتراق الوقود، وذلك بداية من بيانات إمداد الطاقة في المستوى العالي. كما إن الفرضية المتبعة هي أن الكربون قد تم حفظه، مما يترتب عليه، على سبيل المثال، تساوي محتويات الكربون في الزيت الخام مع إجمالي محتويات الكربون الخاصة بجميع المنتجات المشتقة. كذلك فإن المقرب المرجعي لا يميز بين فئات المصدر المختلفة في قطاع الطاقة لكنه يقوم فقط بتقدير إجمالي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من فئة المصدر [أ]، احتراق الوقود. وهي الانبعاثات المشتقة من كل من الاحتراق في قطاع الطاقة، حيث يستخدم الوقود مصدراً للحرارة في التكرير أو في توليد القدرة، ومن الاحتراق في الاستهلاك النهائي للوقود أو منتجاته الثانوية. علاوة على ذلك فإن المقرب المرجعي سيشمل أيضاً النسب الضئيلة التي لا تمثل جزءاً من الفئة [أ]، وهو ما تناولناه بالمناقشة في القسم 6-8.

3-6 الطريقة الحسابية

تقسم منهجية المقرب المرجعي لحساب انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من احتراق الوقود إلى 5 خطوات كالتالي:

- الخطوة 1 : تقدير الاستهلاك الظاهري للوقود بالوحدات الأصلية
- الخطوة 2 : التحويل إلى وحدات طاقة مشتركة
- الخطوة 3 : الضرب في قيم محتويات الكربون لحساب إجمالي الكربون
- الخطوة 4 : حساب الكربون المستثنى
- الخطوة 5 : تصحيح قيمة الكربون غير المؤكسد والتحويل إلى انبعاثات لثاني أكسيد الكربون

كما إن الخطوات الخمسة السابقة تتلخص في المعادلة التالية:

$$CO_2 \text{ Emissions} = \sum_{\text{all fuels}} \left[\left((Apparent Consumption_{fuel} \cdot Conv Factor_{fuel} \cdot CC_{fuel}) \cdot 10^{-3} \right) - Excluded Carbon_{fuel} \right] \cdot COF_{fuel} \cdot 44/12$$

حيث:

= انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (بالجيجا جرام من ثاني أكسيد الكربون)	CO ₂ Emissions
= الإنتاج+ الواردات- الصادرات- الناقلات العالمية- تغير المخزون	Apparent Consumption
= معامل تحويل الوقود إلى وحدات طاقة (التيرا جول)، على أساس القيمة الحرارية الصافية	(conversion factor)Conv Factor
= محتويات الكربون (طن كربون/تيرا جول)	CC
لاحظ أن القياس بالطن كربون/تيرا جول هو ذاته القياس بالكيلوجرام كربون/جيجا جول	

= يستثنى الكربون من انبعاثات احتراق الوقود في المواد الأولية والاستخدامات الأخرى لغير توليد الطاقة (جيجا جرام من الكربون)	Excluded Carbon
= الجزء المؤكسد من الكربون. حيث إنه عادة ما تشير القيمة 1 إلى الأكسدة الكاملة. كما تستخدم القيم الأدنى لحساب محتويات الكربون غير المحددة المتبقية في الرماد والسخام	COF (carbon oxidation factor)
= نسبة الوزن الجزيئي لثاني أكسيد الكربون إلى الكربون.	44/12

4-6 بيانات الأنشطة

يبدأ المقرب المرجعي من الإحصائيات الخاصة بإنتاج الوقود وتجارته الخارجية (الدولية) بالإضافة إلى التغيرات التي تحدث في احتياطياته. حيث إنه يتم تقدير "الاستهلاك الظاهري" من خلال هذه المعلومات. كما إنه يحتاج أيضاً إلى عدد محدود من القيم الخاصة باستهلاك الوقود المستخدم في أغراض أخرى غير توليد الطاقة، حيث قد ينبعث الكربون من أنشطة لا تغطيها فئة احتراق الوقود أو قد تغطيها بشكل جزئي.

1-4-6 الاستهلاك الظاهري

تتمثل الخطوة الأولى للمقرب المرجعي في تقدير الاستهلاك الظاهري للوقود في دولة معينة. وهو ما يتطلب التعرف على رصيد الإمداد بأنواع الوقود الثانوية والأولية (الوقود المنتج والمصدر والمستخدم في النقل الدولي (وقود الناقلات)، والمضاف إلى الاحتياطيات أو المأخوذ منها). وبهذه الطريقة يدخل الكربون إلى الدولة من خلال عمليات إنتاج الطاقة و وارداتها (تضبط على تغيرات المخزون) كما يخرج منها من خلال الصادرات والناقلات الدولية. كما إنه من المهم لتفادي الأزدواجية في الحساب التمييز ما بين أنواع الوقود الأولي، وهي أنواع الوقود الموجودة في الطبيعية مثل الفحم والزيوت الخام والغاز الطبيعي، وأنواع الوقود الثانوي أو منتجات الوقود، مثل الغازولين وزيت التشحيم، وهي مشتقة من الوقود الأولي. يحتوي القسم 1-4-1 من فصل المقدمة لمجلد الطاقة على قائمة كاملة بأنواع الوقود.

ولحساب ما يتم إمداد الدولة به من وقود، فمن الضروري توافر البيانات التالية بالنسبة لكل نوع ووقود وكل سنة حصر:

- كميات الوقود الأولي المنتج¹ (لا يشمل ذلك إنتاج الوقود الثانوي ومنتجات الوقود)؛
- الكميات المستوردة من الوقود الأولي والثانوي؛
- الكميات المصدرة من الوقود الأولي والثانوي؛
- كميات الوقود الأولي والثانوي المستخدمة في الناقلات الدولية؛
- صافي الزيادة أو النقص في احتياطيات الوقود الأولي والثانوي.

وهكذا يتم حساب الاستهلاك الظاهري للوقود الأولي من البيانات السابقة على النحو التالي:

المعادلة 2-6
الاستهلاك الظاهري للوقود الأولي

$$Apparent\ Consumption_{fuel} = Production_{fuel} + Imports_{fuel} - Exports_{fuel} - International\ Bunkers_{fuel} - Stock\ Change_{fuel}$$

تعتبر الزيادة في الاحتياطيات بمثابة تغير إيجابي في المخزون يطرح بموجبه كمية الإمداد من الاستهلاك. كما إن انخفاض المخزون هو تغير سلبي في المخزون يؤدي إلى زيادة الاستهلاك الظاهري عند إسقاطه من المعادلة.

وهكذا فإن إجمالي الاستهلاك الظاهري للوقود الأولي هو مجموع الاستهلاك الظاهري بالنسبة لكل نوع من الوقود الأولي.

كما يجب إضافة الاستهلاك الظاهري للوقود الثانوي إلى الاستهلاك الظاهري للوقود الأولي. ويجب أيضاً تجاهل إنتاج (أو تصنيع) أنواع الوقود الثانوي في العمليات الحسابية، حيث إن محتويات الكربون في هذه الأنواع من الوقود يتم تضمينها بالفعل في إمداد الوقود الأولي المشتقة منه؛ يتضمن تقدير الاستهلاك الظاهري للزيت الخام بالفعل الكربون الذي سيتم تنقية الغازولين منه. حيث يتم حساب الاستهلاك الظاهري للوقود الثانوي كالتالي:

¹ يتم قياس إنتاج الغاز الطبيعي بعد تنقية واستخلاص سوائل الغاز الطبيعي والكبريت، حيث لا يشمل ذلك الفاقد الناتج عن الاستخلاص والكميات المستخلصة التي يتم إعادة حقنها أو إطلاقها في الهواء أو المتوجهة. كما يشمل إنتاج الفحم الكميات المستخلصة أو المنتجة التي يتم حسابها بعد أي عملية إزالة للعناصر الخاملة. كذلك يشمل إنتاج الزيت جزء الإنتاج القابل للتسويق ويستثنى الكميات المعادة للتكرين.

المعادلة 3-6 الاستهلاك الظاهري للوقود الثانوي

$$\text{Apparent Consumption}_{\text{fuel}} = \text{Imports}_{\text{fuel}} - \text{Exports}_{\text{fuel}} \\ - \text{International Bunkers}_{\text{fuel}} - \text{Stock Change}_{\text{fuel}}$$

لاحظ إنه يمكن أن ينتج عن هذه العملية الحسابية أرقاماً سالبة بالنسبة للاستهلاك الظاهري لنوع معين من الوقود. وهذا الأمر ليس بالبعيد، كما إنها توضح صافي الزيادة في صادرات أو مخزون هذا النوع من الوقود في الدولة. وهكذا فإن إجمالي الاستهلاك الظاهري للوقود الثانوي هو نفسه مجموع الاستهلاك الظاهري بالنسبة لكل نوع من الوقود الثانوي.

2-4-6 التحويل إلى وحدات طاقة

عادةً ما توضح بيانات الزيت والفحم بوحدات الطن المترى. كما يمكن التعبير عن بيانات الغاز الطبيعي بوحدته المتر المكعب أو في قيمة حرارية، مثل الوحدة الحرارية البريطانية (BTU)، على أساس القيمة الحرارية الصافية أو القيمة الحرارية الإجمالية². ويجب تحويل الاستهلاك الظاهري إلى قيم بوحدات التيرا جول على أساس القيمة الحرارية الصافية للتوائم مع المقرب المرجعي. ومع ذلك، حيث إن الهدف من المقرب المرجعي هو التحقق من التقديرات باستخدام مقرب أكثر تفصيلاً، إذا كانت الدولة تستخدم القيم الحرارية الإجمالية في حساباتها التفصيلية، لذلك يفضل إجراء ذلك أيضاً في الحسابات الخاصة بالمقرب المرجعي. كما تفترض مبادئ الممارسة السليمة استخدام متوسط مرجح عند تحديد قيمة حرارية خاصة بالدولة بالنسبة للمقرب المرجعي على أساس القيم التفصيلية للاستهلاك. انظر فصل المقدمة من هذا المجلد للاطلاع على وصف تفصيلي لعملية التحويل إلى وحدات طاقة (القسم 1-4-1-2).

5-6 محتويات الكربون

يمكن أن تتفاوت محتويات الكربون بشكل كبير في أنواع الوقود الأولي وفيما بين كل نوع من هذه الأنواع:

- فبالنسبة للغاز الطبيعي، تتوقف محتويات الكربون به على تركيب الغاز نفسه، وهو غالباً ما يكون في صورة ميثان عند استخراجه، لكنه قد يحتوي على كميات ضئيلة من الإيثان والبروبان والبوتان وثاني أكسيد الكربون والهيدروكربونات الأكثر كثافة. وعادةً ما يكون الغاز الطبيعي المتوهج في موقع الإنتاج "رطباً"، حيث إنه يحتوي على كميات أكبر بكثير من الهيدروكربونات الأخرى غير الميثان. كذلك تختلف محتويات الكربون في الوقود.
 - وبالنسبة للزيت الخام، فإن محتويات الكربون به قد تتفاوت وفقاً لتركيب الزيت الخام نفسه (مثال، وفقاً لتقارير المعهد الأمريكية للنظف بشأن الجاذبية ومحتويات الكبريت). أما بالنسبة للمنتجات الثانوية للزيت، فعادةً ما تكون محتويات الكربون بالنسبة للمنتجات المكررة الخفيفة مثل الغازولين أقل منها في المنتجات الأثقل مثل زيت الوقود الفائض.
 - وبالنسبة للفحم، تتفاوت محتويات الكربون لكل طن بشكل كبير وفقاً لمستويات الكربون والهيدروجين والكبريت والرماد والأكسجين والنيوتروجين التي تدخل في تركيب الفحم.
- وحيث إن محتويات الكربون وثيقة الصلة بمحتويات الطاقة في الوقود، لذلك فإن التغيير في محتويات الكربون تكون ضئيلة إذا كانت بيانات الأنشطة بوحدات الطاقة.
- كما يجب استخدام البيانات بالنسبة للفئات التفصيلية لأنواع الوقود والمنتج، حيث تتفاوت محتويات الكربون حسب نوع الوقود نفسه. وأيضاً يقترح استخدام القيم الافتراضية لمحتويات الكربون الموضحة في فصل المقدمة من مجلد الطاقة فقط في حالة توفر القيم الخاصة بالدولة. كما تفترض مبادئ الممارسة السليمة استخدام متوسط مرجح عند تحديد محتويات الكربون الخاصة بالدولة بالنسبة للمقرب المرجعي على أساس القيم التفصيلية للاستهلاك.
- يمكن أيضاً أن تتفاوت محتويات الكربون الخاصة بالدولة بالنسبة لنوع معين من الوقود. عندئذ يمكن استخدام قيماً مختلفة لكل سنة عن الأخرى.

6-6 الكربون المستثنى

الخطوة التالية هي استثناء كمية الكربون التي لا تؤدي إلى الانبعاثات الخاصة بالانبعاثات الناتجة عن احتراق الوقود من إجمالي كمية الكربون، حيث إن الهدف الرئيسي هو إعداد تقديراً للانبعاثات الناتجة عن احتراق الوقود (فئة المصدر 1أ)؛ كما إن كمية الكربون التي

² يتمثل وجه الاختلاف بين القيمة الحرارية "الصافية" والقيمة الحرارية "الإجمالية" في الحرارة الكامنة لبخار الماء المصاحب لاحتراق الوقود. ولأغراض خاصة بالخطوط التوجيهية للهيئة IPCC، فقد تم إعداد المعاملات الافتراضية لانبعاثات الكربون على أساس القيمة الحرارية الصافية. وقد تحتفظ بعض الدول ببيانات للطاقة خاصة بها على أساس القيمة الحرارية الإجمالية. وإذا كانت هذه الدول ترغب في استخدام معاملات الانبعاثات الافتراضية، يمكنها افتراض أن القيمة الحرارية الصافية للفحم والزيت أقل بحوالي 5% من القيمة الإجمالية، ومن 9% إلى 10% بالنسبة للغاز الطبيعي.

كما إن التدفقات الرئيسية للكربون التي يأخذها حساب الكربون المستثنى في عين الاعتبار هي تلك المستخدمة باعتبارها مواد أولية أو عوامل اختزال أو منتجات أخرى غير الطاقة. يوضح الجدول 6-1 المنتجات الرئيسية في كل مجموعة³ وإذا كانت لدى الدول منتجات أخرى لكربون الوقود الأحفوري يلزم استثنائها، فينبغي أخذها بعين الاعتبار وتوثيقها أيضاً.

الجدول 6-1 المنتجات المستخدمة باعتبارها مواد أولية وعوامل اختزال وفي أغراض أخرى غير توليد الطاقة	
النافثا	المواد الأولية
الغاز البترولي المسال (البيوتان/البروبان)	
غاز التكسير	
زيت الغاز/الديزل والكيروسين	
الغاز الطبيعي	
الإيثان	
كوك فرن الكوك (الكوك التعديني) وكوك النفط	عوامل الاختزال
الفحم وقار/زفت الفحم	
الغاز الطبيعي	
البيتومين	المنتجات غير المولدة للطاقة
زيوت التشحيم	
شمع البارافين	
القطارات البيضاء	

6-1-6 المواد الأولية

يتم الإبلاغ عن انبعاثات الكربون الناتجة عن استخدام الوقود والموضحة أعلاه باعتبارها مواد أولية في فئات المصدر الخاصة بفصل العمليات الصناعية واستعمال المنتجات (IPPU). وبالتالي فإن جميع محتويات الكربون في الوقود المستخدم باعتبارها مواداً أولية يتم استثنائها من إجمالي الكربون الخاص بالاستهلاك الظاهري للطاقة. كما إن معظم أنواع الوقود المستخدمة باعتبارها مواداً أولية تستخدم أيضاً لرفع الحرارة في معامل التكسير أو في أماكن أخرى. فعلى سبيل المثال، يمكن تسليم زيت الغاز أو الغاز الطبيعي للاستخدام في أغراض رفع الحرارة بالإضافة لأي استخدامات أخرى للمواد الأولية. لذلك فمن الضروري أن يتم طرح كميات الوقود المسلمة للاستخدام مواداً أولية فقط من إجمالي الكربون الخاص بالاستهلاك الظاهري للطاقة. كما يجب ملاحظة أوجه الاختلاف بين استخدام الوقود باعتباره مواداً أولية والاستخدام في عمليات حرق الوقود.

كذلك يمكن أن تنتج عن معالجة المواد الأولية غازات أو زيوت ثانوية. وبالمثل فإنه يمكن استخدام جزء من المواد الأولية التي يتم توفيرها لإحدى عمليات المعالجة باعتبارها وقوداً لهذه العملية. وبالنسبة للإبلاغ عن الانبعاثات الناتجة عن احتراق الغازات الثانوية (أو "المنبعثة") من المعالجة البتروكيماوية أو صناعة الحديد والفولاذ أو من الاستخدام المباشر للمواد الأولية كوقود، ينبع في هذا الصدد المبدأ المصاغ في القسم 1-2 من فصل المقدمة من هذا المجلد بالنسبة لتوزيع انبعاثات احتراق الوقود ما بين العمليات الصناعية واستعمال المنتجات (IPPU) وقطاعات احتراق الوقود. حيث إن تطبيق هذا المبدأ من شأنه أن تقوم بعض الدول بالإبلاغ عن بعض من كربون المواد الأولية في قوائم الحصر الخاصة بها باعتبارها انبعاثات ناتجة عن احتراق الوقود. إلا أنه يجب الالتزام بالاستثناء الكامل لكربون المواد الأولية في هذا الصدد، حيث يهدف المقترح المرجعي إلى تبسيط الأمور. كما إنه من الممارسة السليمة تحديد كميات أية حالات للتناقضات بين المقترح المرجعي والمقترح القطاعي وتفسيرها في مرحلة تقديم التقارير.

³ يحتوي الفصل 5 من المجلد 3 على طرق سعودية تفصيلية لتقدير الانبعاثات من استخدام الوقود بالنسبة للمواد الأولية أو عوامل الاختزال أو الاستخدامات الأخرى غير الطاقة.

6-6-2 عوامل الاختزال

كوك فرن الكوك وكوك النفط

يمكن استخدام أنواع الكوك المصنع من منتجات الفحم والزيت في احتراق الوقود أو في العمليات الصناعية، خاصة في صناعات الحديد وال فولاذ وصناعات المعادن غير الحديدية. فعند استخدامه باعتباره عامل اختزال في العمليات الصناعية، يسخن الكوك مع الأكاسيد غير العضوية ويعمل على تقليلها عن طريق استحداث محتويات الأكسجين في أول وثاني أكسيد الكربون. لذلك يمكن أن تحترق "الغازات المنبعثة" في الموقع لإنتاج الحرارة اللازمة للعملية، أو إنها قد تحترق في أي مكان آخر في إحدى فئات المصدر الأخرى. حيث إنه بالنسبة لهذه الأخيرة يتم الإبلاغ عن الانبعاثات تحت بند احتراق الوقود. يوضح القسم 1-2 من فصل المقدمة لهذا المجلد التوجيهات الخاصة بمبادئ الإبلاغ. لكن يجب استثناء كميات الكوك المسلمة لصناعات الحديد والفولاذ والمعادن غير الحديدية، ذلك لأن البيانات الخاصة بهذا النشاط لا تكون متوفرة دائماً، وللا التزام بتبسيط المقرب المرجعي أيضاً. كما سينعكس تأثير ذلك باعتباره أحد أوجه الاختلاف بين المقرب المرجعي والمقرب القطاعي عند إجراء المقارنة. انظر القسم 6-8.

الفحم وقار/زفت الفحم

يمكن أن يتم حقن الفحم الحجري المسحوق في الأفران العالية باعتباره عامل اختزال، كذلك يستخدم الفحم باعتباره عامل اختزال في بعض عمليات تصنيع ثاني أكسيد التيتانيوم. حيث سيدخل الكربون بكميات كبيرة في الغازات الثانوية المصاحبة للعمليات والانبعاثات التي يغطيها النشاط الذي احتترقت الغازات به. وبالنسبة للفحم الحجري المسحوق، يحدث ذلك بشكل رئيسي في صناعة الحديد والفولاذ ويتم الإبلاغ عنه في فئة العمليات الصناعية واستعمال المنتجات. وعند نقل بعض من غاز الفرن العالي إلى إحدى الصناعات الأخرى للاستخدام باعتباره وقوداً، ففي هذه الحالة فقط سيتم تصنيف الانبعاثات باعتباره قطاع طاقة، كما ستكون نسبة الانبعاثات المتعلقة بالفحم الحجري المسحوق والهيدروكربونات المحفونة الأخرى ضئيلة للغاية.

يؤدي تقطير الفحم في أفران الكوك لإنتاج الكوك إلى إنتاج القار والزيت الخفيفة المستعادة من غاز فرن الكوك. حيث تشمل الزيوت الخفيفة البنزين والتولوين والزيلين والزيوت غير العطرية بالإضافة إلى كميات أقل من الكيماويات الأخرى. كما أن القار يشمل النفثالين والأنتراسين والزفت. تتساوى الزيوت الخفيفة من حيث القيمة مع المذيبات والكيماويات الأولية الأخرى. كما يفترض أن تتم تغطية الانبعاثات ذات الصلة في فئة العمليات الصناعية واستعمال المنتجات.

عادةً ما يستخدم الزفت باعتباره عامل ربط في إنتاج الأنودات. كما يمكن استخدام الزيوت الأثقل المرتبطة بالزفت باعتبارها صبغات أو مواداً حافظة للخشب أو في الزيوت المستخدمة في رصف الطرق بالأسفلت. حيث إن كل هذه الأنشطة تغطيها فئة العمليات الصناعية واستعمال المنتجات ويتم استثناء الانبعاثات المرتبطة بها من احتراق الوقود.

أما في حالة استخدام الزيوت والقار لرفع درجة الحرارة في مصانع الكوك، فيوصى بأخذ أية أمثلة على هذه الأنشطة في دولة ما في عين الاعتبار لتفسير أوجه الاختلاف بين كل من المقرب المرجعي والمقرب القطاعي عند التوفيق بينهما.

الغاز الطبيعي

يمكن أن يتم حقن الغاز الطبيعي في الأفران العالية ببعض مصانع الحديد والفولاذ للاستخدام باعتبارها عامل اختزال في عملية صناعة الحديد. يتطابق تصنيف الانبعاثات ذات الصلة بحقن الغاز مع ذلك التصنيف الخاص بالفحم المسحوق الموضح أعلاه ويجب استثناء هذه الكميات أيضاً.

6-6-3 المنتجات المستخدمة في غير توليد الطاقة

البيتومين

يستخدم البيتومين أو الإسفلت في رصف الطرق وتغطية الأسقف، حيث يظل ما يحتوي عليه من كربون مختزلاً لفترات زمنية طويلة. وبناءً عليه فإنه لا توجد انبعاثات لاحتراق الوقود تنشأ عن تسليم البيتومين خلال سنة الحصر.

زيوت التشحيم

عادةً ما تغطي الإحصائيات الخاصة بزيوت التشحيم ليس فقط استخدام زيوت التشحيم في المحركات، لكنها تشمل أيضاً الزيوت والشحوم المستخدمة في الأغراض الصناعية ونقل الحرارة وزيوت القطع. كما يجب استثناء جميع عمليات تسليم زيت التشحيم من المقرب المرجعي، حيث إن ذلك من شأنه أن يساعد على تجنب الأزدواجية المحتملة في حساب الانبعاثات الناتجة عن احتراق نفايات زيوت التشحيم التي تغطيها الفئة "أنواع أخرى من الوقود الأحفوري" في المقرب المرجعي، لكنها تتجاهل تضمين الانبعاثات الناتجة عن استخدام زيوت التشحيم في المحركات ثنائية الأشواط. انظر المناقشة التالية "إجراءات تبسيط المقرب المرجعي" في القسم 6-8.

شمع البارافين (شمع النفط)

تستثنى جميع كميات شمع البارافين من المقرب المرجعي. حيث إنه من بين الاستخدامات العديدة لشمع البارافين يوجد استخدامان رئيسيان له قد يؤديان إلى احتراق الوقود كما هي موضح في القسم 1-2. يتمثل هذان الاستخدامان في احتراق الشموع في أجهزة التسخين أو التدفئة (مثل أطباق حفظ الطعام) واحتراق المواد المغلفة بالشمع مع النفايات الأخرى في مصانع النفايات البلدية، مع استعادة الحرارة. كما أن استخدام الشموع للإضاءة يعتبر أحد استخدامات الزينة في الأساس ولا يدخل ضمن احتراق الوقود. وبالنسبة للانبعاثات الناتجة عن احتراق الشمع في مصانع النفايات البلدية مع استعادة الحرارة فهي مضمنة بالفعل في المقرب المرجعي (تحت

بند "أنواع أخرى من الوقود الأحفوري"، لذلك يجب استثناء كميات الشمع ذات الصلة. كما إنه من الصعب جدًا الحصول على بيانات النسبة الخاصة بمصادر الطاقة الصغيرة الأخرى، لذلك يتم استثناء هذه المصادر من احتراق الوقود في المقرب المرجعي.

القطارات البيضاء

تؤدي القطارات البيضاء إلى انبعاثات مذابة لا تعتبر من الانبعاثات الناتجة عن الاحتراق، لذلك يجب استثناءها.

4-6-6 الطريقة

يتم حساب كمية الكربون التي يجب استثناءها من تقدير الانبعاثات الناتجة عن احتراق الوقود وفقًا للمعادلة التالية:

$$\text{المعادلة 4-6}$$

$$\text{جزء الكربون المستثنى من انبعاثات احتراق الوقود}$$

$$\text{Excluded Carbon}_{fuel} = \text{Activity Data}_{fuel} \cdot \text{CC}_{fuel} \cdot 10^{-3}$$

حيث:

Excluded Carbon = الكربون المستثنى من انبعاثات احتراق الوقود (بالجيجا جرام كربون)

Activity Data = بيانات الأنشطة (بالتيرا جول)

CC = محتويات الكربون (طن كربون/تيرا جول)

يوضح الجدول 2-6 أدناه بيانات الأنشطة الخاصة بكل منتج من المنتجات ذات الصلة.

الجدول 6-2 بيانات الأنشطة الخاصة بتدفقات الكربون المستثنى	
الوقود	بيانات الأنشطة ¹
الغاز البترولي المسال، والإيثان، والنافثا، وغاز التكرير ² ، وزيت الغاز/الديزل، والكيروسين	عمليات التسليم للمواد الأولية الكيماوية ³
البيتومين	إجمالي عمليات التسليم.
زيوت التشحيم	إجمالي عمليات التسليم.
شمع البارافين ²	إجمالي عمليات التسليم.
الفطارات البيضاء ²	إجمالي عمليات التسليم.
أنواع فحم الكوك كوك النفط المكلسن كوك فرن الكوك	إجمالي عمليات التسليم. عمليات التسليم لصناعات الحديد والفولاذ والمعادن غير الحديدية.
قار الفحم الزيت الخفيفة المستخلصة من الفحم قار/زفت الفحم	عمليات التسليم لصناعة الكيماويات عمليات التسليم لصناعة الكيماويات والتشبيد.
الغاز الطبيعي	عمليات التسليم للمواد الأولية البتروليكيماوية وللاختزال المباشر لخام الحديد في صناعة الحديد والفولاذ
ملاحظات: ¹ المقصود بعمليات التسليم إجمالي كمية الوقود التي تيم تسليمها، وهي تختلف عن الاستهلاك الظاهري (حيث إن الاستهلاك الظاهري يستثنى منه إنتاج الوقود الثانوي). ² يتم تضمين غاز التكرير وشمع البارافين والفطارات البيضاء في فئة "زيوت أخرى". ³ ولأغراض خاصة بالمقرب المرجعي، يجب أن تمثل عمليات التسليم المستخدمة باعتبارها بيانات أنشطة صافي كمية أي زيوت معادة إلى معامل التكرير من المعالجة البتروليكيماوية.	

6-7 جزء الكربون غير المؤكسد خلال احتراق الوقود

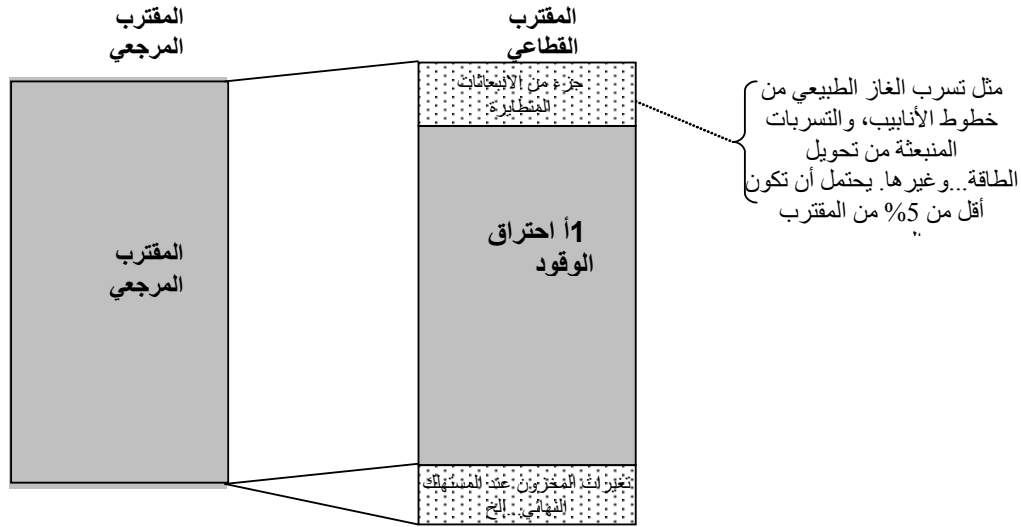
لا يتعرض جزء ضئيل من محتويات الكربون في الوقود المحترق للأكسدة، إلا أن معظم هذا الكربون يتأكسد بعد ذلك في الجو. ومن المفترض أن هذا الجزء غير المتأكسد من الكربون (مثل السخام أو الرماد) يخزن كما هو. ولأغراض خاصة بالمقرب المرجعي، يجب استخدام القيمة الافتراضية 1 (الأكسدة الكاملة) ما لم تتوفر البيانات الخاصة بالدولة.

6-8 مقارنة بين المقرب المرجعي والمقرب القطاعي

عادةً ما يؤدي كل من المقرب المرجعي والمقرب القطاعي إلى نتائج مختلفة، حيث إن المقرب المرجعي هو مقرب تنازلي يستخدم البيانات الخاصة بإمداد الدولة بالطاقة ولا يحتوي على معلومات تفصيلية حول كيفية استخدام أنواع الوقود في كل قطاع.

كما إن المقرب المرجعي يعطي التقديرات الخاصة بثاني أكسيد الكربون لمقارنتها بالتقديرات المستنتجة باستخدام المقرب القطاعي. حيث إن المقرب القطاعي غير معني باحتجاز الكربون، لذلك يجب مقارنة النتائج مع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون قبل طرح هذه الكميات. ومن الناحية النظرية، يشير ذلك إلى وجود ارتباط أعلى مع المقرب القطاعي "1 أ احتراق الوقود"، حيث إن بعضاً من محتويات الكربون في الوقود لا تحترق لكنها ستسرب باعتبارها انبعاثات متطايرة (مثل ما يحدث من تسرب أو تبخر في مرحلة الإنتاج و/أو مرحلة التحويل).

إن حساب انبعاثات ثاني أكسيد الكربون باستخدام كلا المقربين من شأنه أن يؤدي إلى نتائج مختلفة بالنسبة لبعض الدول. وعادةً ما يكون الاختلاف بين المقربين ضئيلاً نسبياً (5 في المائة أو أقل) مقارنةً بإجمالي تدفقات الكربون التي يشملها الحساب. كما يجب أن يؤدي كل من المقرب المرجعي والمقرب القطاعي إلى تقييمات شبيهة لاتجاهات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون إذا تحقق ما يلي: (1) إذا كانت الانبعاثات المتطايرة مرتبطة بعلاقة تناسب مع كمية التدفقات التي تدخل عمليات الإنتاج أو عمليات التحويل أو كليهما معاً، (2) إذا لم تكن تغيرات المخزون على مستوى المستهلك النهائي بذات أهمية، (3) إذا كانت الفروق الإحصائية في بيانات الطاقة محدودة.



فيما يلي توضيحاً لأهم الأسباب التي تؤدي إلى وجود تناقضات واضحة و/أو انحراف كبير في المتسلسلات الزمنية.

- **الفروق الإحصائية الكبيرة** بين إمداد واستهلاك الطاقة في البيانات الأساسية للطاقة. حيث تنشأ الفروق الإحصائية عن تجميع البيانات من أجزاء مختلفة من تدفق الوقود من مصدر الإمداد به إلى المراحل المختلفة للتحويل والاستخدام في المراحل النهائية. كما أنها أجزاء عادية وملائمة من رصيد الوقود. دائماً ما يجب التحقق من الفروق الإحصائية العشوائية الكبيرة لتحديد أسباب الاختلاف، لكن يجب متابعة الفروق الإحصائية الصغيرة التي لا تقل أهمية عن الفروق الإحصائية الكبيرة، حيث إنها توضح بشكل نظامي الزيادة في الإمداد عن الطلب (أو العكس).
- **الحالات الشديدة لاختلال التوازن الكتلّي** بين الزيت الخام والمواد الأولية الأخرى المدخلة إلى معامل التكرير (مجموع) المنتجات البترولية المصنعة.
- استخدام قيم حرارية صافية تقريبية وقيم تقريبية لمحتويات الكربون بالنسبة لأنواع الوقود الأولي التي يتم تحويلها ولا يتم حرقها. فعلى سبيل المثال، قد يتضح عدم وجود تحويل للطاقة أو الكربون بناءً على القيمة الحرارية و/أو محتويات الكربون التي يتم اختيارها بالنسبة للزيت الخام المدخل إلى معامل التكرير وبالنسبة لخليط منتجات التكرير في سنة معينة. وهو ما قد يتسبب في التقدير الزائد أو المنخفض للانبعاثات ذات الصلة بالمقترَب المرجعي.
- **التوزيع الخاطئ لكميات الوقود المستخدمة في التحويل إلى منتجات مشتقة** (وليس إلى قدرة أو حرارة) أو الكميات المحترقة في قطاع الطاقة. من الأمور الهامة عند تسوية الاختلافات بين المقترَب المرجعي والمقترَب القطاعي للمستوى الأول التأكد من أن الكميات المبلغ عنها في قطاعات التحويل والطاقة (مثل أفران الكوك) تعبر تماماً عن الكميات المستخدمة للتحويل والمستخدم وقوداً، على التوالي، ومن عدم وجود أي أخطاء في التوزيع. لاحظ إنه كان يجب الإبلاغ عن كميات الوقود المحولة إلى منتجات مشتقة في قطاع التحويل الخاص برصيد الطاقة. وفي حالة استخدام أية منتجات مشتقة باعتبارها وقوداً لعملية التحويل، فعندئذ يجب الإبلاغ عن الكميات ذات الصلة في قطاع الطاقة الخاص برصيد الطاقة. كما لا يجب في المقترَب المرجعي للمستوى 1 أن يتم تضمين العناصر المدخلة إلى قطاع التحويل في بيانات الأنشطة المستخدمة لتقدير الانبعاثات.
- **فقد البيانات الخاصة باحتراق مخرجات معينة لعملية التحويل.** يمكن التحقق من الانبعاثات الناتجة عن احتراق أنواع الوقود الثانوي الناتجة عن العمليات المدمجة (مثل غاز فرن الكوك) في المقترَب القطاعي للمستوى 1، وذلك في حالة ضعف البيانات المتوفرة أو عدم توفرها. كما يجب تضمين استخدام الوقود الثانوي (مخرجات عملية التحويل) في المقترَب القطاعي بالنسبة لجميع المنتجات الثانوية. حيث إن الإخفاق في إجراء ذلك سيؤدي إلى انخفاض التقدير في المقترَب القطاعي.
- **إجراءات التبسيط في المقترَب المرجعي.** توجد كميات ضئيلة من الكربون يجب تضمينها في المقترَب المرجعي لأن الانبعاثات الخاصة بها يتم تضمينها تحت بند احتراق الوقود. حيث يتم استثناء هذه الكميات إذا ما كانت التدفقات ضئيلة أو غير ممثلة في أهم الإحصائيات المتوفرة ضمن بيانات الطاقة. ومن أمثلة الكميات التي لا يتم حسابها في المقترَب المرجعي، زيوت التشحيم

- فقد المعلومات الخاصة بتغيرات المخزون التي يمكن أن تحدث على مستوى المستهلك النهائي. يتوقف مدى توافق احتياطات المستهلك على الطريقة المستخدمة بالنسبة للمقرب القطاعي. وفي حالة استخدام الأرقام الخاصة بالتسليم (عادةً ما يحدث ذلك)، فمن ثم تصبح التغيرات في احتياطات المستهلك غير متوافقة. إلا إنه إذا كان المقرب القطاعي يستخدم الاستهلاك الفعلي للوقود، ففي هذه الحالة يمكن أن يتسبب ذلك في زيادة أو انخفاض تقدير المقرب المرجعي.
- تتسبب زيادة فقد التوزيع بالنسبة للغاز في أن يصبح تقدير المقرب المرجعي أعلى من تقدير المقرب القطاعي،
- كما يمكن أن يؤدي عدم تسجيل استهلاك الغاز أو أي نوع آخر من الوقود إلى انخفاض التقدير الخاص بالمقرب القطاعي.
- يمكن أيضاً أن تؤدي معاملة عمليات نقل أو إعادة تصنيف منتجات الطاقة إلى وجود أحد أوجه الاختلاف في تقدير المقرب القطاعي، حيث إنه يمكن استخدام قيمة حرارية صافية ومعاملات انبعاثات مختلفة وفقاً لطريقة تصنيف الوقود.
- يجب ملاحظة إنه بالنسبة للدول التي تقوم بإنتاج وتصدير كميات كبيرة من الوقود، يمكن أن يكون عدم التيقن في الإمداد المتبقي كبيراً وقد يكون له تأثير على المقرب المرجعي.

9-6 مصادر البيانات

إن المقرب المعد من قبل الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ لإجراء الحسابات الخاصة بقوائم حصر الانبعاثات يشجع على استخدام إحصائيات الوقود التي قد تم تجميع بياناتها عن طريق إحدى الهيئات الوطنية المعتمدة رسمياً، حيث إن ذلك عادةً ما يكون المصدر الأكثر شمولاً وتوفرًا لبيانات الأنشطة. لكن في بعض الدول قد لا تتوفر للقائمين بتجميع بيانات الحصر إمكانية الوصول إلى النطاق الكامل للبيانات المتاحة في دولهم وقد يرعون في استخدام البيانات التي توفرها دولهم بشكل خاص للمنظمات الدولية، وهي المنظمات التي تلزمها وظائفها السياسية بالإلمام ببيانات توريد واستخدام الطاقة في جميع أنحاء العالم. حيث يوجد في الوقت الراهن مصدران رئيسيان للإحصائيات الدولية للطاقة: الوكالة الدولية للطاقة (IEA) والأمم المتحدة (UN). كما يوضح فصل المقدمة من مجلد الطاقة (القسم 1-4-3) المعلومات الخاصة بمصادر البيانات الدولية.

10-6 أوجه عدم التيقن

في حالة ما إذا كان المقرب المرجعي هو الطريقة الأساسية لحساب انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من احتراق الوقود، فعندئذ يصبح من الممارسة السليمة إجراء تحليل لعدم التيقن.

1-10-6 بيانات الأنشطة

النسبة العامة لعدم التيقن في بيانات الأنشطة هي عبارة عن مجموع كل من الأخطاء التصنيفية والعشوائية. كما تقوم معظم الدول المتقدمة بإعداد أرصدة للإمداد بالطاقة، وهو ما يكفل إمكانية التحقق من الأخطاء التصنيفية. إلا إن الأخطاء التصنيفية في مثل هذه الحالات تكون ضئيلة بشكل عام. ومع ذلك، يمكن أن يحدث عدم استيفاء للحساب في الأماكن التي يقوم فيها الأفراد وصغار المنتجين باستخراج الوقود الأحفوري (عادةً ما يكون الفحم) لاستخدامهم الشخصي، وهو ما لا يدخل في نظام الحساب الرسمي. إلا إن الخبراء يعتقدون بأن عدم التيقن الناتج عن أخطاء بيانات الأنشطة الخاصة بالدول ذات الأنظمة الإحصائية المتطورة يمكن أن يقع في النطاق $\pm 5\%$ بالنسبة لأنواع معينة من الوقود. أما بالنسبة للدول ذات الأنظمة الأقل تطوراً لتجميع بيانات الطاقة، فقد يكون عدم التيقن في البيانات الخاصة بها كبيراً للغاية حيث أنه قد يصل إلى $\pm 10\%$ بالنسبة لنوع معين من الوقود.

2-10-6 محتويات الكربون والقيم الحرارية الصافية

ينشأ عدم التيقن المرتبط بمحتويات الكربون والقيم الحرارية الصافية عن عنصرين رئيسيين هما: دقة قياس القيم، ومقدار التغيير في مصدر الإمداد بالوقود وجودة العينة المأخوذة من الموارد المتوفرة. وبناءً عليه يمكن اعتبار الأخطاء التي تقع هي أخطاء عشوائية بالدرجة الأولى. كما إن عدم التيقن ينشأ في الأساس عن التغيير في تركيب الوقود. أما بالنسبة لأنواع الوقود المتداولة تجارياً، فمن المحتمل أن يكون عدم التيقن من البيانات الخاصة بها أقل منه بالنسبة لأنواع الوقود غير المتداولة تجارياً (انظر الجداول 1-2 و 1-3).

3-10-6 عوامل الأكسدة

لا تتوفر نطاقات افتراضية لعدم التيقن بالنسبة لعوامل الأكسدة. كما يمكن إعداد البيانات الخاصة بأوجه عدم التيقن في معاملات الأكسدة بناءً على المعلومات التي يوفرها كبار المستهلكين بشأن اكتمال الاحتراق في أنواع المعدات التي يستخدمونها.

المراجع

IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories (2000)
Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories