الفصل 3

الاحتراق المتحرك

المؤلفون

عرض مُجمل

كريستينا ديفيس والدرون (الولايات المتحدة الأمريكية)

جوشن هارنش (ألمانيا، أوزوالدو لوكون (البرازيل)، ر. سكوت ماكيبون (كندا)، شارون ب. سيل (الولايات المتحدة الأمريكية)، فابيان واجنر (ألمانيا، مايكل ب. والش (الولايات المتحدة الأمريكية)

النقل على غير الطرق المعبدة

كريستينا ديفيس والدرون (الولايات المتحدة الأمريكية)

جوشن هارنش (ألمانيا، أوزوالدو لوكون (البرازيل)، ر. سكوت ماكيبون (كندا)، شارون سيل (الولايات المتحدة الأمريكية)، فابيان واجنر (ألمانيا، مايكل ب. والش (الولايات المتحدة الأمريكية)

السكة الحديد

كريستينا ديفيس والدرون (الولايات المتحدة الأمريكية)

جوشن هارنش (ألمانيا، أوزوالدو لوكون (البرازيل)، ر. سكوت ماكيبون (كندا)، شارون ب. سيل (الولايات المتحدة الأمريكية)، فابيان واجنر (ألمانيا، مايكل ب. والش (الولايات المتحدة الأمريكية)

الملاحة البحرية

لورد ك. موريس (الولايات المتحدة الأمريكية)

لايف هوكستاد (الولايات المتحدة الأمريكية)، نيكلاس هوهن (ألمانيا)، جان هيوب (المنظمة الدولية للطيران المدني)، دافيد س. لي (المملكة المتحدة)، وكريستين ريبدال (النرويج)

الطيران المدني

لورد ك. موريس (الولايات المتحدة الأمريكية)

لايف هوكستاد (الولايات المتحدة الأمريكية)، نيكلاس هوهن (ألمانيا)، جان هيوب (المنظمة الدولية للطيران المدني)، دافيد س. لي (المملكة المتحدة)، وكريستين ريبدال (النرويج)

المؤلفون المساهمون

النقل البري والنقل على غير الطرق المعبدة والسكة الحديد

مانموهان كابش (الهند)

الملاحة البحرية والطيران المدني

دانيال م. الين (الولايات المتحدة الأمريكية)، ماري اليس لوك (الولايات المتحدة الأمركية)، ستيفان لوكاتشكو (الولايات المتحدة الأمريكية)، وستيليانوس بيماجوغلو (اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ)

المحتويات

3 الاحتراق المتحرك
3-1 عرض مُجمل 3-8
3-2 النقل البري 3-10
3-2-1 الموضوعات المنهجية 3-10
3-2-1-1 اختيار الطريقة 3-10
3-2-1-2 اختيار معاملات الانبعاث 3-16
3-2-1-3 اختيار بيانات الأنشطة 3-25
3-2-1-4 الاستيفاء 3-28
3-2-1-5 إعداد متسلسلات زمنية متسقة 3-29
3-2-2 تقييم أوجه عدم التيقن 3-29
3-2-3 ضمان/مراقبة جودة الحصر 3-31
3-2-4 التقارير والتوثيق 3-32
3-2-5 جداول الإبلاغ وأوراق العمل 3-32
3-3 النقل خارج الطرق المعبدة 3-32
3-3-1 الموضوعات المنهجية 3-32
3-3-1-1 اختيار الطريقة 3-32
3-3-1-2 اختيار معاملات الانبعاث 3-35
3-3-1-3 اختيار بيانات الأنشطة 3-36
3-3-1-4 الاستيفاء 3-37
3-3-1-5 إعداد متسلسلات زمنية متسقة 3-37
3-3-2 تقدير أوجه عدم التيقن 3-38
3-3-2-1 عدم التيقن المقترن ببيانات الأنشطة 3-38
3-3-3 ضمان/مراقبة جودة الحصر (QA/QC) 3-38
3-3-4 التقارير والتوثيق 3-39
3-3-5 جداول الإبلاغ وأوراق العمل 3-39
3-4 السكة الحديد 3-39
3-4-1 الموضوعات المنهجية 3-40
3-4-1-1 اختيار الطريقة 3-40
3-4-1-2 اختيار معاملات الانبعاث 3-42
3-4-1-3 اختيار بيانات الأنشطة 3-44
3-4-1-4 الاستيفاء 3-45
3-4-1-5 إعداد متسلسلات زمنية متسقة 3-45
3-4-1-6 تقدير أوجه عدم التيقن 3-45
3-4-2 ضمان/مراقبة جودة الحصر (QA/QC) 3-46
3-4-3 التقارير والتوثيق 3-46
3-4-4 جداول الإبلاغ وأوراق العمل 3-47

3-5 الملاحة البحرية 3-47
3-5-1 الموضوعات المنهجية 3-47
3-5-1-1 اختيار الطريقة 3-47
3-5-1-2 اختيار معاملات الانبعاث 3-50
3-5-1-3 اختيار بيانات الأنشطة 3-51
3-5-1-4 التطبيقات العسكرية 3-53
3-5-1-5 الاستيفاء 3-53
3-5-1-6 إعداد متسلسلات زمنية متسقة 3-53
3-5-1-7 تقدير أوجه عدم التيقن 3-54
3-5-2 ضمان/مراقبة جودة الحصر (QA/QC) 3-54
3-5-3 التقارير والتوثيق 3-55
3-5-4 جداول الإبلاغ وأوراق العمل 3-55
3-5-5 تعريفات المصطلحات المتخصصة 3-56
3-6 الطيران المدني 3-56
3-6-1 الموضوعات المنهجية 3-57
3-6-1-1 اختيار الطريقة 3-57
3-6-1-2 اختيار معاملات الانبعاث 3-64
3-6-1-3 اختيار بيانات الأنشطة 3-65
3-6-1-4 الطيران العسكري 3-66
3-6-1-5 الاستيفاء 3-68
3-6-1-6 إعداد متسلسلات زمنية متسقة 3-68
3-6-1-7 تقدير أوجه عدم التيقن 3-69
3-6-2 ضمان/مراقبة جودة الحصر (QA/QC) 3-69
3-6-3 التقارير والتوثيق 3-73
3-6-4 جداول الإبلاغ وأوراق العمل 3-73
3-6-5 تعريفات المصطلحات المتخصصة 3-74
المراجع 3-74

المعادلات

المعادلة 3-2-1 ثاني أكسيد الكربون الناتج عن النقل البري 3-12
المعادلة 3-2-2 ثاني أكسيد الكربون الناتج عن المحولات الحفازة العاملة باليورية 3-12
المعادلة 3-2-3 انبعاثات المستوى الأول من الميثان وأكسيد النتروز 3-13
المعادلة 3-2-3 انبعاثات المستوى الثاني من الميثان وأكسيد النتروز 3-13
المعادلة 3-2-3 انبعاثات المستوى الثالث من الميثان وأكسيد النتروز 3-15
المعادلة 3-2-6 إثبات استهلاك الوقود 3-26
المعادلة 3-3-1 تقدير انبعاثات المستوى 1 3-33
المعادلة 3-3-2 تقدير انبعاثات المستوى2 3-33
المعادلة 3-3-3 تقدير انبعاثات المستوى 3 3-34
المعادلة 3-3-4 الانبعاثات الناتجة عن المحولات الحفازة العاملة باليورية 3-35
المعادلة 3-4-1 الطريقة العامة لانبعاثات القاطرات 3-41
المعادلة 3-4-2 طريقة المستوى2 الخاصة بانبعاثات الميثان وأكسيد النتروز من القاطرات 3-42
المعادلة 3-4-3 مثال من المستوى3 على الطريقة الخاصة بانبعاثات الميثان وأكسيد النتروز من القاطرات 3-42
المعادلة 3-4-4 وزن معاملات انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز بالنسبة لتقنيات محددة 3-43
المعادلة 3-4-5 تقدير استهلاك الوقود في قاطرات المناورة 3-45
المعادلة 3-5-1 معادلة الملاحة البحرية 3-47
المعادلة 3-6-1 (المعادلة 1 للطيران) 3-59
المعادلة 3-6-2 (المعادلة 2 للطيران) 3-59
المعادلة 3-6-3 (المعادلة 3 للطيران) 3-59
المعادلة 3-6-4 (المعادلة 4 للطيران) 3-59
المعادلة 3-6-5 (المعادلة 5 للطيران) 3-59

الأشكال التوضيحية

الشكل 3-2-1 خطوات تقدير الانبعاثات الناتجة عن النقل البري 3-11
الشكل 3-2-2 شجرة القرارات الخاصة بانبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن احتراق الوقود في النقل البري 3-11
الشكل 3-2-3 شجرة القرارات الخاصة بانبعاثات الميثان وأكسيد النتروز من النقل البري 3-14
الشكل 3-3-1 شجرة قرارات لتقدير الانبعاثات من المركبات المستخدمة خارج الطرق المعبدة 3-34
الشكل 3-4-1 شجرة قرارات تقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من السكة الحديد 3-40
الشكل 3-4-2 شجرة قرارات تقدير انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز من السكة الحديد 3-41
الشكل 3-5-1 شجرة القرارات الخاصة بانبعاثات الملاحة البحرية 3-49
الشكل 3-6-1 شجرة القرارات الخاصة بتقدير انبعاثات الطائرات (تنطبق على جميع غازات الاحتباس الحراري) 3-60
الشكل 3-6-2 تقدير انبعاثات الطائرات باستخدام طريقة المستوى 2 3-62

الجداول

الجدول 3-1-1 تقسيم قطاعي تفصيلي لقطاع النقل 3-8

الجدول 3-2-1 معاملات الانبعاث الافتراضية لثاني أكسيد الكربون من النقل البري ونطاقات عدم التيقن..... 3-16

الجدول 3-2-2 المعاملات الافتراضية لانبعاثات أكسيد النتروز والميثان من النقل البري ونطاقات عدم التيقن [أ]..... 3-21

الجدول 3-2-3 معاملات انبعاثات أكسيد النتروز والميثان العاملة بالغازولين والديزل في الولايات المتحدة الأمريكية..... 3-22

الجدول 3-2-4 معاملات الانبعاث الخاصة بمركبات الوقود البديل (مج/كم)..... 3-23

الجدول 3-2-5 معاملات الانبعاث الخاصة بالمركبات الأوروبية العاملة بالغازولين والديزل (مج/كم)، موديلcopert iv 3-24

الجدول 3-3-1 معاملات الانبعاث الافتراضية للمصادر والآلات المتحركة خارج الطرق المعبدة[أ]..... 3-36

الجدول 3-4-1 معاملات الانبعاث الافتراضية بالنسبة لأكثر أنواع الوقود استخدامًا في النقل بالسكة الحديد 3-43

الجدول 3-4-2 معاملات وزن الملوثات كدوال لبارامترات تصميم المحرك بالنسبة للمحركات غير المراقبة (غير محددة الأبعاد)..... 3-43

الجدول 3-5-1 الهيكل البنائي لفئة المصدر 3-48

الجدول 3-5-2 معاملات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون 3-50

الجدول 3-5-3 المعاملات الافتراضية لانبعاثات الميثان وأكسيد النتروز من الملاحة البحرية..... 3-50

الجدول 3-5-4 *معايير تعريف الملاحة البحرية المحلية أو الدولية (تنطبق على كل مرحلة من الرحلة البحرية التي تمر على أكثر من ميناءين بحريين)* [*] 3-51

الجدول 3-5-5 متوسط استهلاك الوقود لكل نوع محرك (السفن> 500 grt) 3-52

الجدول 3-5-6 معاملات استهلاك الوقود، القدرة الكاملة..... 3-52

الجدول 3-6-1 فئات المصدر 3-58

الجدول 3-6-2 متطلبات البيانات بالنسبة للمستويات المختلفة..... 3-58

الجدول 3-6-3 التوافق ما بين الطائرات النموذجية وأنواع الطائرات الأخرى 3-63

الجدول 3-6-4 معاملات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون 3-64

الجدول 3-6-5 معاملات انبعاثات الغازات الأخرى غير ثاني أكسيد الكربون..... 3-64

الجدول 3-6-6 معايير تعريف الطيران الدولي أو المحلي (تنطبق على المراحل الفردية للرحلة التي تتضمن أكثر من عملية إقلاع وتحميل واحدة)..... 3-65

الجدول 3-6-7 معاملات انبعاثات الوقود بالنسبة للطائرات العسكرية..... 3-67

الجدول 3-6-8 استهلاك الوقود لكل ساعة طيران بالنسبة للطائرات العسكرية..... 3-67

الجدول 3-6-9 معاملات انبعاثات الهبوط والإقلاع بالنسبة للطائرات النموذجية..... 3-70

الجدول 3-6-10 معاملات انبعاثات أكاسيد النيتروجين بالنسبة لمختلف الطائرات في مستويات الرحلة 3-72

المربعات

المربع 3-2-3-1 أمثلة على استخدام الوقود الحيوي في النقل البري 3-18
المربع 3-2-3-2 تنقيح معاملات الانبعاث الخاصة بالمصادر المتحركة في الدول النامية 3-20
المربع 3-2-3-3 اتجاهات تلف (إهلاك) المركبة 3-28
المربع 3-2-3-4 احتراق زيوت التشحيم في المركبات 3-29
المربع 3-3-3-1 نموذج الانبعاثات من غير الطرق المعبدة (الوكالة الأمريكية لحماية البيئة)..... 3-37
المربع 3-3-3-2 التجربة الكندية مع نموذج الانبعاثات من غير الطرق المعبدة 3-38
المربع 3-4-3-1 مثال على مقترب المستوى 3 3-44

3 الاحتراق المتحرك

3-1 عرض مُجمل

ينبعث من المصادر المتحركة مباشرةً كميات كبيرة من غازات الاحتباس الحراري، ثاني أكسيد الكربون (CO_2) والميثان (CH_4) وأكسيد النتروز (N_2O) التي تنتج عن احتراق العديد من أنواع الوقود، ذلك بالإضافة إلى العديد من ملوثات الهواء الأخرى مثل أول أكسيد الكربون (CO) والمركبات العضوية المتطايرة غير الميثان (NMVOCs) وثاني أكسيد الكبريت (SO_2) والعناصر الجزيئية (PM) وأكاسيد النترات (NOx)، وهي تتسبب أو تسهم في تلوث الهواء على المستوى المحلي أو الإقليمي. يغطي هذا الفصل *الممارسة السليمة* فيما يتعلق بتطوير تقديرات خاصة لغازات الاحتباس الحراري المباشرة، ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النتروز. أما بالنسبة لغازات الاحتباس الحراري غير المباشرة والسلائف، أول أكسيد الكربون والمركبات العضوية المتطايرة غير الميثان وثاني أكسيد الكبريت والعناصر الجزيئية وأكاسيد النترات، يرجى الرجوع إلى الفصل 7 من المجلد 1؛ حيث إن هذا الفصل لا يتناول الانبعاثات غير الناتجة عن توليد الطاقة من تكييف الهواء في المركبات المتحركة التي يغطيها مجلد العمليات الصناعية واستخدام المنتجات (الفصل 7 من المجلد 3).

من السهل جدًا تقدير انبعاثات غاز الاحتباس الحراري من الاحتراق المتحرك عن طريق أنشطة النقل الرئيسية، مثل النقل البري والنقل على غير الطرق المعبدة والنقل الجوي والسكة الحديد والملاحة البحرية. يوضح وصف المصدر (الجدول 3-1-1) تنوع المصادر المتحركة ونطاق الخصائص التي تؤثر على معاملات الانبعاث. ولقد ساعدت الأعمال الحالية على تحديث وتعزيز البيانات. ولكن على الرغم من هذه التحسينات، فلا زالت هناك حاجة للمزيد من العمل لسد العديد من ثغرات معرفة الانبعاثات الناتجة عن أنواع معينة من المركبات وأوجه تأثير الخبرة المكتسبة في مجال التحكم الحفاز في انبعاثات مركبات النقل البري. وبالمثل فقد تحتاج المعلومات الخاصة بمعاملات الانبعاث الملائمة بالنسبة للنقل البري في الدول النامية لمزيد من الدعم، حيث يختلف عمر الأسطول والصيانة ومحتوى الكبريت وأنماط الاستخدام فيها عن نظائرها في الدول الصناعية.

الجدول 3-1-1
تقسيم قطاعي تفصيلي لقطاع النقل

الكود والاسم				الشرح
3أ1	*النقل*			الانبعاثات الناتجة عن احتراق وتبخير الوقود في جميع أنشطة النقل (باستثناء النقل العسكري) بغض النظر عن القطاع وهي محددة في الفئات الفرعية التالية. الانبعاثات الناتجة عن الوقود المباع لأي مركبة جوية أو بحرية مشتركة في النقل الدولي (3أ1أ1 ، 3أ1د1) يجب استثناؤها قدر الإمكان من المجاميع والمجاميع الفرعية في هذه الفئة ويجب الإبلاغ عنها بشكل منفصل.
3أ1	أ	الطيران المدني		الانبعاثات الناتجة عن الطيران المدني الدولي والمحلي بما في ذلك عمليات الإقلاع والهبوط. يتكون من الاستخدام التجاري المدني للطائرات، بما في ذلك: النقل الدوري والمؤجر للمسافرين والشحن، والحافلات الجوية والنقل المدني بوجه عام. يجب تحديد التقسيم الدولي أو المحلي بناءً على مواقع المغادرة والهبوط بالنسبة لكل مرحلة من الرحلة الجوية وليس وفقًا لجنسية شركة الطيران. يستثنى من ذلك استخدام الوقود للنقل على الأرض الذي يتم الإبلاغ عنه بموجبة الفئة 3أ1ه، وسائل نقل أخرى. كما يستثنى منه أيضًا الوقود المستخدم في الاحتراق الثابت بالمطارات؛ حيث يتم الإبلاغ عن هذه المعلومات في فئة الاحتراق الثابت الملائمة.
3أ1	أ	1	*الطيران الدولي (مستودعات الوقود الدولية)*	الانبعاثات الناتجة عن الرحلات الجوية التي تنطلق من بلد وتنتهي في بلد آخر. تشمل عمليات الإقلاع والهبوط الخاصة بمراحل الرحلة هذه. يمكن تضمين الانبعاثات الناتجة عن الطيران العسكري الدولي باعتبارها فئة فرعية منفصلة للطيران الدولي، بشرط تطبيق نفس الاختلاف التعريفي وتوفير البيانات اللازمة لدعم التعريف.
3أ1	أ	2	*الطيران المحلي*	الانبعاثات الناتجة عن رحلات الطيران المدني المحلية لنقل الركاب أو البضائع التي تبدأ وتنتهي في نفس البلد (تجاري أو خاص أو زراعي...وغيره)، يشمل ذلك عمليات الإقلاع والهبوط الخاصة بمراحل الرحلة الجوية هذه. لاحظ إن ذلك يمكن أن يشمل الرحلات الطويلة بين مطارين داخل البلد الواحد(مثل الرحلة الجوية من سان فرانسيسكو إلى هونولولو). لا يشمل الطيران العسكري الذي يمكن الإبلاغ عنه في3أ5ب.
3أ1	ب	النقل البري		جميع انبعاثات الاحتراق والتبخير الناتجة عن احتراق الوقود في النقل البري، بما في ذلك استخدام المركبات الزراعية على الطرق المرصوفة.
3أ1	ب	1	*السيارات*	الانبعاثات الناتجة عن السيارات المعينة أساسًا في سجل المركبات بالدولة لنقل الأشخاص والتي عادةً ما تكون سعتها 12 شخصًا أو أقل.
3أ1	ب	1	1 سيارات الركاب المجهزة بحفازات ثلاثية الأطوار	الانبعاثات الناتجة عن سيارات الركاب المجهزة بحفازات ثلاثية الأطوار.
3أ1	ب	1	2 سيارات الركاب غير المجهزة بحفازات ثلاثية الأطوار	الانبعاثات الناتجة عن سيارات ركاب غير المجهزة بحفازات ثلاثية الأطوار.

الجدول 3-1-1 (تابع)
تقسيم قطاعي تفصيلي لقطاع النقل

الكود والاسم					الشرح
1أ3	ب	2		*الشاحنات الخفيفة*	الانبعاثات الناتجة عن المركبات المعينة أساسًا في سجلات مركبات الدولة لنقل الحمولات الخفيفة أو المزودة بميزات خاصة مثل الدفع الرباعي في العمليات التي يتم إجراؤها خارج الطرق الممهدة. عادةً ما يتراوح الوزن الإجمالي للمركبة ما بين 3500 و3900 كج أو أقل.
1أ3	ب	2	1	الشاحنات الخفيفة المجهزة بحفازات ثلاثية الأطوار	الانبعاثات الناتجة عن الشاحنات الخفيفة المجهزة بحفازات ثلاثية الأطوار.
1أ3	ب	2	2	الشاحنات الخفيفة غير المجهزة بحفازات ثلاثية الأطوار	الانبعاثات الناتجة عن الشاحنات الخفيفة غير المجهزة بحفازات ثلاثية الأطوار.
1أ3	ب	3		*الشاحنات الثقيلة والحافلات*	الانبعاثات الناتجة عن أي مركبات معينة في دولة تسجيل المركبة. عادةً ما يتراوح الوزن الإجمالي للمركبة ما بين 3500 و3900 كج أو أكثر بالنسبة للشاحنات الثقيلة والحافلات التي تزيد حمولتها عن 12 راكبًا.
1أ3	ب	4		*الدرجات النارية*	الانبعاثات الناتجة عن أي مركبة مزودة بمحرك مخصصة للسير على الطرق على ثلاث عجلات أو عجلتين والتي يقل وزنها عن 680كج.
1أ3	**ب**	5		*الانبعاثات المتصاعدة من المركبات*	يشمل ذلك الانبعاثات المتصاعدة من المركبات (مثل سائل النقع الساخن وفاقد التشغيل). لكن تستثنى الانبعاثات الناتجة عن تزويد المركبات بالوقود.
1أ3	**ب**	6		*الحفازات التي تعمل باليورية*	انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن استخدام المواد الإضافية التي تعتمد على اليورية في محولات التحفيز (الانبعاثات غير المشتعلة)
1أ3	ج	السكة الحديد			الانبعاثات الناتجة عن النقل بالسكة الحديد بالنسبة لكل من خطوط نقل الركاب والبضائع.
1أ3	د	الملاحة البحرية			الانبعاثات الناتجة عن الوقود المستخدم لتسيير السفن البحرية، بما في ذلك الحوامات والزوارق الزلاقة على المسطحات المائية، لكن تستثنى منها سفن الصيد. يجب تحديد التقسيم الدولي أو المحلي على أساس ميناء المغادرة وميناء الوصول، وليس على أساس العلم الذي ترفعه السفينة أو جنسيتها.
1أ3	د	1		*الملاحة البحرية الدولية (مستودعات الوقود الدولية)*	الانبعاثات الناتجة عن الوقود المستخدم في جميع السفن مختلفة الجنسيات المشتركة في الملاحة البحرية الدولية. وتجرى الملاحة الدولية في البحر وفي البحيرات والمجاري المائية الداخلية وفي المياه الساحلية. تشمل الانبعاثات الناتجة عن الرحلات التي تنطلق من بلد معين وتنتهي في بلد آخر. لكن يستثنى منها ما تستهلكه سفن الصيد من وقود (انظر القطاع الآخر – الصيد). يمكن تضمين الانبعاثات الناتجة عن الملاحة العسكرية البحرية كفئة فرعية منفصلة للملاحة البحرية الدولية، بشرط تطبيق نفس قواعد التعريف وتوفير البيانات اللازمة لدعم التعريف.
1أ3	د	2		*الملاحة البحرية المحلية*	الانبعاثات الناتجة عن الوقود المستخدم عن طريق السفن بمختلف جنسياتها التي تنطلق وتنتهي في نفس الدولة (باستثناء الصيد، الذي يجب الإبلاغ عنه في الفئة 1أ4ج3، والنقل العسكري الذي يجب الإبلاغ عنه في الفئة 1أ5ب). لاحظ إن ذلك قد يشمل الرحلات الطويلة بين ميناءين في الدولة الواحدة (مثل الرحلة ما بين سان فرانسيسكو وهونولولو).
1أ3	ه	وسائل نقل أخرى			انبعاثات الاحتراق الناتجة عن جميع أنشطة النقل المتبقية بما في ذلك النقل عبر خطوط الأنابيب والأنشطة الأرضية في المطارات والموانئ، والأنشطة الأخرى خارج الطرق المعبدة والتي لم يتم الإبلاغ عنها في الفئة 1أ4ج ، الزراعة، أو 1أ2، الصناعات التصنيعية والشييد. يجب الإبلاغ عن النقل العسكري في الفئة 1أ5 (انظر 1أ5، غير محددة).
1أ3	ه	1		*النقل عبر خطوط الأنابيب*	انبعاثات الاحتراق الناتجة عن تشغيل محطات الضخ وصيانة الأنابيب. يشمل النقل عبر خطوط الأنابيب نقل الغازات والسوائل والرزع والسلع الأخرى عبر خطوط الأنابيب. يستثنى من ذلك توزيع الغاز الطبيعي والمصنع والماء أو البخار من الموزع إلى المستخدمين النهائيين ويجب الإبلاغ عنه في الفئة 1أ1ج2 أو 1أ4أ.
1أ3	ه	2		*خارج الطرق المعبدة*	انبعاثات الاحتراق الناتجة عن وسائل النقل الأخرى باستثناء النقل عبر خطوط الأنابيب.
1أ4	ج	3		صيد السمك (الاحتراق المتحرك)	الانبعاثات الناتجة عن احتراق الوقود في معدات صيد السمك على الحدود وعلى السواحل وفي أعماق البحار. يجب أن يشمل صيد السمك جميع المراكب مختلفة الجنسيات التي تم إعادة تزويدها بالوقود في الدولة (يشمل صيد السمك في المياه الدولية).

الجدول 3-1-1 (تابع)
تقسيم قطاعي تفصيلي لقطاع النقل

الكود والاسم				الشرح
1أ5	أ		*ثابت وغير محدد*	الانبعاثات الناتجة عن احتراق الوقود في المصادر الثابتة التي لم يتم تحديدها في أي مكان أخرى.
1أ5	ب		*متحرك وغير محدد*	الانبعاثات المتحركة الناتجة عن المركبات والآلات البحرية والجوية الأخرى (غير مضمنة في 1أ4ج2 أو في أي مكان أخر). تشمل الانبعاثات الناتجة عن الوقود المستخدم في الملاحة الجوية والبحرية عن طريق القوات المسلحة بالدولة والوقود المنقول داخل هذه الدولة لكن للاستخدام عن طريق القوات المسلحة لدول أخرى غير مشتركة.
			العمليات المتعددة الأطراف (بند مذكرة)	العمليات المتعددة الأطراف الانبعاثات الناتجة عن الوقود المستخدم في الملاحة الجوية والبحرية في العمليات المتعددة الأطراف الموافقة لميثاق الأمم المتحدة. تشمل الانبعاثات الناتجة عن الوقود المسلم للقوات المسلحة للدولة والمنقول إلى القوات المسلحة للدول الأخرى.

2-3 النقل البري

تشمل فئة المصدر المتحرك "النقل البري" جميع أنواع المركبات الخفيفة، مثل السيارات والشاحنات الخفيفة، والمركبات الثقيلة، مثل جرارات المقطورات والحافلات، والدرجات البخارية المستخدمة على الطرق المعبدة (مثل الدرجات صغيرة المحركات والدرجات البخارية المنخفضة والدرجات ثلاثية العجلات). تعمل هذه المركبات بأنواع وقود مختلفة في شكل غاز أو سائل. وبالإضافة إلى الانبعاثات الناتجة عن احتراق الوقود، يتناول هذا القسم الانبعاثات ذات الصلة باستخدام المحول الحفازي في المركبات المستخدمة على الطرق المعبدة (مثل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من المحولات الحفازة التي تعمل باليورية)[1] .

1-2-3 الموضوعات المنهجية

لم تخضع المنهجيات الأساسية لتقدير انبعاثات غاز الاحتباس الحراري من المركبات المستخدمة على الطرق المعبدة والمقدمة في القسم 3-2-1-1 للتغيير منذ نشر *الخطوط التوجيهية للهيئة لعام 1996 ودليل الممارسات السليمة لعام 2000*؛ إلا إن معاملات الانبعاث الحالية تفترض الأكسدة الكاملة للوقود، كما تناوله القسم 3-2-1-2. وذلك للاتساق مع فصل الاحتراق الثابت في هذا المجلد. لكن لم نتناول في السابق طريقة تقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من المحولات الحفازة التي تعمل باليورية التي تمثل أحد مصادر الانبعاثات.

يمكن أن تعتمد الانبعاثات المقدرة من النقل البري على مجموعتين مستقلتين من البيانات: كمية الوقود المباعة (انظر القسم 3-2-1-3) وعدد الكيلومترات التي تقطعها المركبة. في حالة توفر هذين العنصرين فينبغي التحقق من تشابههما، وإلا أصبحت تقديرات الغازات المختلفة غير متسقة. خطوة الإثبات (الشكل 3-2-1) موضحة في الأقسام 3-2-1-3 و3-2-3. كم إنه من *الممارسة السليمة* أن يتم الإثبات في حالة توفر عدد الكيلومترات التي تقطعها المركبة.

1-1-2-3 اختيار الطريقة

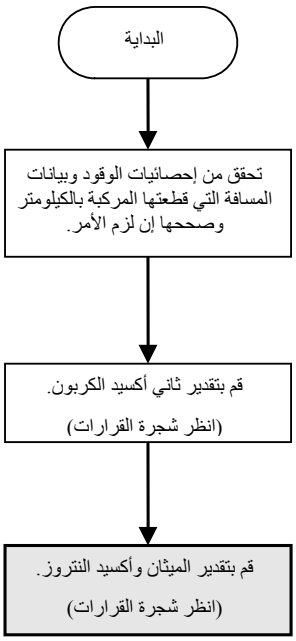
يمكن تقدير الانبعاثات إما من خلال الوقود المحترق (متمثلاً في الوقود المباع) أو المسافات التي تقطعها المركبات. عمومًا، يصبح من المناسب استخدام المقترب الأول (الوقود المباع) بالنسبة لثاني أكسيد الكربون، بينما أن المقترب الثاني (المسافة المقطوعة حسب نوع المركبة ونوع الطريق) يلائم الاستخدام مع الميثان وأكسيد النتروز.

انبعاثات ثاني أكسيد الكربون

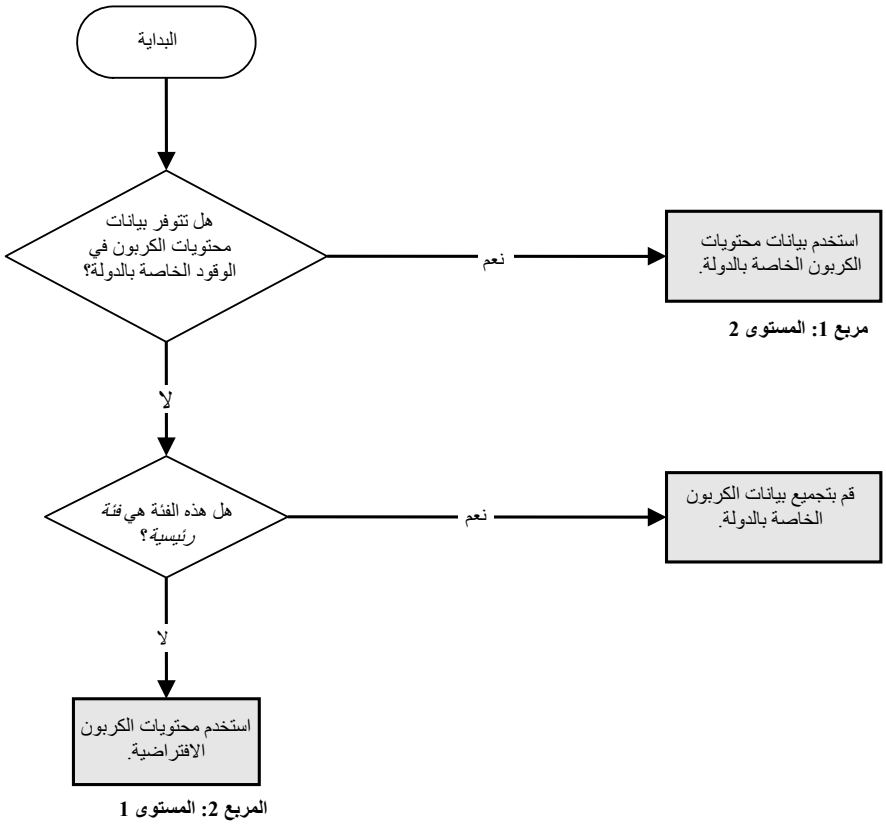
يفضل حساب انبعاثات ثاني أكسيد الكربون على أساس مقدار ونوع الوقود المحترق (عادةً ما يساوي الوقود المباع، انظر القسم 3-2-1-3) ومحتوى الكربون به. يوضح الشكل 3-2-2 شجرة القرارات الخاصة بثاني أكسيد الكربون والمستخدمة لاختيار إما مقترب المستوى الأول أو مقترب المستوى الثاني. وفيما يلي توضيحًا لكل مستوى.

[1] يرتبط استهلاك اليورية بالنسبة للمحولات الحفازة في المركبات البرية بشكل مباشر باستهلاك المركبة من الوقود وبالتكنولوجيا المستخدمة.

الشكل 3-2-1 خطوات تقدير الانبعاثات الناتجة عن النقل البري



الشكل 3-2-2 شجرة القرارات الخاصة بانبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن احتراق الوقود في النقل البري



ملاحظة: انظر المجلد 1، الفصل 4 "الاختيار المنهجي والفئات الرئيسية" (مع ملاحظة القسم 2-1-4 الخاص بالموارد المحدودة) لمناقشة *الفئات الرئيسية* واستخدام شجرات القرارات.

يتم حساب انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في مقترب المستوى الأول من خلال تقدير الوقود المباع والضرب في معامل الانبعاثات الافتراضي لثاني أكسيد الكربون. وتوضح المعادلة 3-2-1 هذا المقترب .

المعادلة 3-2-1
ثاني أكسيد الكربون الناتج عن النقل البري

$$Emission = \sum_a [Fuel_a \bullet EF_a]$$

حيث:

Emission = انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (بالكيلوجرام)

$Fuel_a$ = الوقود المباع (بالتيرا جول)

EF_a = معامل الانبعاثات (كج/تيرا جول). وهو ما يعادل حاصل ضرب محتوى الكربون في 12/44.

a = نوع الوقود (البنزين أو الديزل أو الغاز الطبيعي أو غاز البترول المسال...إلخ)

يأخذ معامل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في عين الاعتبار مجموع المحتوى الكربوني في الوقود بما في ذلك الكربون المنبعث كثاني أكسيد كربون والميثان وأول أكسيد الكربون والمواد العضوية المتطايرة غير الميثان والمواد الجزيئية[2]. يجب الإبلاغ عن أي محتوى كربون في الوقود المشتق من الكتلة الحيوية باعتباره بند معلومات ولا يتم تضمينه في المجاميع القطاعية أو الوطنية لتجنب الازدواجية في الحساب، حيث إن صافي الانبعاثات من الكتلة الحيوية محسوب بالفعل في قطاع الزراعة والحراجة واستعمالات الأرض الأخرى (انظر القسم 3-2-1-4، الاستيفاء).

يعتبر نهج المستوى الثاني هو نفسه المستخدم في المستوى الأول باستثناء استخدام النسبة الخاصة بالدولة من محتوى الكربون في الوقود المباع في النقل البري. نستمر في تطبيق المعادلة 3-2-1 إلا أن معامل الانبعاثات يعتمد على المحتوى الفعلي للكربون في الوقود المستهلك (كما يتضح من الوقود المباع) في الدولة خلال سنة الحصر. يمكن أن يتم ضبط معاملات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في المستوى الثاني حتى يتثنى معاملة الكربون غير المؤكسد أو الكربون المنبعث كغاز غير ثاني أكسيد الكربون.

كما لا يوجد مستوى ثالث، حيث إنه من غير الممكن أن يتم الحصول على نتائج أفضل كثيرًا بالنسبة لثاني أكسيد الكربون إلا باستخدام المستوى الثاني الحالي. ومن أجل الإقلال من أوجه عدم التيقن، يجب أن تتركز الجهود على محتوى الكربون وعلى تحسين البيانات الخاصة بالوقود المباع. يوجد عنصر عدم تيقن أخر يتمثل في استخدام وقود النقل في أغراض أخرى غير النقل البري.

انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الحفازات التي تعمل باليورية

من *الممارسة السليمة*، بالنسبة لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن استخدام المواد المضافة المعتمدة على اليورية في المحولات الحفازة (الانبعاثات الناتجة عن غير الاحتراق)، أن يتم استخدام المعادلة 3-2-2:

المعادلة 3-2-2
ثاني أكسيد الكربون الناتج عن المحولات الحفازة العاملة باليورية

$$Emission = Activity \bullet \frac{12}{60} \bullet Purity \bullet \frac{44}{12}$$

حيث:

Emissions = انبعاثات CO_2 من المادة المضافة المعتمدة على اليورية في المحولات الحفازة (بالجيجا جول من CO_2)

Activity = مقدار المادة المضافة المعتمدة على اليورية والمستهلكة في المحولات الحفازة (جيجا جول)

Purity = جزء الكتلة (= النسبة المئوية مقسومة على 100) من اليورية في المادة المعتمدة على اليورية

يحتفظ المعامل (60/12) بالتحويل المتكافئ من اليورية ($CO(NH_2)_2$) إلى كربون، بينما يحول المعامل (12/44) الكربون إلى ثاني أكسيد كربون. يتراوح مستوى الأنشطة في المتوسط ما بين 1 إلى 3 في المائة من استهلاك المركبات للديزل. يمكن اعتبار نسبة 32.5 في المائة عامل نقاء افتراضي في حالة عدم توافر القيم الخاصة بالدولة (بيكهام، 2003). حيث يعتمد ذلك على خصائص المواد المستخدمة، ولا توجد مستويات خاصة بهذا المصدر.

[2] يشير أحد بحوث أرصدة كتلة الكربون للسيارات والشاحنات الخفيفة العاملة بالغازولين في الولايات المتحدة الأمريكية إلى إنه "جزء الكربون الصلب (غير المؤكسد) يمثل كمية ضئيلة"، الوكالة الأمريكية لحماية البيئة (2004أ). لا يشمل ذلك المحركات ثنائية الأشواط أو أنواع الوقود الأخرى غير البنزين. توجد المزيد من المناقشات لافتراض الأكسدة بنسبة 100 في المائة في القسم 1.4.2.1 من فصل المقدمة بمجلد الطاقة.

انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز

ويصعب بدرجة أكبر تقدير انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز بدقة عن تلك الخاصة بثاني أكسيد الكربون، حيث إن معاملات الانبعاث تعتمد على تقنية المركبة والوقود وخصائص التشغيل. يمكن أن يكون كل من بيانات الأنشطة التي تعتمد على المسافة (عدد الكيلومترات التي تقطعها المركبة) والاستهلاك التفصيلي للوقود أقل تأكيدًا إلى حد بعيد عن إجمالي الوقود المباع.

تتأثر انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز كثيرًا بطريقة توزيع تكنولوجيات الحد من الانبعاثات في أسطول المركبات. وهكذا تستخدم المستويات الأعلى أحد المقتربات يعتمد على أنواع المركبات المختلفة وتكنولوجيات السيطرة على التلوث المختلفة المستخدمة فيها.

بالرغم من إن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الكربون الحيوي غير مضمنة في المجاميع الوطنية، إلا إن احتراق الوقود الحيوي في المصادر المتحركة ينتج عنه انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز بشرية المصدر التي يجب حسابها والإبلاغ عنها في تقديرات الانبعاثات.

توضح شجرة القرارات في الشكل 3-2-3 اختيار طريقة حساب انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز. يجب على القائم بتجميع بيانات الحصر اختيار الطريقة حسب توافر البيانات ونوعيتها. كما إن المستويات محددة في المعادلات 3-2-3 و3-2-5 الموضحة أدناه.

يمكن استخدام ثلاثة مقتربات بديلة لتقدير انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز من النقل البري: يعتمد أحدهما على عدد كيلومترات المركبة بينما يعتمد الآخرون على الوقود المباع. كما يتطلب مقترب المستوى الثالث بيانات تفصيلية خاصة بالدولة لإعداد معاملات انبعاثات اعتمادًا على الأنشطة بالنسبة للفئات الفرعية الخاصة بالمركبة وقد يشمل النماذج الوطنية. تحسب الانبعاثات في المستوى الثالث بضرب معاملات الانبعاث في مستويات أنشطة المركبة (مثل عدد كيلومترات المركبة) بالنسبة لكل فئة فرعية خاصة بالمركبات وأنواع الطرق المحتملة. تعتمد الفئات الفرعية للمركبات على نوع وعمر المركبة وتقنية السيطرة على الانبعاثات المستخدمة فيها. كما يستخدم مقترب المستوى الثاني معاملات الانبعاث المعتمدة على الوقود والمحددة للفئات الفرعية الخاصة بالمركبات. يمكن استخدام المستوى الأول الذي يستخدم معاملات انبعاثات تعتمد على الوقود في حالة تعذر تقدير استهلاك الوقود حسب نوع المركبة.

يمكن أن تكون المعادلة الخاصة بطريقة المستوى الأول بالنسبة لتقدير انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز من النقل البري كالتالي:

المعادلة 3-2-3
انبعاثات المستوى الأول من الميثان وأكسيد النتروز

$$Emission = \sum_{a} [Fuel_a \bullet EF_a]$$

حيث:

Emissions = حجم الانبعاثات (بالكيلوجرام)

EF_a = معامل الانبعاثات (كج/تيرا جول)

$Fuel_a$ = الوقود المستهلك، (تيرا جول) (كما يتضح من حجم الوقود المباع)

a = نوع الوقود a (مثل الديزل والغازولين والغاز الطبيعي وغاز البترول المسال)

تتضمن المعادلة 3-2-3 الخاصة بطريقة المستوى الأول الخطوات التالية:

الخطوة 1 : تحديد مقدار الوقود المستهلك حسب نوع الوقود بالنسبة للنقل البري وباستخدام البيانات الوطنية أو باستخدام مصادر البيانات الدولية الخاصة بالوكالة الدولية للطاقة والأمم المتحدة (يجب الإبلاغ عن جميع القيم في وحدات التيرا جول).

الخطوة 2 : بالنسبة لنوع الوقود، يتم ضرب كمية الوقود المستهلك في معاملات انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز الافتراضية الملائمة. يمكن التعرف على معاملات الانبعاث الافتراضية من القسم 3-2-1-2 التالي (معاملات الانبعاث).

الخطوة 3 : يتم حساب انبعاثات كل ملوث في جميع أنواع الوقود.

معادلة الانبعاثات الخاصة بالمستوى الثاني هي كالتالي:

المعادلة 3-2-4
انبعاثات المستوى الثاني من الميثان وأكسيد النتروز

$$Emission = \sum_{a,b,c} [Fuel_{a,b,c} \bullet EF_{a,b,c}]$$

حيث:

Emission = حجم الانبعاثات (بالكيلوجرام)

$EF_{a,b,c}$ = معامل الانبعاثات (كج/تيرا جول)

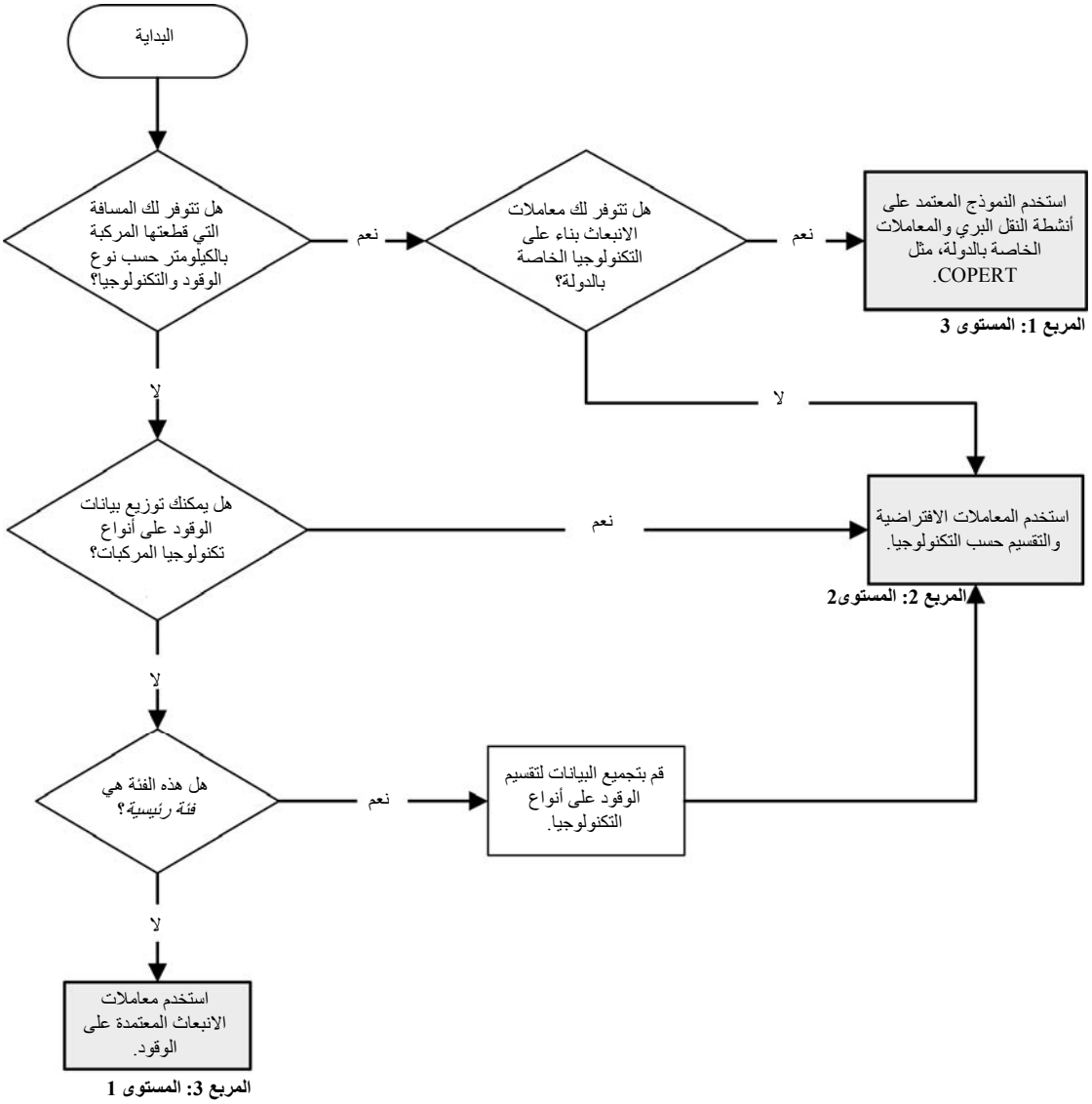
$Fuel_{a,b,c}$ = الوقود المستهلك (تيرا جول) (كما يتضح من خلال الوقود المباع) بالنسبة لأنشطة مصدر متحرك محدد

a = نوع الوقود (مثل الديزل والغازولين والغاز الطبيعي وغاز البترول المسال)

b = نوع المركبة

c = تكنولوجيا الحد من الانبعاثات (مثل المحول الحفاز غير الخاضع للسيطرة...إلخ)

الشكل 3-2-3 شجرة القرارات الخاصة بانبعاثات الميثان وأكسيد النتروز من النقل البري



ملاحظات:

1- انظر المجلد 1، الفصل 4 "الاختيار المنهجي والفئات الرئيسية" (مع ملاحظة القسم 4-1-2 الخاص بالموارد المحدودة) لمناقشة *الفئات الرئيسية* واستخدام شجرات القرارات.

2- يجب تطبيق شجرة القرارات *والفئة الرئيسية* على انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز بشكل منفصل.

يجب أن يتفق نوع المركبة مع تصنيف الإبلاغ 1أ3ب (من 1 إلى 4) (مثل سيارات الركاب، والشاحنات الخفيفة، والشاحنات الثقيلة والدرجات النارية)، كما يفضل أن يتم تقسيمه حسب عمر المركبة (مثل المركبات التي يصل عمرها إلى 3 سنوات، والتي تتراوح ما بين 3 و8 سنوات، والتي يزيد عمرها عن 8 سنوات) لإمكانية تصنيف المركبات حسب تكنولوجيا السيطرة على التلوث (مثال: عن طريق عن طريق استنتاج اتخاذ التقنية كدالة لسنة تطبيق السياسة). يجب تقسيم أنواع الوقود حسب محتوى الكبريت- إن أمكن- لإتاحة وصف فئات المركبات وفقًا لنظام السيطرة على الانبعاثات، حيث يعتمد تشغيل نظام السيطرة على الانبعاثات على استخدام أنواع من الوقود تحتوي على نسبة منخفضة من الكبريت خلال دورة الحياة الكاملة للنظام[3]. عدم أخذ هذه الجوانب في عين الاعتبار قد يقود إلى انخفاض تقدير الميثان. ويسري ذلك على المستويين الثاني والثالث.

معادلة الانبعاثات الخاصة بالمستوى الثالث هي كالتالي:

المعادلة 3-2-5
انبعاثات المستوى الثالث من الميثان وأكسيد

$$Emission = \sum_{a,b,c,d}[Distance_{a,b,c,d} \bullet EF_{a,b,c,d}] + \sum_{a,b,c,d} C_{a,b,c,d}$$

حيث:

Emission = انبعاثات الميثان أو أكسيد النتروز (بالكيلوجرام)

$EF_{a,b,c,d}$ = معامل الانبعاثات (كج/كم)

$Distance_{a,b,c,d}$ = المسافة المقطوعة خلال تشغيل المحرك المتوازن حراريًا بالنسبة لأنشطة مصدر متحرك محدد (كم)

$C_{a,b,c,d}$ = الانبعاثات الناتجة خلال مرحلة تسخين المحرك (البداية الباردة) (بالكيلوجرام)

a = نوع الوقود (مثل الديزل والغازولين والغاز الطبيعي وغاز البترول المسال)

b = نوع المركبة

c = تكنولوجيا السيطرة على الانبعاثات (مثل المحول الحفاز غير المتحكم فيه...إلخ)

d = ظروف التشغيل (مثل نوع الطريق الحضري أو الريفي، أو المناخ، أو العوامل البيئية)

قد يتعذر التقسيم حسب نوع الطريق، يمكن في هذه الحالة إسقاط هذا التقسيم . عادةً ما يتم استخدام نماذج انبعاثات مثل نماذج USEPA MOVES أو MOBILE، أو نموذج COPERT الخاص بالوكالة الدولية للطاقة (USEPA 2005a وUSEPA 2005b وEEA 2005 على التوالي). يشمل ذلك نماذج تفصيلية للأسطول تتيح إمكانية أخذ عدد من أنواع المركبات وتقنيات السيطرة على الانبعاثات في عين الاعتبار، بالإضافة إلى نماذج أسطول لتقدير عدد الكيلومترات التي تقطعها هذه الأنواع من المركبات. يمكن أن تساعد نماذج الانبعاثات على ضمان الاتساق والشفافية حيث يمكن تثبيت إجراءات الحساب في مجموعات برامج قابلة للاستخدام. ومن الممارسة السليمة التوثيق الواضح لأي تعديلات تطرأ على النماذج الموحدة.

تحدث الانبعاثات الإضافية عند برودة المحركات، وهو ما يمكن أن يسهم بدرجة كبيرة في مجموعة الانبعاثات الناتجة عن مركبات النقل البري. كما يجب إضافتها إلى نماذج المستوى الثالث. يتم حساب مجموع الانبعاثات عن طريق جمع انبعاثات المراحل المختلفة، وهي تشغيل المحرك المتوازن حراريًا (ساخن) ومرحلة التسخين (بدء التشغيل على البارد) – المعادلة 3-2-5 أعلاه. بدايات التشغيل على البارد هي بدايات تشغيل المحرك عندما تكون درجة حرارة المحرك أقل منها عند بدء تشغيل الحفاز (حد إيقاف التشغيل الخفيف، 300° درجة مئوية تقريبًا) أو قبل وصول المحرك إلى درجة حرارة التشغيل العادية بالنسبة للمركبات غير المزودة بحفازات. وهي ذات مستويات أعلى من انبعاثات الميثان (وأول أكسيد الكربون والهيدروكربون). أظهر البحث أن المتوسط التقريبي لمدة وضع التشغيل على البارد هو مابين 180إلى 240 ثانية. بناءً عليه يجب تطبيق معاملات انبعاثات بدء التشغيل على البارد على هذه المرحلة الأولى من رحلة المركبة (3 كم تقريبًا) فقط ثم تطبيق معاملات انبعاثات التشغيل. يرجى الرجوع إلى USEPA (2004b) و EEA (2005a) للمزيد من التفاصيل. توجد طرق مختلفة لتحديد كميات انبعاثات بدء التشغيل على البارد. يوضح الجدول 3-2-3 (USEPA 2004b) انبعاثات إضافية لكل بداية تشغيل. ويضاف ذلك إلى انبعاثات التشغيل ويتطلب معرفة عدد مرات بدء التشغيل لكل مركبة في العام[4]. وهو ما يمكن استنتاجه من خلال معرفة متوسط طول الرحلة. ويتضمن نموذج COPERT تصحيحات معتمدة على درجة الحرارة وأكثر تعقيدًا لبدء التشغيل على البارد (EEA 2000) بالنسبة للميثان.

[3] ينطبق ذلك بشكل خاص على الدول التي يباع بها وقود ذو محتويات مختلفة من الكربون (مثل الديزل "العاصمي"). تتطلب بعض أنظمة المراقبة (مثل المحولات الحفازة لعادم الديزل) استخدام أنواع من الوقود تحتوي على نسبة منخفضة جدًا من الكبريت (مثل الديزل الذي يحتوي على 50 جزءًا في المليون من الكبريت أو أقل) للتشغيل. حيث تؤدي المستويات الأعلى من الكبريت إلى إتلاف هذه الأنظمة وزيادة انبعاثات الميثان وأكاسيد النيتروجين والجزيئات والهيدروكربونات. لا تساعد الحفازات التالفة على تحويل أكاسيد النيتروجين إلى نيتروجين نقي بشكل فعال، وهو ما قد ينتج عنه تغييرات في معدلات انبعاث أكسيد النتروز. كما قد ينتج ذلك أيضًا عن الاستعمال الخاطئ غير المنتظم لوقود يحتوي على نسبة عالية من الكبريت.

[4] تفترض هذه الطريقة البسيطة لإضافة بدء التشغيل على البارد إلى انبعاثات التشغيل (= عدد عمليات بدء التشغيل × معامل بدء التشغيل على البارد) أن مسافة الرحلات الفردية أطول من 4 كم.

تتضمن كلتا المعادلتين 3-2-4 و3-2-5 الخاصة بطرق المستويات الثاني والثالث الخطوات التالية:

الخطوة 1 : احتساب كمية الوقود المستهلك حسب نوع الوقود بالنسبة للبيانات الوطنية لاستخدام النقل البري (يجب الإبلاغ عن جميع القيم بوحدات التيرا جول: يرجى الرجوع أيضًا إلى القسم 3-2-1-3)

الخطوة 2: تقسيم بيانات الوقود أو المسافة التي قطعتها المركبة بالكيلومتر وفقًا لفئات المركبة والوقود المستخدم. يجب الأخذ بعين الاعتبار أن الانبعاثات والمسافة المقطوعة سنويًا تتفاوت وفقًا لعمر المركبة؛ حيث إن المركبات الأقدم عادةً ما تقطع مسافات أقل لكن يمكن أن تنبعث منها كمية أكبر من الميثان لكل وحدة نشاط. ويمكن تحويل بعض المركبات للعمل بنوع مختلف من الوقود غير الذي صممت في الأصل للعمل به.

الخطوة 3: ضرب كمية الوقود المستهلك (المستوى الثاني) أو المسافة المقطوعة (المستوى الثالث)، حسب نوع المركبات أو تكنولوجيا السيطرة على التلوث في معامل الانبعاثات الملائم بالنسبة لكل نوع. يمكن استخدام معاملات الانبعاث الموضحة في قاعدة بيانات معامل الانبعاثات الخاصة بالهيئة أو في الجداول من 3-2-3 إلى 3-2-5 باعتبارها نقطة بداية. ومع ذلك، يُنصح القائم بتجميع بيانات الحصر بالاستعانة بمصادر البيانات الأخرى التي تمت الإشارة إليها في هذا الفصل أو البيانات المتاحة على المستوى المحلي قبل اختيار معاملات الانبعاث الوطنية الملائمة بالنسبة لفئة فرعية محددة. يمكن أن تمثل برامج الفحص والصيانة المحددة مصدرًا جيدًا للبيانات المحلية.

الخطوة 4 : بالنسبة لمقتربات المستوى الثالث لتقدير انبعاثات بداية التشغيل على البارد.

الخطوة 5 : جمع بيانات الانبعاثات بالنسبة لجميع أنواع الوقود والمركبات، بما في ذلك جميع مستويات السيطرة على الانبعاثات، لتحديد مجموع الانبعاثات من النقل البري.

3-2-1-2 اختيار معاملات الانبعاث

يجب على القائمين بتجميع بيانات الحصر أن يختاروا معاملات انبعاثات افتراضية (المستوى الأول) أو خاصة بالدولة (المستوى الثاني والثالث) وفقًا لتطبيق شجرات القرارات التي تأخذ بعين الاعتبار نوع ومستوى تحليل بيانات الأنشطة المتاحة بالنسبة لبلدهم.

انبعاثات ثاني أكسيد الكربون

تعتمد معاملات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون على محتوى الكربون في الوقود ويجب أن تمثل أكسدة كربون الوقود بنسبة 100 في المائة. من *الممارسة السليمة* اتباع هذا المقترب الذي يستخدم قيمًا حرارية صافية خاصة بالدولة وبيانات معامل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون إن أمكن. القيمة الحرارية الصافية الافتراضية للوقود ومعاملات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (في الجدول 3-2-1 أدناه) ترد في الجداول 1-2 و1-4 على التوالي في فصل المقدمة من هذا المجلد ويمكن استخدامها في حالة عدم توفر البيانات الخاصة بالدولة. ينصح القائمون بتجميع بيانات الحصر بالرجوع إلى قاعدة بيانات معامل الانبعاث الخاصة بالهيئة (EFDB، انظر المجلد 1) بالنسبة لمعاملات الانبعاث القابلة للتطبيق. ومن *الممارسة السليمة* أن يتم التأكد من أن معاملات الانبعاث الافتراضية، في حالة تحديدها، ملائمة لنوعية وتركيب الوقود المحلي.

الجدول 3-2-1
معاملات الانبعاث الافتراضية لثاني أكسيد الكربون من النقل البري ونطاقات عدم التيقن

نوع الوقود	افتراضي (كج/تيرا جول)	الحد الأدنى	الحد الأعلى
غازولين المحركات	69 300	67 500	73 000
زيت الغاز/الديزل	74 100	72 600	74 800
الغازات البترولية المسالة	63 100	61 600	65 600
الكيروسين	71 900	70 800	73 700
زيوت التشحيم	73 300	71 900	75 200
الغاز الطبيعي المضغوط	56 100	54 300	58 300
الغاز الطبيعي المسال	56 100	54 300	58 300

المصدر: الجدول 1-4 من فصل المقدمة في مجلد الطاقة.

ملاحظات:

[أ] القيم التي تمثل أكسدة محتوى الكربون في الوقود بنسبة 100 في المائة.

[ب] انظر المربع 3-2-4، احتراق زيوت التشحيم في المركبات، للتعرف على التوجيهات الخاصة باستخدام زيوت التشحيم.

في المستوى الأول، يجب أن تفترض معاملات الانبعاث أكسدة محتوى الكربون في الوقود بنسبة 100 في المائة أثناء عملية الاحتراق أو بعدها على الفور (بالنسبة لجميع أنواع الوقود في المركبات)، بغض النظر عن انبعاث ثاني أكسيد الكربون في صورة ثاني أكسيد

انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الوقود الحيوي

تم تناول استخدام الوقود الحيوي السائل والغازي في تطبيقات الاحتراق المتحرك (انظر الجدول 3-2-1). يجب استخدام معاملات الانبعاث الخاصة بالوقود الحيوي، في حالة توفر بيانات الأنشطة الخاصة باستخدام الوقود الحيوي، للتعامل مع الانبعاثات ذات الصلة من الوقود الحيوي المحترق في النقل البري على النحو الملائم. كما يتم تناول انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن احتراق الكربون الحيوي لهذه الأنواع من الوقود في قطاع الزراعة والحراجة واستعمالات الأرض الأخرى ويجب الإبلاغ عنها بشكل منفصل باعتبارها بند معلومات. ولتجنب ازدواجية الحساب، يجب على القائم بتجميع بيانات الحصر أن يقوم بتحديد نسب الكربون الأحفوري في مقابل الكربون الحيوي في أي خليط وقود يعتبر تجاريًا وبالتالي تضمينها في الحصر.

يوجد عدد من الخيارات المختلفة بالنسبة لاستخدام أنواع الوقود الحيوي السائل والغاز في الاحتراق المتحرك (انظر الجدول 1-1 من فصل المقدمة بهذا المجلد للحصول على تعريفات الوقود الحيوي). تستخدم بعض أنواع الوقود الحيوي على نطاق واسع تجاريًا في بعض الدول التي تتبع سياسات معينة. يمكن أن يستخدم الوقود الحيوي باعتباره وقودًا نقيًا أو في صورة مواد مضافة إلى الوقود الأحفوري التجاري العادي. عادةً ما يتجنب المقترب الأخير الحاجة إلى تعديلات المحرك أو إعادة اعتماد المحركات الحالية لاستخدام أنواع جديدة من الوقود.

ولتجنب ازدواجية الحساب وزيادة أو نقص الكميات المبلغة لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون، من المهم الوصول إلى أصل الوقود الحيوي لتحديد وفصل المواد الأولية الأحفورية عن المواد الأولية الحيوية[5]. حيث إن الإبلاغ عن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الوقود الحيوي يتم على نحو منفصل باعتباره بند معلومات لتجنب ازدواجية الحساب، إذ إنه قد تم بالفعل تناولها في مجلد الزراعة والحراجة واستعمالات الأرض الأخرى. يمكن التعرف على نسبة الكربون الحيوي في الوقود إما عن طريق تنقيح بيانات الأنشطة (مثل طرح كميات الوقود الحيوي غير الأحفوري المحترق أو مزيج الوقود الحيوي) أو معاملات الانبعاث (مثل ضرب معامل الانبعاثات الأحفورية في الجزء الخاص به في الوقود الحيوي المحترق أو مزيج الوقود الحيوي للحصول على معامل انبعاثات جديد)، لكن ليس عن طريق كلتا العمليتين معًا. إذا كان الاستهلاك الوطني من هذه الأنواع من الوقود كبيرًا من الناحية التجارية، فمن الضروري حساب تيارات الكربون الحيوي والأحفوري بشكل دقيق لتجنب ازدواجية الحساب في العمليات البتروكيمياوية وعمليات التكرير أو في قطاع النفايات (إدراك إمكانية ازدواجية حساب أو حذف غاز حفر طمر النفايات أو نفايات زيت الطعام باعتباره وقودًا حيويًا). يجب تجنب ازدواجية الحساب أو إسقاط غاز حفر طمر النفايات أو نفايات زيت الطعام باعتباره وقودًا حيويًا.

الميثان وأكسيد النتروز

تعتمد معدلات انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز بشكل كبير على تقنيات مراقبة الاحتراق والحد من الانبعاث المستخدمة في المركبات؛ وبناءً عليه فإن معاملات الانبعاث الافتراضية التي تعتمد على الوقود بدون تحديد تقنية المركبة تتسم بدرجة عدم تيقن عالية. وحتى في حالة عدم توفر البيانات الوطنية بشأن المسافات التي قطعتها المركبة حسب نوع المركبة، فينصح القائمون بتجميع بيانات الحصر باستخدام معاملات انبعاثات مستوى أعلى وحساب بيانات المسافة التي قطعتها المركبة بناءً على بيانات الاستخدام الوطني للوقود في النقل البري وقيمة الوقود الاقتصادية الافتراضية (انظر 3-2-1-3، اختيار بيانات الأنشطة) للحصول على التوجيهات المناسبة.

أما إذا لم تكن انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز من المصادر المتحركة تمثل *فئة رئيسية*، فيمكن استخدام المعاملات الافتراضية لانبعاثات الميثان وأكسيد النتروز المقدمة في الجدول 3-2-2 في حالة عدم توفر البيانات الوطنية. وعند استخدام هذه القيم الافتراضية، يجب على القائم بتجميع بيانات الحصر أن يلاحظ قيم الوقود الاقتصادية الافتراضية التي استخدمت في عمليات تحويل الوحدة وفئات المركبات النموذجية التي استخدمت باعتبارها قاعدة للمعاملات الافتراضية (انظر ملاحظات الجدول للتعرف على فرضيات محددة).

من الممارسة السليمة التأكد من أن معاملات الانبعاث الافتراضية، في حالة تحديدها، تمثل نوعية/تركيب الوقود المحلي والاحتراق أو تقنية السيطرة على الانبعاثات على النحو الأفضل. في حالة تضمين الوقود الحيوي في التقديرات الوطنية لاستخدام الوقود في النقل البري، يجب استخدام معاملات انبعاثات محددة للوقود، كما يجب تضمين انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز المصاحبة في المجاميع الوطنية.

وحيث إن معدلات انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز تعتمد بشكل كبير على الاحتراق والتقنية المستخدمة للسيطرة على الانبعاثات، يجب استخدام معاملات انبعاثات محددة للتقنية إذا كانت انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز من المصادر المتحركة تمثل *فئة رئيسية*. يوضح الجدولان 3-2-3 و3-2-5 معاملات انبعاثات المستوى 2 و3 القابلة للتطبيق من البيانات الخاصة بالولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا على التوالي. بالإضافة إلى ذلك، قامت الولايات المتحدة الأمريكية بتطوير معاملات انبعاثات خاصة لبعض المركبات التي تعمل ببديل الوقود (الجدول 3-2-4). يمكن أيضًا لقاعدة بيانات معامل الانبعاثات الخاصة بالهيئة والأدبيات العلمية أن تقدم معاملات

[5] فعلى سبيل المثال، يحتوي الديزل الحيوي المصنوع من ميثانول الفحم والمواد الأولية الحيوانية على بقيمة أعلى من الصفر وهو بالتالي غير محايد كربونيًا تمامًا. سيكون الإيثانول الناتج عن تخمر المنتجات الزراعية بشكل عام إيثانول حيوي صرف (محايد كربونيًا)، إلا في بعض الحالات مثل الوقود الأحفوري المشتق من الميثانول. يمكن أن تحتوي المنتجات التي مرت بالمزيد من عمليات التحويل الكيميائي على كميات كبيرة من الكربون الأحفوري تتراوح ما بين 5 و10 في المائة تقريبًا في الميثانول الأحفوري المستخدم في إنتاج الديزل الحيوي الذي يحتوى على إثيل ثلاثي بوتيل الأثير (ETBE) بنسبة تزيد عن 46 في المائة من الأيزوبيوتين الأحفوري (DIREM/ADEME، 2000). قد ينتج عن بعض العمليات منتجات ثانوية حيوية مثل الجليكول أو الغلسرين التي يمكن استخدامها بعد ذلك في أي مكان آخر.

المربع 3-2-1
أمثلة على استخدام الوقود الحيوي في النقل البري

تشمل أمثلة استخدام الوقود الحيوي في النقل البري ما يلي:

• ينتج الإثانول بشكل نموذجي من خلال تخمر قصب السكر وبنجر السكر والحبوب والذرة والبطاطس. يمكن استخدامه نقيًا (100 في المائة، البرازيل) أو مخلوطًا مع الغازولين بنسب مختلفة (من 5 إلى 12 في المائة في أوروبا وأمريكا الشمالية، و10 في المائة في الهند، بينما من الشائع استخدام نسبة 25 في المائة في البرازيل). النسبة الحيوية في الإثانول النقي تعادل 100 في المائة.

• الديزل الحيوي هو وقود مصنوع من أسترة الزيوت النباتية (مثل اللفت وفول الصويا والخردل وعباد الشمس) والدهون النباتية أو زيوت الطهي المدورة. وهو غير سام وقابل للتحلل البيولوجي و خالي أساسًا من الكبريت ويمكن استخدامه في العديد من محركات الديزل وكذلك في شكله الصافي (ب 100 أو الديزل النقي) أو مخلوطًا بالديزل البترولي (ب2 وب20 التي تحتوي على من 2 إلى 20 في المائة ديزل حيوي حسب الحجم). يمكن أن يحتوي ب100 على 10 في المائة كربون أحفوري من الميثانول (المصنوع من الغاز الطبيعي) المستخدم في عملية الأسترة.

• يستخدم إثيل ثلاثي بوتيل الأثير (ETBE) عنصر خلط عالي الأوكتان في الغازولين (مثل، يتم خلطه في فرنسا وأسبانيا في خلائط يصل محتواها إلى 15 في المائة. المصدر الأكثر شيوعًا هو أسترة الإثانول من تخمر بنجر السكر والحبوب والبطاطس مع الأيسوبيوتين الأحفوري.

• تستخدم أحيانًا الكتلة الحيوية الغازية (غاز حفر طمر النفايات وغاز الخبث وأنواع الغاز الحيوي الأخرى) الناتجة عن الهضم اللاحيوي للمواد العضوية في بعض الدول الأوروبية (مثل السويد وسويسرا). يمثل غاز حفر طمر النفايات وغاز الصرف الصحي مصادر عامة للكتلة الحيوية الغازية في الوقت الحالي.

تشمل أنواع الوقود الحيوي الأخرى التي من المتوقع استخدامها تجاريًا في المستقبل باعتباره وقود للسيارات تلك المشتقة من الكتلة الحيوية لسليلوزات الخشب. تشمل المواد الأولية لسليولوزات الخشب قش نباتات الحبوب والكتلة الحيوية الخشبية وحطب الذرة (الأوراق والسيقان المجففة)، أو نباتات المحاصيل الشبيهة المقترنة بالطاقة. يوجد عدد من عمليات الاستخلاص والتحويل المتنوعة التي تسمح بإنتاج وقود الكتلة الحيوية الإضافي (مثل الميثانول وثاني ميثيل الأثير (DME) وميثيل-رابع الهيدروفيوران (MTHF)).

يعتبر من *الممارسة السليمة* أن يتم تحديد وتطوير معامل الانبعاثات بناءً على المعايير التالية:

- نوع الوقود (الغازولين والديزل والغاز الطبيعي) مع اعتبار تركيب الوقود (أوضحت الدراسات أن خفض مستوى الكبريت بشكل كبير قد يؤدي إلى انخفاض ملحوظ في انبعاثات أكسيد النتروز)، إن أمكن[6]
- نوع المركبة (مثل سيارات الركاب والشاحنات الخفيفة والشاحنات الثقيلة والدرجات النارية)
- تقنية السيطرة على الانبعاثات فيما يتعلق بوجود وأداء (مثل دالة العمر) المحولات الحفازة (مثل الحفازات النموذجية لتحويل أكاسيد النيتروجين إلى نيتروجين نقي وتحويل الميثان إلى ثاني أكسيد الكربون). تقوم Díaz *et al* *(2001) بالإبلاغ عن كفاءة تحويل حفاز لإجمالي الهيدروكربونات (*THCs*)، الذي يعتبر الميثان أحد عناصره، بنسبة 92 (+/- 6) في المائة في أسطول 1993-1995*. التلف الشديد في الوسائط مع التراكم العالي نسبيًا للمسافة المقطوعة بالكيلومتر؛ خاصة مستويات الهيدروكربونات التي تظل ثابتة حتى 60 000 كيلومتر تقريبًا، ثم الزيادة بنسبة 33 في المائة إلى ما بين 60 000 و100 000 كيلومتر تقريبًا.
- تأثير ظروف التشغيل (مثل السرعة وحالة الطريق وأنماط القيادة، تؤثر جميعًا على القيمة الاقتصادية للوقود وأداء أنظمة المركبة)[7].
- مراعاة أن أي تقديرات بديلة لمعامل انبعاثات الوقود تنطوي على درجة كبيرة من عدم التيقن، مع التسليم بالنطاق الواسع لتقنيات المحرك وأحجام العينات الصغيرة المرتبطة بالدراسات الحالية[8] .

يوضح القسم التالي إحدى طرق تطوير معاملات انبعاثات الميثان من قيم مجموع الهيدروكربون. يمكن لبرامج الفحص والصيانة المطبقة جيدًا أن توفر مصدرًا للبيانات الوطنية لمعاملات الانبعاث حسب الوقود والموديل والسنة بالإضافة إلى المجموع التراكمي لعدد الكيلومترات التي تقطعها المركبة بالأميال . على الرغم من أن بعض برامج الفحص والصيانة قد تحتوي على معاملات انبعاثات متوفرة للمركبات الجديدة وملوثات الهواء المحلية فقط، (يطلق عليها في بعض الأحيان اسم الملوثات المنظمة، مثل أكاسيد النيتروجين

[6] الاتفاقية الإطارية للأمم المتحدة بشأن تغير المناخ (2004)

[7] يقدم ليبمان وديلوتشي (2002) البيانات والشروح الخاصة بتأثير ظروف التشغيل على انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز.

[8] توجد بعض المراجع المفيدة فيما يتعلق بالوقود الحيوي في Beer *et al* (2000)، CONCAWE (2002).

- المحركات ثنائية الأشواط العاملة بالغازولين: 0.9 في المائة،
- المحركات رباعية الأشواط العاملة بالغازولين: 10-25 في المائة،
- الديزل: 1.6 في المائة،
- غاز البترول المسال: 29.6 في المائة،
- المركبات العاملة بالغاز الطبيعي: 88-95 في المائة،
- مزيج الغاز والكحول E22: 24.3-25.5 في المائة
- الإثانول المميأ E100: 26- 27.2في المائة،

قد تقوم بعض برامج الفحص والصيانة بتجميع البيانات الخاصة بالانبعاثات المتبخرة المفترض إنها تعادل الانبعاثات المتطايرة غير الميثان.[10] وقد تعرضت البحوث الحالية والمستمرة بالدراسة للعلاقة بين أكسيد النتروز والانبعاثات الهيدروكربونية. ويمكن الحصول على معلومات مفيدة من هذا الأعمال[11].

يمكن إجراء المزيد من التنقيحات في المعاملات في حالة توفر البيانات المحلية (مثل متوسط سرعات القيادة أو المناخ أو الارتفاعات أو أجهزة السيطرة على التلوث أو حالة الطريق)، مثل موازنة معاملات الانبعاث لتصبح ملائمة للظروف الوطنية من خلال ضربها في معامل تصحيح (مثل ازدحام المرور أو الأحمال الزائدة). كما أن معاملات الانبعاث الخاصة بكل من الميثان وأكسيد النتروز لا توضع في اختبار الموائمة التمثيلي للقيادة فقط، لكن يتم اختبارها على وجه الخصوص أثناء ظروف التشغيل وظروف بدء التشغيل على البارد. وهكذا يمكن استخدام البيانات المجمعة في أنماط القيادة بالدولة (بناءً على علاقة بيانات التشغيل بمسافات التشغيل) لتصحيح معاملات الانبعاث الخاصة بالميثان وأكسيد النتروز.على الرغم من أنه قد اتضح تأثير درجة حرارة البيئة المحيطة على ملوثات الهواء المحلية، يوجد بحث محدود حول تأثيرات درجة الحرارة على الميثان وأكسيد النتروز (الوكالة الأمريكية لحماية البيئة 2004ب).يرجى الرجوع إلى المربع 3-2-2 للمزيد من المعلومات حول تنقيح معاملات الانبعاث بالنسبة للمصادر المتحركة في الدول النامية.

[9] يقوم كل من Gamas et .Al (1999) وazíD, et.al (2001) بالإبلاغ عن بيانات مجموع الهيدروكربونات بالنسبة لعدد من موديلات المركبات وأنواع الوقود.

[10] الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (1997)I

[11] بالنسبة للمركبات الخفيفة التي تعمل بمحرك وسيارات الركاب، تتراوح نسب النتروز وأكاسيد النيتروجين ما بين 0.10 و0.25 (ليبمان وديلوتشي 2000، وبهرينتز 203).

المربع 3-2-2
تنقيح معاملات الانبعاث الخاصة بالمصادر المتحركة في الدول النامية

في بعض الدول النامية، قد تحتاج معدلات الانبعاثات المقدرة حسب كل كيلومتر قطعته المركبة إلى التغيير لموائمة الظروف الوطنية التي قد تشمل ما يلي:

تغيرات التقنية – في العديد من الحالات يترتب على أنظمة السيطرة على الانبعاثات أو الغش في الوقود أو عمر المركبة تشغيل بعض المركبات بدون محول تشغيلي حفاز. وبالتالي قد تقل انبعاثات أكسيد النتروز وتزيد انبعاثات الميثان في حالة عدم وجود محولات حفازة أو عدم تشغيلها على النحو الملائم. يقدم Díaz *et al* *(2001) المعلومات بخصوص قيم مجموع الهيدروكربونات بالنسبة لمدينة مكسيكو وكفاءة المحول الحفاز كدالة للعمر والمسافة بالكيلومتر، كما إن هذا الفصل يوفر أيضًا التوجيهات الخاصة بتطوير معاملات الميثان من بيانات مجموع الهيدروكربونات.*

- حمل المحرك – نتيجة لكثافة المرور والتضاريس الوعرة، قد تكون عدد مرات التسارع والتباطؤ التي تمر بها المركبة المحلية أكبر بكثير من تلك المتبعة في الدول التي وضعت معاملات للانبعاثات . وهو ما يحدث عند استخدام هذه الدول لشبكات جيدة لمراقبة الطرق والمرور. يمكن أن يرتبط التحميل الزائد للمحرك بمستويات أعلى من انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز.

- استهلاك الوقود – يمكن أن تؤثر نوعية الوقود السيئ والمحتويات العالية والمتغيرة للكبريت في التأثير بشكل عكسي على أداء المحركات وكفاءة التحويل الخاصة بأجهزة السيطرة على انبعاثات ما بعد الاحتراق مثل المحولات الحفازة. فعلى سبيل المثال، يتضح تزايد معدلات انبعاثات أكسيد النتروز مع تزايد محتوى الكبريت في الوقود (الاتفاقية الإطارية للأمم المتحدة بشأن تغير المناخ، 2004). إلا إن تأثيرات محتوى الكبريت على انبعاثات الميثان غير معروفة. قد تشير بيانات التكرير إلى كميات الإنتاج في المقاييس الوطنية.

يوفر القسم 3-2-2، تقدير عدم التيقن، المعلومات الخاصة بكيفية تطوير تقديرات عدم التيقن بالنسبة لمعاملات الانبعاث الخاصة بالنقل البري.

يمكن الحصول على المزيد من المعلومات حول معاملات الانبعاث الخاصة بالدول النامية من Mitra *et al*.(2004)

الجدول 3-2-2
المعاملات الافتراضية لانبعاثات أكسيد النتروز والميثان من النقل البري ونطاقات عدم التيقن [أ]

نوع الوقود/الفئة الممثلة للمركبة	الميثان (كج/تيرا جول)			أكسيد النتروز (كج/تيرا جول)		
	افتراضي	الحد الأدنى	الحد الأعلى	افتراضي	الحد الأدنى	الحد الأعلى
غازولين المحركات – غير خاضع للسيطرة[ب]	33	9.6	110	3.2	0.96	11
غازولين المحركات – حفاز الأكسدة[ج]	25	7.5	86	8	2.6	24
غازولين المحركات – مركبات التشغيل الخفيف التي قطعت عدد قليل من الأميال موديل 1995 أو بعد ذلك[د]	3.8	1.1	13	5.7	1.9	17
زيت الغاز/الديزل[ه]	3.9	1.6	9.5	3.9	1.3	12
الغاز الطبيعي[و]	92	50	1 540	3	1	77
الغاز البترولي المسال[ز]	62	غير متاح	غير متاح	0.2	غير متاح	غير متاح
الإثانول والشاحنات، الولايات المتحدة [ج]	260	77	880	41	13	123
الإثانول والسيارات، البرازيل[ط]	18	13	84	غير متاح	غير متاح	غير متاح

المصادر: الوكالة الأمريكية لحماية البيئة (2004ب)، والوكالة الأوروبية للبيئة (2005أ)، والمنظمة الهولندية للأبحاث العلمية التطبيقية (2003)، وبورساري (2005) ووكالة تكنولوجيا الصحة الوقائية والبيئة (2004 و2005) مع الفرضيات الموضحة أدناه. نطاقات عدم التيقن مستنتجة من بيانات ليبمان وديلوتشي (2002)، باستثناء الإثانول المستخدم في السيارات.

[أ] باستثناء الغاز البترولي المسال وإثانول السيارات، القيم الافتراضية مستنتجة من المصادر الموضحة باستخدام قيم القيمة الحرارية الصافية المبلغ عنها في فصل المقدمة من مجلد الطاقة؛ قيم الكثافة المبلغ عنها عن طريق إدارة معلومات الطاقة بالولايات المتحدة والقيم استهلاك الوقود التمثيلية المفترضة التالية: 10 كم/لتر للمركبات المزودة بمحركات عاملة بالغازولين؛ 5 كم/لتر لمركبات الديزل؛ 9كم/لتر لمركبات الغاز الطبيعي (على افتراض تساويها مع مركبات الغازولين)؛ 9كم/لتر لمركبات الإثانول. في حالة توفر القيم الاقتصادية الفعلية التمثيلية للوقود، فيوصى باستخدامها مع بيانات إجمالي استخدام الوقود لتقدير البيانات الإجمالية للمسافة المقطوعة، يجب أن يتم ضربها بعد ذلك في معاملات انبعاثات المستوى 2 الخاصة بأكسيد النتروز والميثان.

[ب] تعتمد القيمة الافتراضية لغازولين المحرك غير الخاضع للسيطرة على قيمة الوكالة الأمريكية لحماية البيئة (2004ب) بالنسبة لمركبات (سيارات) التشغيل الخفيف العاملة بالغازولين في الولايات المتحدة الأمريكية - وهي غير خاضعة للسيطرة ويتم تحويلها باستخدام القيم والفرضيات الموضحة في ملاحظات الجدول (أ). في حالة إسهام الدراجات النارية بنسبة كبيرة من عدد المركبات الوطنية، فيجب على القائمين بتجميع بيانات الحصر أن يقوموا بتصحيح معاملات الانبعاث الافتراضية المعطاة بشكل تنازلي.

[ج] غازولين المحركات – تعتمد القيمة الافتراضية لحفاز الأكسدة في مركبات التشغيل الخفيف على قيمة الوكالة الأمريكية لحماية البيئة (2004ب) بالنسبة لمركبات (سيارات) التشغيل الخفيف العاملة بالغازولين في الولايات المتحدة الأمريكية - حفاز الأكسدة، التحويل باستخدام القيم والفرضيات الموضحة في الملاحظة (أ) من الجدول. في حالة إسهام الدراجات النارية بنسبة كبيرة من عدد المركبات الوطنية، فيجب على القائمين بتجميع بيانات الحصر أن يقوموا بتصحيح معاملات الانبعاث الافتراضية المعطاة بشكل تنازلي.

[د] غازولين المحركات – تعتمد القيمة الافتراضية لمركبات التشغيل الخفيف موديل 1995 أو بعد ذلك على قيمة الوكالة الأمريكية لحماية البيئة (2004ب) بالنسبة لمركبات (سيارات) التشغيل الخفيف العاملة بالغازولين في الولايات المتحدة الأمريكية - المستوى 1، التحويل باستخدام القيم والفرضيات الموضحة في الملاحظة (أ) من الجدول. في حالة إسهام الدراجات النارية بنسبة كبيرة من عدد المركبات الوطنية، فيجب على القائمين بتجميع بيانات الحصر أن يقوموا بتصحيح معاملات الانبعاث الافتراضية المعطاة بشكل تنازلي.

[ه] تعتمد القيمة الافتراضية للديزل على قيمة الوكالة الأمريكية للطاقة (2005أ) بالنسبة لشاحنات التشغيل الخفيف الأوروبية العاملة بالديزل، وهي محولة باستخدام القيم والفرضيات الموضحة في الملاحظة (أ) من الجدول.

[و] تعتمد القيمة الافتراضية للغاز الطبيعي والقيم الأدنى على الدراسة التي أجرتها المنظمة الهولندية للأبحاث العلمية التطبيقية (2003)، والتي قد تم إجراؤها باستخدام مركبات أوروبية ودوائر اختبار في هولندا. توجد العديد من حالات عدم التيقن بالنسبة لأكسيد النتروز. توجد لدى الوكالة الأمريكية لحماية البيئة (2004ب) قيمة افتراضية 350 كج ميثان/تيرا جول و28 كج ميثان/تيرا جول بالنسبة للسيارات العاملة بالغاز الطبيعي المضغوط في الولايات المتحدة الأمريكية، وهي محولة باستخدام القيم والفرضيات الموضحة في الملاحظة (أ) من الجدول. كما أن قيم الحد الأدنى والأعلى مأخوذة أيضًا من الوكالة الأمريكية لحماية البيئة (2004ب)

[ز] القيمة الافتراضية لانبعاثات الميثان من الغاز البترولي المسال، مع الأخذ بالاعتبار إنه قد تم أخذ 50 ميجا جول/كج قيمة تسخين أدنى و3.1 جرام ميثان/كج غاز بترولي مسال من المنظمة الهولندية للأبحاث العلمية التطبيقية (2003). نطاقات عدم التيقن غير متوفرة.

[ح] تعتمد القيمة الافتراضية للإثانول على قيمة الوكالة الأمريكية لحماية البيئة (2004ب) بالنسبة لشاحنات التشغيل الشاق العاملة بالإثانول في الولايات المتحدة الأمريكية، وهي محولة باستخدام القيم والفرضيات الموضحة في الملاحظة (أ) من الجدول.

[ط] البيانات التي تم الحصول عليها من المركبات البرازيلية عن طريق بورساري (2005) ووكالة تكنولوجيا الصحة الوقائية والبيئة (2004 و2005). بالنسبة لموديلات 2003 الجديدة، فإن أفضل الحالات هي: 51.3 كج إجمالي هيدروكربون/تيرا جول وقود و26 في المائة ميثان في إجمالي الهيدروكربون. بالنسبة للمركبات التي يبلغ عمرها 5 سنوات: 67 كج إجمالي هيدروكربون/تيرا جول وقود و27.2 في المائة ميثان في إجمالي الهيدروكربون. بالنسبة للمركبات التي يبلغ عمرها 10 سنوات: 308 كج إجمالي هيدروكربون/تيرا جول وقود و27.2 في المائة ميثان في إجمالي الهيدروكربون.

الجدول 3-2-3
معاملات انبعاثات أكسيد النتروز والميثان العاملة بالغازولين والديزل في الولايات المتحدة الأمريكية

نوع المركبة	تقنية السيطرة على الانبعاثات				أكسيد النتروز	الميثان
		التشغيل (ساخن)	بدء التشغيل على البارد	التشغيل (ساخن)	بدء التشغيل على البارد
		مج/كم	مج/بدء التشغيل	مج/كم	مج/بدء التشغيل
مركبات (سيارات) التشغيل الخفيف العاملة بالغازولين	مركبات منخفضة الانبعاثات (LEV)	0	90	6	32
	حفاز متقدم ثلاثي الأطوار	9	113	7	55
	حفاز قديم ثلاثي الأطوار	26	92	39	34
	حفاز أكسدة	20	72	82	9
	حفاز غير مؤكسد	8	28	96	59
	غير خاضعة للسيطرة	8	28	101	62
مركبات (سيارات) التشغيل الخفيف العاملة بالديزل	متقدمة	1	0	1	3-
	معتدلة	1	0	1	3-
	غير خاضعة للسيطرة	1	1-	1	3-
شاحنات التشغيل الخفيف العاملة بالغازولين	مركبات منخفضة الانبعاثات (LEV)	1	59	7	46
	حفاز متقدم ثلاثي الأطوار	25	200	14	82
	حفاز قديم ثلاثي الأطوار	43	153	39	72
	حفاز أكسدة	26	93	81	99
	حفاز غير مؤكسد	9	32	109	67
	غير خاضعة للسيطرة	9	32	116	71
شاحنات التشغيل الخفيف العاملة بالديزل	متقدمة ومعتدلة	1	1-	1	4-
	غير خاضعة للسيطرة	1	1-	1	4-
مركبات التشغيل الشاق العاملة بالغازولين	مركبات منخفضة الانبعاثات (LEV)	1	120	14	94
	حفاز متقدم ثلاثي الأطوار	52	409	15	163
	حفاز قديم ثلاثي الأطوار	88	313	121	183
	حفاز أكسدة	55	194	111	215
	حفاز غير مؤكسد	20	70	239	147
	مركبات التشغيل الشاق العاملة بالغازولين	21	74	263	162
مركبات التشغيل الشاق العاملة بالديزل	متقدمة جدًا أو معتدلة أو غير خاضعة للسيطرة	3	2-	4	11-
الدرجات النارية	حفاز غير مؤكسد	3	12	40	24
	غير خاضعة للسيطرة	4	15	53	33

المصدر: الوكالة الأمريكية لحماية البيئة (2004ب)

ملاحظات:

[أ] هذه البيانات هي بيانات تقريبية بالنسبة للأرقام الإجمالية.

[ب] تشير معاملات الانبعاث السالبة إلى أن بداية تشغيل المركبة على البارد تؤدي إلى انبعاثات أقل من بدء التشغيل على الساخن أو التسخين للتشغيل.

[ج] تتوافر قاعدة بيانات لمعاملات الانبعاث التي تعتمد على نوع التكنولوجيا المستخدمة، وهي قاعدة تستند إلى البيانات الأوروبية، في موقع COPERT على شبكة الإنترنت وعنوانه: http://vergina.eng.auth.gr/mech0/lat/copert/copert.htm .

[د] وبسبب حدود إجمالي الهيدروكربون في أوروبا، قد تكون انبعاثات الميثان من المركبات الأوروبية أقل من القيم المشار إليها من (Heeb, et. al., 2003) الخاص بالولايات المتحدة الأمريكية

[ه] "بدايات التشغيل على البارد" هذه تم قياسها في درجة حرارة بيئة محيطة من 86° فهرنهايت إلى 86° فهرنهايت (20° مئوية إلى 30° مئوية)

الجدول 3-2-4
معاملات الانبعاث الخاصة بمركبات الوقود البديل (مج/كم)

نوع المركبة تقنية السيطرة على الانبعاثات بالمركبة	معامل انبعاثات أكسيد النتروز	معامل انبعاثات الميثان
مركبات التشغيل الخفيف		
الميثانول	39	9
الغاز الطبيعي المضغوط	70 -27	725 -215
الغاز البترولي المسال	5	24
الإثانول	47 -12	45 -27
مركبات التشغيل الشاق		
الميثانول	135	401
الغاز الطبيعي المضغوط	185	5 983
الغاز الطبيعي المسال	274	4 261
الغاز البترولي المسال	93	67
الإيثانول	191	1227
الحافلات		
الميثانول	135	401
الغاز الطبيعي المضغوط	101	7 715
الإثانول	226	1 292

المصادر: الوكالة الأمريكية لحماية البيئة 2004ج، وبورساري (2005) ووكالة تكنولوجيا الصحة الوقائية والبيئة (2004 و2005).

الجدول 3-2-5
معاملات الانبعاث الخاصة بالمركبات الأوروبية العاملة بالغازولين والديزل (مج/كم)، موديل COPERT IV

نوع المركبة	الوقود	فئة/تقنية المركبة	معامل انبعاثات أكسيد النتروز (مج/كم)				معامل انبعاثات الميثان(مج/كم)			
			مدني		ريفي	الطرق السريعة	مدني		ريفي	الطرق السريعة
			بارد	ساخن			بارد	ساخن		
سيارات الركاب	الغازولين	ما قبل اليورو	10	10	6.5	6.5	201	131	86	41
		يورو 1	38	22	17	8	45	26	16	14
		يورو 2	24	11	4.5	2.5	94	17	13	11
		يورو 3	12	3	2	1.5	83	3	2	4
		يورو 4	6	2	0.8	0.7	57	2	2	0
	الديزل	ما قبل اليورو	0	0	0	0	22	28	12	8
		يورو 1	0	2	4	4	18	11	9	3
		يورو 2	3	4	6	6	6	7	3	2
		يورو 3	15	9	4	4	7	3	0	0
		يورو 4	15	9	4	4	0	0	0	0
	الغاز البترولي المسال	ما قبل اللجنة الاقتصادية لأوروبا	0	0	0	0	80		35	25
		يورو 1	38	21	13	8				
		يورو 2	23	13	3	2				
		يورو 3 وما بعده	9	5	2	1				
مركبات التشغيل الخفيف	الغازولين	ما قبل اليورو	10	10	6.5	6.5	201	131	86	41
		يورو 1	122	52	52	52	45	26	16	14
		يورو 2	62	22	22	22	94	17	13	11
		يورو 3	36	5	5	5	83	3	2	4
		يورو 4	16	2	2	2	57	2	2	0
	الديزل	ما قبل اليورو	0	0	0	0	22	28	12	8
		يورو 1	0	2	4	4	18	11	9	3
		يورو 2	3	4	6	6	6	7	3	2
		يورو 3	15	9	4	4	7	3	0	0
		يورو 4	15	9	4	4	0	0	0	0
شاحنات وحافلات التشغيل الشاق	الغازولين	جميع التقنيات	6		6	6	140		110	70
	الديزل	إجمالي وزن المركبة> طن	30		30	30	85		23	20
		إجمالي وزن المركبة> طن	30		30	30	175		80	70
		الأوتوبيسات والحافلات المدنية	30		30	30	175		80	70
	الغاز الطبيعي المضغوط	ما قبل اليورو 4	غير متاح				5400			
		يورو 4 وما بعده (تشمل المركبات المحسنة التي تحافظ على البيئة)					900			
مركبات ثنائية العجلات عاملة بالطاقة	الغازولين	أقل من 50 سم3	1		1	1	219		219	219
		أقل من 50 سم^3 ثنائية الأشواط	2		2	2	150		150	150
		أقل من 50 سم^3 رباعية الأشواط	2		2	2	200		200	200

ملاحظات:

[1] الاتصال الشخصي: نتزياكريستوس إل، وساماراس ز (2005)، لوس أنجلوس تايمز (2005) والمنظمة الهولندية للأبحاث العلمية التطبيقية (2002).

[2] ينقسم معامل الانبعاثات المدنية إلى بارد وساخن بالنسبة لسيارات الركاب وشاحنات التشغيل الخفيف. يرتبط معامل الانبعاثات البارد بالرحلات التي يبدأ تشغيل المحرك خلالها في درجة حرارة البيئة المحيطة. يمكن أن يكون التوزيع النموذجي لعدد الأميال المقطوعة سنويا لسيارات الركاب في ظروف القيادة المختلفة كالتالي: 0.3/0.3/0.1/0.3 بالنسبة للمعامل المدني البارد والمدني الساخن والريفي ومعامل الطرق السريعة على التوالي.

[3] كما يمكن اقتراح معاملات انبعاثات سيارات الركاب بالنسبة لمركبات التشغيل الخفيف في حالة عدم توفر المزيد من المعلومات المفصلة.

[4] يكون لمحتوى الكبريت في الغازولين تأثير تراكمي وفوري على انبعاثات أكسيد النتروز. تتوافق معاملات الانبعاث الخاصة بسيارات الركاب العاملة بالغازولين مع أنواع الوقود في فترة تسجيل التقنيات المختلفة وأسطول مركبات بمعدل عدد الأميال المقطوعة ~ 000 50 كم.

[5] يتوقع أيضًا أن تعتمد معاملات انبعاثات أكسيد النتروز والميثان من مركبات التشغيل الشاق والمركبات ثنائية العجلات العاملة بالطاقة على تقنية المركبة. لا توجد معلومات تجريبية كافية تحديد مقدار هذا التأثير.

[6] معاملات انبعاثات أكسيد النتروز من سيارات الركاب العاملة بالديزل والغاز البترولي المسال مقدمة من قبل المنظمة الهولندية للأبحاث العلمية التطبيقية (2002). قد يكون هناك مستوى تام من عدم التيقن حيال الزيادة في انبعاثات أكسيد النتروز من الديزل المصاحبة لتحسينات التقنية، إلا إنها متسقة أيضًا مع تطويرات أنظمة ما بعد المعالجة المستخدمة في محركات الديزل (وسائط جديدة، $SCR\text{-}DeNO_x$).

3-1-2-3 اختيار بيانات الأنشطة

يمكن توفير بيانات الأنشطة إما عن طريق استهلاك الوقود أو من خلال عدد الكيلومترات التي قطعتها المركبة. يمكن الاستعانة باستخدام بيانات ملائمة للمسافة التي قطعتها المركبة بالكيلومتر للتحقق من قوائم الحصر التنازلية.

استهلاك الوقود

يجب إرجاع الانبعاثات الناتجة عن احتراق الوقود في النقل البري إلى الدولة التي تم بيع الوقود بها؛ لذلك يجب أن تتضمن بيانات استهلاك الوقود ما تم بيعه من وقود داخل حدود الدولة. تتوفر بيانات الطاقة هذه بشكل نموذجي من وكالة الإحصاء الوطنية. وبالإضافة إلى بيانات الوقود المباع المجمعة على المستوى الوطني، يجب على القائمين بتجميع بيانات الحصر أن يقوموا بتجميع بيانات الأنشطة الخاصة بالأنواع الأخرى من الوقود المستخدم في هذه الدولة بالإضافة إلى التوزيعات الصغرى التي لا تمثل جزءًا من الإحصائيات الوطنية (مثل الوقود غير المستهلك على نطاق واسع، بما في ذلك تلك الأنواع المتداولة في سوق المنتجات مثل الغاز الطبيعي المضغوط أو الوقود الحيوي). وعادةً ما تتوفر هذه البيانات أيضًا من وكالة الإحصاء الوطنية أو يمكن حسابها في العمليات المنفصلة لجمع الضرائب. وبالنسبة لطرق المستوى 3، يمكن أن تساعد نماذج "MOBILE" و"COPERT" في تطوير بيانات الأنشطة.

كما إنه من *الممارسة السليمة* أن يتم التحقق من المعاملات التالية (كحد أدنى) قبل استخدام بيانات الوقود المباع:

- هل ترتبط بيانات الوقود بالمركبات المستخدمة على الطرق فقط أو تلك المستخدمة خارج الطرق؟ يمكن أن تبلغ الإحصائيات الوطنية عن إجمالي وقود النقل دون تحديد الوقود المستهلك في الأنشطة الجارية على الطرق وخارجها. كما إنه من المهم التأكد من إسقاط بيانات استعمال الوقود الخاصة بالنقل البري للوقود المستخدم في المركبات أو الآلات المستخدمة خارج الطرق (انظر القسم 3-3، النقل خارج الطرق). كما يمكن فرض الضرائب على الوقود بشكل مختلف بناءً على استخداماتها المحددة. يمكن أن يوفر استبيانًا للوقود المستخدم في النقل على الطرق والمفروض عليه ضرائب توضيحًا لكمية الوقود المباع للاستخدام في النقل على الطرق. وبالمثل، تتسم البيانات الخاصة بأسطول المركبات المستخدمة على الطرق ومبيعات الوقود ذات الصلة بمستوى أفضل من التوثيق عن تلك الخاصة بأعداد المركبات المستخدمة خارج الطرق وأنشطتها. يجب أخذ هذه الحقيقة في عين الاعتبار عند تطوير تقديرات الانبعاثات.
- هل يشمل ذلك استخدام الوقود في أغراض الزراعة؟ يمكن أن يدخل بعض الوقود في الاستخدامات الثابتة بينما يدخل البعض الآخر ضمن المصادر المتحركة. ومع ذلك، لا يدخل الكثير منه ضمن الاستخدام على الطرق ولا يجب تضمينه هنا.
- في حالة استخدام الوقود المباع لأغراض النقل والتي يمكن أن تستخدم بعد بيعها في أغراض أخرى (مثل الوقود المستخدم في المراجل الثابتة)، أو العكس. مثال، بالنسبة للدول التي يتم فيها دعم الكيروسين لخفض أسعاره للاستخدام في أغراض التسخين والطهي المنزلية، يمكن أن تقوم الإحصائيات الوطنية بتخصيص استهلاك الوقود ذي الصلة بالقطاع المنزلي حتى في حالة خلط كميات كبيرة من الكيروسين في وقود النقل واستخدامها معه.
- كيف يتم حساب الوقود الحيوي؟
- كيف يتم الإبلاغ عن الوقود المخلوط وحسابه؟ يتم إجراء الحسابات الخاصة بالخلائط الرسمية (مثل إضافة الإثانول إلى الغازولين بنسبة 25 في المائة) في بيانات الأنشطة بشكل مباشر، لكن في حالة انتشار غش الوقود والتلاعب في مكوناته (مثل إضافة المذيبات المستخدمة إلى الغازولين، والكيروسين إلى وقود الديزل) في دولة ما، يجب تطبيق التصحيحات الملائمة على بيانات الوقود مع تجنب الازدواجية في الحساب.
- هل تتأثر الإحصائيات بانتقال الوقود بين الدول؟
- هل يتم تهريب الوقود بشكل كبير؟
- كيف يتم الإبلاغ عن استخدام زيوت التشحيم باعتبارها موادًا مضافة إلى وقود المحركات ثنائية الأشواط. يمكن إضافتها إلى وقود النقل البري أو الإبلاغ عنها بشكل منفصل كزيت تشحيم (انظر المربع 3-2-4).

يوجد مقتربان بديلان مقترحان لفصل استخدام الوقود في غير أغراض النقل البري واستخدامه في النقل البري :

(1) بالنسبة لكل نوع رئيسي من الوقود، يتم تقدير الوقود المستخدم عن طريق كل نوع من مركبات النقل البري من بيانات المسافة التي قطعتها المركبة بالكيلومتر. يعزو الفارق ما بين مجموع المركبة البرية هذا والاستهلاك الظاهري إلى قطاع النقل خارج الطرق، (2) أو استكمال نفس التقدير الخاص بالوقود في المقترب (1) بتقدير نهج صعودي شبيه لاستخدام الوقود خارج الطرق المعبدة من خلال معرفة أنواع المعدات المستخدمة خارج الطرق المعبدة واستخداماتها. وبناءً عليه يتم فصل الاستهلاك الظاهري في قطاع النقل وفقًا لنوع كل مركبة وقطاع الاستخدام خارج الطرق بالنسبة للتقديرات المحددة باستخدام النهج الصعودي.

ووفقًا للظروف الوطنية، قد يلزم على القائمين بتجميع بيانات الحصر تصحيح الإحصائيات الوطنية الخاصة باستخدام الوقود في النقل البري لتجنب انخفاض أو زيادة الإبلاغ عن الانبعاثات الناتجة عن احتراق الوقود في النقل البري. كما إنه من *الممارسة* السليمة أيضًا تصحيح إحصائيات المبيعات الوطنية للوقود للتأكد من تطابق البيانات المستخدمة مع الاستهلاك الحقيقي على الطرق. وفي حين إن هذا التصحيح ضروريًا، فمن *الممارسة السليمة* إجراء اختبار مقارن مع القطاعات الملائمة الأخرى للتأكد من إضافة أي كمية وقود مطروحة من إحصائيات النقل البري إلى القطاع الملائم أو بالعكس.

من *الممارسة السليمة* للتحقق، إذا كانت بيانات المسافة المقطوعة متوفرة، تقدير الاستهلاك من بيانات المسافة المقطوعة(انظر المسافة التي قطعتها المركبة بالكيلومتر أدناه). كخطوة أولى (المعادلة 3-2-6) يتم تقدير الوقود المستهلك حسب نوع المركبة i ونوع الوقود j.

المعادلة 3-2-6
إثبات استهلاك الوقود

$$Estimated\ Fuel = \sum_{i,j,t} [Vehicles_{i,j,t} \bullet Distance_{i,j,t} \bullet Consumption_{i,j,t}]$$

حيث :

Estimated Fuel = إجمالي استخدام الوقود المقدر من بيانات المسافة التي قطعتها المركبة بالكيلومتر (1).

$Vehicles_{i,j,t}$ = عدد المركبات من النوع i واستخدام الوقود j على نوع الطريق t

$Distance_{i,j,t}$ = عدد الكيلومترات المقطوعة سنويًا لكل مركبة من النوع i واستخدام الوقود j على نوع الطريق t (كم)

$Consumption_{i,j,t}$ = متوسط استهلاك الوقود (لتر/كم) عن طريق مركبة من النوع i وباستخدام الوقود j على نوع الطريق t

i = نوع المركبة (مثل السيارة والحافلة)

j = نوع الوقود (مثل غازولين المحركات والديزل والغاز الطبيعي والغاز البترولي المسال)

t = نوع الطريق (مثل الطرق المدنية والريفية)

في حالة عدم توفر البيانات بشأن المسافة المقطوعة على مختلف أنواع الطرق، يجب تبسيط هذه المعادلة عن طريق إزالة نوع الطريق "t". يمكن أيضًا توفير المزيد من التقديرات التفصيلية بما في ذلك الوقود الإضافي المستخدم خلال مرحلة بدء التشغيل على البارد.

من *الممارسة السليمة* أن يتم مقارنة إحصائيات الوقود المباع المستخدمة في مقترب المستوى 1 مع نتائج المعادلة 3-2-6. كما إنه من *الممارسة السليمة* أيضًا أن يتم أخذ أي فروق في عين الاعتبار وتحديد البيانات ذات المستوى الأعلى من الجودة. يمكن أن تكون إحصائيات الوقود المباع أكثر موثوقية فقط في بعض الحالات النادرة (مثل وجود كميات كبيرة من الوقود المباع للاستخدام خارج الطرق، والتهريب الزائد للوقود). يوفر ذلك قد مستوى هام للتحقق من الجودة. قد تدل الفروق الكبيرة بين نتائج المقتربين على إمكانية وجود أخطاء في مجموعة واحدة من الإحصائيات أو في كلتا المجموعتين معًا، بالإضافة إلى الحاجة إلى تحليل أكثر دقة. يوضح القسم 3-2-3، ضمان/مراقبة جودة الحصر (QA/QC)، مجالات التحقق التي يجب متابعتها عند التوفيق ما بين إحصائيات الوقود المباع وبيانات المسافة التي قطعتها المركبة بالكيلومتر.

تمثل بيانات المسافة المقطوعة الخاصة بالمركبة حسب نوعها والوقود دعائم هامة بالنسبة لحسابات المستوى الأعلى لانبعاثات الميثان وأكسيد النتروز من النقل البري. لذلك قد يكون من الضروري أن يتم تصحيح بيانات المسافة المقطوعة حتى تصبح متسقة مع بيانات الوقود المباع قبل البدء في تقدير انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز. وهو ما تتضح أهميته بشكل خاص في الحالات التي يكون فيها الفرق بين استخدام الوقود المقدر (المعادلة 3-2-6) والوقود الإحصائي المباع كبيرًا مقارنة بحالات عدم التيقن في إحصائيات الوقود المباع. سيحتاج القائمون بتجميع بيانات الحصر إلى الحكم على أفضل طرق تصحيح بيانات المسافة المقطوعة. يمكن أن يحدث ذلك بشكل نسبي مع نفس معامل التصحيح المطبق على جميع فئات نوع المركبة ونوع الطريق أو في حالة تصحيح بعض البيانات لزيادة مستوى دقتها، كما يمكن تطبيق تصحيحات مختلفة على أنواع مختلفة من المركبات والطرق. حيث يمكن إعطاء مثالاً على ذلك عندما تكون البيانات الخاصة بالمركبة المنتقلة على الطرق السريعة الرئيسية معروفة بشكل معقول في حين يكون هناك افتقار في قياس النقل الريفي. وفي جميع الأحوال، يجب أن يتم توثيق ومراجعة عمليات التصحيح التي يتم إجراؤها بغرض اختيار معامل التصحيح وبيانات الخلفية بالإضافة إلى أي عمليات تحقق أخرى بالشكل الملائم.

المسافة التي قطعتها المركبة بالكيلومتر (VKT)

بينما يمكن استخدام بيانات الوقود في المستوى الأول بالنسبة للميثان وأكسيد النتروز، تتطلب المستويات الأعلى أيضًا التعرف على المسافة التي قطعتها المركبة بالكيلومتر (VKT) حسب نوع المركبة ونوع الوقود ومن الممكن نوع الطريق أيضًا.

تقوم العديد من الدول بتجميع وقياس أو تقدير المسافة التي قطعتها المركبة بالكيلومتر. عادةً ما يحدث ذلك عن طريق الاستبيانات التجريبية التي تقوم بحساب أعداد المركبات التي تمر بالنقاط الثابتة. يمكن إجراء هذه الاستبيانات بالطريقة الآلية أو اليدوية وحساب أعداد المركبات حسب النوع. يمكن أن تكون هناك فروق بين تصنيف المركبات المستخدم في عمليات الإحصاء والبيانات الأخرى (مثل الفئات الضريبية) التي يمكن الحصول منها أيضًا على البيانات الخاصة بأعداد المركبات. بالإضافة إلى ذلك فإنه من غير المحتمل أن تفرق بين المركبات المتشابهة التي تستخدم أنواع مختلفة من الوقود (مثل السيارات المزودة بمحركات تعمل بالغازولين والسيارات التي تعمل بالديزل). وفي بعض الأحيان يتم تجميع المزيد من البيانات التفصيلية أيضًا (مثل سرعة المركبات بالإضافة إلى أعدادها)، خاصة في حالة تطبيق تخطيط مروري أكثر تفصيلاً. يمكن أن يكون ذلك متاحًا فقط بالنسبة للبلديات وليس للدولة بأكملها. ومن خلال عمليات الإحصاء المرورية هذه يمكن لسلطات النقل أن تقدر إجمالي المسافة التي قطعتها المركبة بالكيلومتر في الدولة. توجد طرق أخرى بديلة لتحديد عدد الأميال تتمثل في الاستبيانات المباشرة لملاك المركبات (الخاصة والتجارية) واستخدام السجلات الإدارية بالنسبة للمركبات التجارية، مع الانتباه إلى حساب سجلات التسجيل المتروكة بالنسبة للمركبات المتروكة (يقدم المربع 3-2-3 مقتربًا لتقدير الأساطيل المتبقية).

عند تقدير المسافة التي قطعتها المركبة بالكيلومتر في إحدى الدول، فمن *الممارسة السليمة* أن يتم استخدام هذه البيانات بشكل خاص لإثبات بيانات الوقود المباع (انظر القسم 3-2-1-4).

بارامترات أخرى

إذا كانت انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز من النقل البري تمثل *فئة رئيسية*، فمن *الممارسة السليمة* أن يتم الحصول على معلومات إضافية حول البارامترات التي تؤثر على معاملات الانبعاث للتأكد من موائمة بيانات الأنشطة مع معامل انبعاثات المستويات 2 و3 القابل للتطبيق. سيتطلب ذلك المزيد من بيانات الأنشطة التفصيلية لتطبيق المعادلة 3-2-3 أو 3-2-5:

كمية الوقود المستهلك (بالتيرا جول) حسب نوع الوقود (جميع المستويات)؛

بالنسبة لكل نوع وقود، يفضل حساب كمية الوقود (أو المسافة المستنتجة التي قطعتها المركبة بالكيلومتر) المفترضة حسب نوع المركبة الممثلة (مثل الركاب أو التشغيل الخفيف أو التشغيل الشاق بالنسبة للمركبات البرية) في فئات العمر (المستوى 2 و3)؛

تقنية السيطرة على الانبعاثات (مثل الحفازات ثلاثية الأطوار) (المستويات 2و3).

يمكن أيضًا أن يتم تجميع بيانات المسافة التي قطعتها المركبة بالكيلومتر حسب نوع الطريق (مدني أو زراعي أو طريق سريع)

في حالة تعذر التعرف على توزيع استخدام الوقود حسب نوع المركبة ونوع الوقود، فيمكن تقديره من أعداد المركبات حسب النوع. كما يمكن تقديره من الإحصائيات الوطنية في حالة عدم التعرف على أعداد المركبات حسب نوع المركبة ونوع الوقود (انظر أدناه).

تتأثر انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز بتقنية المركبة التي عادةً ما ترتبط ارتباطًا مباشرًا بموديل المركبة وسنة صنعها. لذلك، يجب بالنسبة لطرق المستوى 2 والمستوى 3 أن يتم تصنيف بيانات الأنشطة في مجموعات حسب تقنيات مصنع الجهاز الأصلي للسيطرة على الانبعاثات الذي تجهز به المركبات في أنواع المركبات بالأسطول. يساعد توزيع عمر الأسطول على تقسيمه من حيث الأعمار وبالتالي من حيث فئات التقنية. وفي حالة عدم توفر التوزيع، يمكن استخدام اتجاهات تلف المركبة لتقدير دورة حياة المركبة وبالتالي عدد المركبات التي لا تزال بالخدمة، وذلك بناءً على الرقم المقدم سنويًا (انظر المربع 3-2-3).

ذلك بالإضافة إلى تحديد (من خلال التقديرات أو من الإحصائيات الوطنية) إجمالي المسافة المقطوعة (المسافة التي قطعتها المركبة بالكيلومتر) حسب كل نوع تقنية مستخدمة في المركبة (المستوى 3)، إن أمكن. في حالة عدم توفر بيانات المسافة التي قطعتها المركبة بالكيلومتر، يمكن تقديرها بناءً على استهلاك الوقود والقيم الاقتصادية الوطنية المفترضة للوقود. لتقدير المسافة التي قطعتها المركبة بالكيلومتر باستخدام بيانات استخدام الوقود في النقل البري، يجب تحويل بيانات الوقود إلى وحدات حجم (لتر) ثم ضرب مجموع نوع الوقود في قيمة اقتصادية افتراضية للوقود تمثل الأعداد الوطنية للمركبات بالنسبة لهذا النوع من الوقود (كم/لتر).

وفي حالة توفر إمكانية استخدام طريقة المستوى 3 والإحصائيات الوطنية للمسافة التي قطعتها المركبة بالكيلومتر، يجب حساب وتجميع استهلاك الوقود المرتبط بأرقام المسافة المقطوعة هذه حسب الوقود لمقارنتها بأرقام الرصيد الوطني للطاقة. وكما هو الحال بالنسبة لمقترب المستوى 2، يفترض المستوى 3 المزيد من التقسيمات الفرعية لكل نوع مركبة إلى فئات غير خاضعة للسيطرة وفئات رئيسية من تقنية السيطرة على الانبعاثات. يجب الأخذ بعين الاعتبار أن الانبعاثات والمسافة المقطوعة تتغير كل عام وفقًا لعمر المركبة، حيث إن المركبات الأقدم عادةً ما تسير لمسافات أقل لكن قد ينتج عنها مستوى أكبر من انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز لكل وحدة نشاط. يمكن أن يتم تحويل بعض المركبات، خاصة في الدول النامية، للعمل بنوع مختلف من الوقود عن النوع الأصلي الذي صممت للعمل به.

ولتطبيق طريقة المستوى 2 أو 3، يمكن أن يتم استنتاج بيانات الأنشطة من عدد من المصادر الممكنة. و تساعد برامج فحص وصيانة المركبات، إذا كانت مستخدمة، على توفير نظرة أكثر عمقًا بالنسبة للمعدلات السنوية لتراكم عدد الأميال المقطوعة سنويًا. كما يمكن أن توفر السجلات الوطنية لتراخيص المركبات معلومات عن الأسطول (أعداد المركبات حسب الموديل وسنة الصنع والمنطقة) ويمكنا حتى أن تسجل عدد الأميال المقطوعة سنويًا بين كل عمليتين لتجديد الترخيص. المصادر الأخرى لتطوير بيانات الأنشطة تشمل سجلات بيع واستيراد وتصدير المركبات.

بدلاً من ذلك، يمكن تقدير أرصدة المركبات من عدد المركبات الجديدة المستوردة والمبيعات وحسب النوع والوقود وسنة الموديل. يمكن تقدير عدد المركبات المتبقية في الخدمة عن طريق تطبيق اتجاهات الإهلاك أو الإهمال.

تتطلب طرق المستوى الأعلى التي تشمل تقديرًا لانبعاثات بدء التشغيل على البارد معرفة عدد مرات بدء التشغيل. يمكن استنتاج ذلك من إجمالي المسافة المقطوعة ومتوسط طول الرحلة. وهو ما يمكن الحصول عليه بشكل نموذجي من الاستبيانات المرورية. عادةً ما يتم تجميع هذه البيانات للاستخدام في الدراسات المحلية أو المرورية الخاصة بتخطيط النقل.

المربع 3-2-3
اتجاهات تلف (إهلاك) المركبة

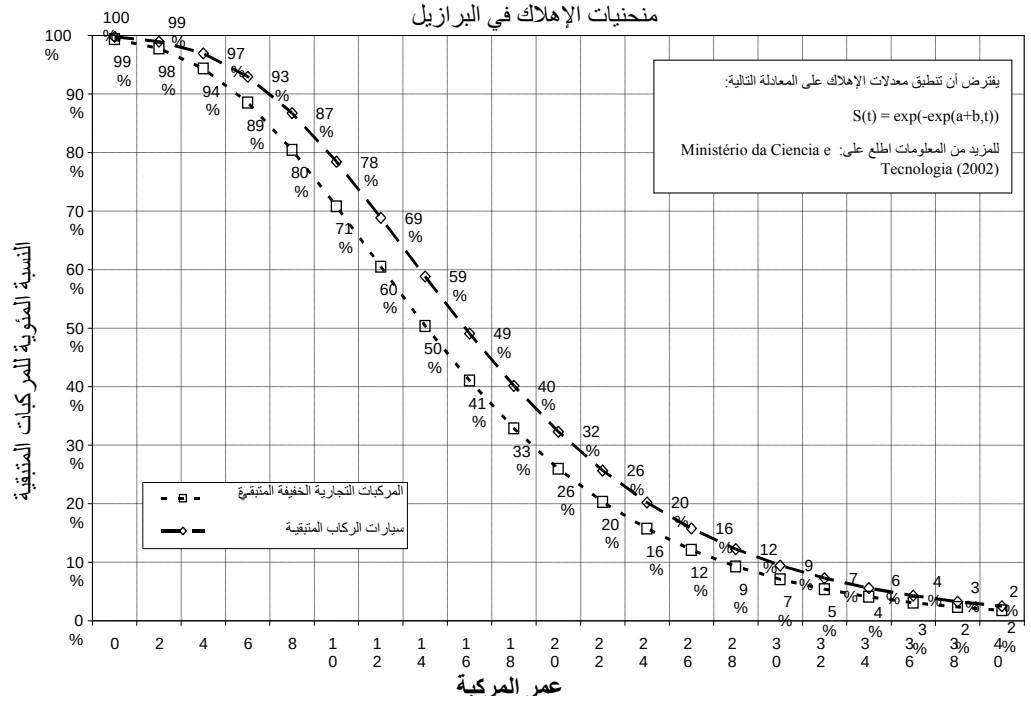
يمكن استخدام اتجاهات تلف (إهلاك) المركبة لتصحيح البيانات التي يتم الحصول عليها من إحصائيات الأسطول اعتمادًا على لوحات ترخيص السيارات، حيث تخرج السيارات الأقدم من الخدمة لكن تظل مسجلة في السجلات الرسمية، وهو ما يؤدي إلى زيادة تقدير الانبعاثات. يمكن الحصول عليها بشكل تقريبي على طريق دوال جومبرتز التي تحدد الحد الأقصى من عمر المركبة.

وفي حالة البرازيل، تم استخدام حد أقصى لعمر المركبات بما يعادل 40 عامًا للحصول على المعلومات الوطنية لغازات الاحتباس الحراري (MCT، 2002 و(http://www.mct.gov.br/clima/comunic_old/veicul03.htm)

مع الاستفادة من منحنى جومبرتز للإهلاك الذي يأخذ شكل الحرف S الموضح في المربع، دالة إهلاك المركبة. قدمت "بتروبراس" هذا المنحنى وتستخدمه الوكالات البيئية في الوقت الحالي لإجراء قوائم حصر الانبعاثات. يتم تحديد نسبة المركبات العتيقة المتهالكة t عن طريق المعادلة S (t) = exp -) exp (((t) b + a)؛ حيث إن (t) هي عمر المركبة (بالسنين) و S(t) هي الجزء الخاص بالمركبات العتيقة المهلكة t. في عام 1994(a = 798 1 و b = 0.137) والمركبات التجارية الخفيفة (a = 618 1 و b = 0.141).

(Ministério da Ciencia e Tecnologia (2002), Primeiro Inventário Brasileiro De Emissões

Antrópicas De Gases De Efeito Estufa Relatórios De Refencia Emissões De Gasses De Efeito Por Fontes Móveis, No Setor Eergético. Brasília, Bazil 2002)



3-1-2-4 الاستيفاء

عند تعيين الاستيفاء، يوصى بالقيام بما يلي:

- في حالة انتقال الوقود عبر الحدود الدولية في خزانات وقود المركبات، فيجب توزيع الانبعاثات الناتجة عن احتراق الوقود في النقل البري بالنسبة للدولة التي قامت فيها المركبة بتعبئة حمولتها من الوقود.
- يجب تقدير الكربون المنبعث من المواد المشبعة بالأكسجين وعوامل الخلط الأخرى المشتقة من الكتلة الحيوية والإبلاغ عنه باعتباره بند معلومات لتفادي ازدواجية الحساب وفقًا لشروط المجلد 1. للمزيد من المعلومات عن الوقود الحيوي، انظر القسم 3-2-1-2.
- كما يجب التأكد من موثوقية بيانات الوقود المباع عن طريق اتباع التوصيات الموضحة في القسم 3-2-1-3.
- ويجب أيضًا تحديد الانبعاثات الناتجة عن زيوت التشحيم التي تم خلطها بشكل متعمد مع الوقود المستخدم في النقل البري كانبعاثات مصدر متحرك. للمزيد من المعلومات حول احتراق زيوت التشحيم، يرجى الرجوع إلى المربع 3-2-4.

المربع 3-2-4
احتراق زيوت التشحيم في المركبات

يختلف مفهوم التزييت بالنسبة للمحركات ثنائية الأشواط العاملة بالغازولين عنه بالنسبة للمحركات رباعية الأشواط، حيث إنه من غير الممكن أن تحتوي على حوض زيت منفصل للتزييت. يجب تزييت محرك البنزين ثنائي الأشواط باستخدام خليط من زيت وبنزين التزييت بنسبة ملائمة ووفقًا لتوصيات جهة التصنيع. وعادة ما تستخدم خلائط بنسب 1: 25 و1: 33 و1: 50 وفقًا لنوع المحرك.

وبالنسبة للجيل الأحدث من المحركات ثنائية الأشواط، يتم حقن زيت التزييت في البنزين مباشرة عن طريق جهاز قياس دقيق من خزان منفصل وبكميات تعتمد على سرعة وحمل المحرك. كما تقوم المحركات ثنائية الأشواط الأقدم أو الأرخص ثمنًا باستقبال زيت التشحيم باعتباره جزءًا من خليط الوقود. عادةً ما يتم تحضير هذه الخلائط عن طريق مورد الوقود ثم نقلها إلى محطة الغاز، إلا إنه في بعض الأحيان يقوم مالك المركبة بإضافة الزيت في محطات الخدمة. في بعض الدول كانت المحركات ثنائية الأشواط ذات أهمية تاريخية كبيرة جدًا حتى عقد التسعينات (أوروبا الغربية) أو إنها لا تزال تتمتع بهذا القدر من الأهمية في الوقت الحالي (الهند وجنوب شرق أسيا).

قد يختلف تصنيف زيوت التشحيم هذه في إحصائيات الطاقة باعتباره زيت تشحيم أو وقودًا. يجب على القائمين بتجميع بيانات الحصر أن يتأكدوا من توزيع زيوت التشحيم هذه على الاستخدام النهائي وحسابها بالشكل الملائم بالإضافة إلى تجنب الازدواجية في الحساب أو الإسقاط (قارن معالجة زيوت التشحيم في الفصل 5 من المجلد 3: استخدام المنتجات الأخرى غير الطاقة والمواد الأولية للوقود). يجب الإبلاغ عن زيوت التشحيم التي يتم خلطها مع الوقود بشكل متعمد للاستخدام في النقل البري باعتباره مصدر طاقة وحساب الانبعاثات التابعة باستخدام الخطوط التوجيهية للمصدر المتحرك. وعندما تعتمد بيانات الأنشطة الخاصة بالمحركات ثنائية الأشواط على المسافة المقطوعة بالكيلومتر، يجب أخذ زيوت التشحيم المضافة في عين الاعتبار بالنسبة للجانب الاقتصادي للوقود وباعتباره جزءًا من خليط الوقود.

3-2-1-5 إعداد متسلسلات زمنية متسقة

عند مراجعة تجميع البيانات أو إجراءات الحساب أو منهجيات تقدير الانبعاثات أو النماذج، فمن *الممارسة السليمة* أن يتم إعادة حساب المتسلسلات الزمنية الكاملة. قد تتطلب المتسلسلات الزمنية المتسقة فيما يتعلق بالتجميع المبدئي للبيانات الخاصة بالتكنولوجيا المستخدمة في أسطول المركبات، ويلزم في هذه الحالة استكمال بيانات السنوات الأولى باستخدام الاستقراء، وربما استخدام البيانات غير المباشرة. يجب على القائمين بتجميع بيانات الحصر الرجوع إلى الفصل 5 من المجلد 1: اتساق المتسلسلات الزمنية للحصول على إرشادات عامة بشأن هذه المسألة .

وحيث يحتوي هذا الفصل على العديد من معاملات الانبعاث المحدثة، بالنسبة لثاني أكسيد الكربون (حساب الأكسدة بنسبة 100 في المائة)، والميثان وأكسيد النتروز، يجب على القائمين بتجميع بيانات الحصر أن يتأكدوا من اتساق المتسلسلات الزمنية. يجب أن تأخذ المتسلسلة الزمنية المتسقة بعين الاعتبار تغير التكنولوجيا المستخدمة في المركبات وأنظمة الحفز المركبة بها. كما يجب أن تأخذ المتسلسلة الزمنية في عين الاعتبار الزيادة التدريجية في الأساطيل، وهو ما يخضع لتحكم القانون وقوى السوق. يمكن الحفاظ على الاتساق بالإضافة إلى البيانات الدقيقة بشأن توزيع الأسطول وفقًا لتقنية المحرك ونظام السيطرة على الانبعاثات، والصيانة، وعمر تقنية السيطرة على الانبعاثات، ونوع الوقود. في حالة عدم توفر بيانات المسافة التي قطعتها المركبة بالكيلومتر (VKT) بالنسبة للمتسلسلات الزمنية بالكامل ولكن لسنة جارية، فيجب استخدام الخطوط التوجيهية بالفصل 5 من المجلد 1: اتساق المتسلسلات الزمنية، لتحديد طريقة للتقسيم.

3-2-2 تقييم أوجه عدم التيقن

يسهم كلٌ من ثاني أكسيد الكربون وأكسيد النتروز والميثان بنسب 97 و2-3 و1 في المائة على التوالي من انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد الكربون عن قطاع النقل البري. وبناءً عليه، على الرغم من إن حالات عدم التيقن في تقديرات أكسيد النتروز والميثان أعلى بكثير، إلا إن ثاني أكسيد الكربون يمثل النسبة الأكبر من انبعاثات النقل البري. سيساعد استخدام بيانات التقدير المحلية على الإقلال من حالات عدم التيقن، خاصة فيما يتعلق بتقديرات النهوج الصعودية.

عدم التيقن في معامل الانبعاثات

عادةً ما يكون عدم التقين في معامل الانبعاثات الخاص بثاني أكسيد الكربون أقل من 2 في المائة في حالة استخدام القيم الوطنية (انظر الجدول 1-4 من فصل المقدمة من هذا المجلد). معاملات الانبعاث الافتراضية لثاني أكسيد الكربون موضحة في الجدول 3-2-1؛ كما أن نسبة عدم التيقن في معاملات الانبعاث الافتراضية لثاني أكسيد الكربون تتراوح ما بين 2 و5 في المائة، وذلك نتيجة لعدم التيقن في استهلاك الوقود. يمكن أن يؤدي استخدام خلائط الوقود، مثل الوقود الحيوي، أو استخدام الوقود المغشوش إلى زيادة نسبة عدم تيقن معاملات الانبعاث في حالة عدم التيقن من تركيب الخليط.

عادةً ما تكون نسب عدم التيقن في معاملات الانبعاث عالية نسبيًا بالنسبة للميثان وأكسيد النتروز (خاصة أكسيد النتروز) ويمكن أن تكون عاملاً من 2-3. كما إنها تعتمد على ما يلي:

- أوجه عدم التيقن المقترن بتركيب الوقود (يشمل ذلك إمكانية غش الوقود) ومحتويات الكبريت في الوقود.
- أوجه عدم التيقن المقترن بعمر الأسطول والخصائص الأخرى لرصيد المركبات، بما في ذلك التأثيرات العابرة للحدود - الخصائص الفنية للمركبات التي تنتمي إلى دولة أخرى والتي تستخدم الوقود يمكن أن يغطيها بند نماذج التقنية؛

- أوجه عدم التيقن من أنماط صيانة رصيد المركبات؛
- أوجه عدم التيقن من ظروف الاحتراق (المناخ والانحدار) وممارسات القيادة، مثل السرعة، أو نسبة مسافة التشغيل إلى عدد مرات بدء التشغيل على البارد، أو معاملات التحميل (الميثان وأكسيد النتروز)؛
- أوجه عدم التيقن من معدلات تطبيق تقنيات السيطرة على الانبعاثات فيما بعد الاحتراق (مثل الحفاز ثلاثي الأطوار)؛
- أوجه عدم التيقن من المواد المضافة لتقليل تأثير تقادم الوسائط؛
- أوجه عدم التيقن من درجات حرارة التشغيل (أكسيد النتروز)؛
- أوجه عدم التيقن من معدات الاختبار ومعدات قياس الانبعاثات.

من *الممارسة السليمة* أن يتم تقدير عدم التيقن بناءً على الدراسات المنشورة التي تم الحصول على معاملات الانبعاث منها. وعلى الأقل يمكن مناقشة الأنواع التالية من حالات عدم التيقن من المصادر المنشورة ويجب أخذها في عين الاعتبار عند تطوير معاملات الانبعاث الوطنية من البيانات التجريبية:

- هناك نطاق لمعامل انبعاثات المركبات الفردية يتمثل في تغيرية القياسات وناتج عن تغيرية الانبعاثات في ظروف التشغيل المختلفة (السرعة ودرجة الحرارة)؛
- عدم التيقن من متوسط معاملات انبعاثات المركبات في نفس فئة المركبة.

بالإضافة إلى ذلك، قد تكون عينة المركبات التي أجريت عليها القياسات محدودة للغاية، أو حتى قد لا تكون هناك عينات من القياسات أكثر دقة لتمثيل الأسطول الوطني. لا يمكن بأي شكل من الأشكال التعرف على سلوك القيادة الواقعي من خلال دوائر اختبار القيادة، لذلك تقوم بعض دراسات معامل الانبعاثات في الوقت الحالي باختبار انبعاثات بدء التشغيل على البارد بشكل منفصل عن انبعاثات التشغيل، وهو ما قد يمكن الدول من تعيين تصحيحات خاصة بالدولة على الرغم من إن هذه التصحيحات نفسها تتطلب تجميع البيانات باستخدام أوجه عدم التيقن الخاصة بها.

قد يتمثل أحد مصادر عدم التيقن في تحويل معامل الانبعاثات إلى وحدات موضحة لبيانات الأنشطة (مثال: من كج/جيجا جول إلى جرام/كم) لأن ذلك يتطلب فرضيات إضافية بشأن البارامترات الأخرى، مثل اقتصاد الوقود، الذي توجد أيضًا أوجه لعدم التيقن خاصة به.

يمكن خفض نسبة عدم التيقن في معامل الانبعاثات عن طريق التقسيم الأوسع لأسطول المركبات حسب التقنية وعمر المركبة وظروف القيادة.

عدم التيقن المقترن ببيانات الأنشطة

تمثل بيانات الأنشطة المصدر الرئيسي لعدم التيقن في تقدير الانبعاثات. يتم التعبير عن بيانات الأنشطة إما بوحدات الطاقة (مثل التيرا جول) أو بوحدات أخرى مختلفة الأغراض، مثل الشخص-/طن-كيلومتر، وأرصدة المركبة، وتوزيعات طول الرحلة، وفعاليات الوقود...وغيره. تشمل المصادر الممكنة لعدم التقين التي غالبًا ما تكون +/-5 في المائة تقريبًا ما يلي:

- أوجه عدم التيقن في الاستبيانات الوطنية للطاقة وتقارير البيانات؛
- عمليات الانتقال عبر الحدود وغير المتفق بشأنها؛
- التصنيف الخاطئ لنوع الوقود؛
- التصنيف الخاطئ في رصيد المركبات؛
- نقص الاستيفاء (يمكن استخدام أنواع من الوقود غير مسجلة في فئات مصدر أخرى في أغراض النقل)؛
- عدم التقين في معامل التحويل من إحدى مجموعات بيانات الأنشطة إلى مجموعة أخرى (مثال: التحول من بيانات استهلاك الوقود إلى شخص-/طن-كيلومتر أو العكس صحيح، انظر أعلاه).

يمكن أن يساعد تقسيم بيانات الأنشطة على تقليل عدم التيقن في حالة إمكانية الربط بينها وبين النتائج المنقولة من مقترب تنازلي لاستخدام الوقود.

وبالنسبة لتقدير انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز، يمكن استخدام مستوى مختلف وكذلك مجموعة مختلفة من بيانات الأنشطة. كما إنه من *الممارسة السليمة* أن يتم التأكد من توافق المقتربات التنازلية ومع المقتربات الصعودية وتوثيق اختلاف التفسير في حالة عدم توافق المقتربات (انظر أيضًا القسم 3-2-1-4، الاستيفاء). وبالنسبة لهذه الغازات، سيظل عدم التيقن في معامل الانبعاثات متحكمًا وقد يظل عدم التيقن في بيانات الأنشطة هو نفسه بالنسبة لثاني أكسيد الكربون.

يمكن التعرف على المزيد من التوجيهات بشأن تقديرات عدم التقين بالنسبة لبيانات الأنشطة في المجلد 1، الفصل 3: أوجه عدم التيقن.

3-2-3 ضمان/مراقبة جودة الحصر

من *الممارسة السليمة* أن يتم إجراء اختبارات لمراقبة الجودة كما هو موضح في المجلد 1، الفصل 6: ضمان/مراقبة الجودة والتحقق وإجراء مراجعة من الخبراء لتقديرات الانبعاثات. كما يمكن أيضًا إجراء اختبارات إضافية لمراقبة الجودة كما هو موضح في إجراءات المستوى 2 الواردة في الفصل نفسه بالإضافة إلى إجراءات ضمان الجودة، خاصة في حالة استخدام طرق المستويات الأعلى لتحديد الانبعاثات الصادرة من فئة المصدر هذه. يوصى القائمون بتجميع بيانات الحصر باستخدام إجراءات ضمان/مراقبة الجودة الخاصة بفئات المصدر كما هي محددة في الفصل 4 من المجلد 1: اختيار المنهجيات وتحديد الفئات الرئيسية

بالإضافة إلى التوجيهات المقدمة في الفصول المشار إليها، توجد إجراءات محددة مرتبطة بفئة المصدر هذه نوضحها فيما يلي.

مقارنة الانبعاثات باستخدام مقتربات بديلة

بالنسبة لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون، يجب على القائم بتجميع بيانات الحصر أن يقوم بمقارنة التقديرات باستخدام كل من إحصائيات الوقود وبيانات المسافة التي قطعتها المركبة بالكيلومتر. يجب أن يتم استقصاء أي تضارب بين تقديرات الانبعاثات والعمل على تفسيره. يجب تسجيل نتائج هذه المقارنات بهدف توثيقها داخليًا. كما إن مراجعة الفرضيات التالية من شأنه أن يضيق أي ثغرات مكتشفة بين المقتربات:

استخدامات الوقود في النقل خارج الطرق أو في غير أغراض النقل؛

متوسط عدد الكيلومترات المقطوعة في السنة؛

كفاءة استهلاك الوقود الذي تستخدمه المركبة؛

تصنيف المركبات بحسب النوع والتقنية والعمر...وغيره؛

استخدام المواد المشبعة بالأكسجين والوقود الحيوي وغيرها من المواد المضافة الأخرى؛

إحصائيات استخدام الوقود؛

كميات الوقود المباعة أو المستخدمة.

مراجعة معاملات الانبعاث

في حالة استخدام معاملات انبعاثات افتراضية، فيجب على القائم بتجميع بيانات الحصر أن يتأكد من إن هذه المعاملات قابلة للتطبيق وإنها مرتبطة بالفئات. كما يجب مقارنة المعاملات الافتراضية بالبيانات المحلية، إن أمكن، لتوفير مؤشر أكبر لقابلية المعاملات للتطبيق.

وبالنسبة لانبعاثات الميثان وأكسيد النتروز، يجب على القائم بتجميع بيانات الحصر أن يتأكد من انطباق مصدر البيانات الأصلي الخاص بالمعاملات المحلية على الفئة ذات الصلة وأن يتأكد من إجراء اختبارات الدقة على عمليات الحصول على البيانات وعمليات الحساب. وإذا استخدم القائم بتجميع بيانات الحصر المعاملات الافتراضية والمعاملات المحلية لتقدير انبعاثات أكسيد النتروز، يجب عليه التأكد من مراجعة معاملات الانبعاث في الجدول 3-2-3 عند استخدامها في الحساب.

التحقق من بيانات الأنشطة

يجب على القائم بتجميع بيانات الحصر أن يقوم بمراجعة مصدر بيانات الأنشطة للتأكد من ملائمتها للفئة وارتباطها بها. يوفر القسم 3-2-1-3 *الممارسة السليمة* للتحقق من بيانات الأنشطة. كما يجب على القائم بتجميع بيانات الحصر أن يقوم قدر الإمكان بمقارنة البيانات مع بيانات الأنشطة التاريخية أو نتائج النموذج لمعرفة ما إن كان هناك مظهر من مظاهر عدم التوافق. يجب أيضًا على القائم بتجميع بيانات الحصر أن يتأكد من موثوقية بيانات الأنشطة فيما يتعلق بأنواع الوقود ذات التوزيع الضعيف؛ الوقود المستخدم لأغراض أخرى، النقل على الطرق وخارجها، والنقل غير المشروع للوقود داخل الدولة أو خارجها. كما يجب أيضًا على القائم بتجميع بيانات الحصر أن يتجنب ازدواجية حساب المركبات الزراعية والمستخدمة خارج الطرق المعبدة.

المراجعة الخارجية

يجب على القائم بتجميع بيانات الحصر أن يقوم بمراجعة مستقلة وموضوعية للحسابات والفرضيات وتوثيق حصر الانبعاثات لتقييم كفاءة برنامج مراقبة الجودة. يجب أداء مراجعة النظراء عن طريق خبير أو أكثر ممن تتوفر لديهم الدراية بفئة المصدر وإدراك متطلبات الحصر. تتضح أهمية تقدير معاملات انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز بشكل خاص فيما يقترن بها من نسبة عدم التيقن الكبيرة في المعاملات الافتراضية.

4-2-3 التقارير والتوثيق

من *الممارسة السليمة* أن يتم توثيق وأرشفة جميع المعلومات المطلوبة لإعداد التقديرات الوطنية لحصر الانبعاثات.

إلا إنه من غير العملي أن يتم تضمين جميع الوثائق في التقرير الوطني للحصر. ومع ذلك، يجب أن يشمل الحصر ملخصات للطرق المستخدمة ومراجع بيانات المصادر بحيث تتسم تقديرات الانبعاثات المبلغ عنها بالشفافية ويوفر إمكانية إعادة تتبع خطوات حسابها. ينطبق ذلك بشكل خاص على النماذج الوطنية المستخدمة في تقدير الانبعاثات من النقل البري وعلى ما تم إنجازه من أعمال لتحسين معرفة معاملات الانبعاث الخاصة بالتقنية بالنسبة لأكسيد النتروز والميثان، حيث توجد أهمية خاصة لأوجه عدم التيقن. كما يجب الإبلاغ عن هذا النوع من المعلومات لتضمينه في قاعدة بيانات عامل الانبعاثات، يشترط وضوح التوثيق.

ولا يرجح أن تمثل السرية مشكلة فيما يتعلق بانبعاثات الطرق على الرغم من التكتم على المعلومات الخاصة بالاستخدامات العسكرية للوقود. يوجد نوع من السرية بالنسبة لتركيب بعض المواد المضافة، لكن يعتبر ذلك هامًا فقط إذا كان يؤثر على انبعاثات غاز الاحتباس الحراري.

وفي حالة استخدام نماذج مثل نماذج USEPA MOVES أو MOBILE أو EEA COPERT (وكالة حماية البيئة 2005أ، ووكالة حماية البيئة 2005ب، ووكالة حماية البيئة 2005 على التوالي)، فيجب الاحتفاظ بسجل كامل لجميع البيانات المدخلة. كما يجب أيضًا توثيق أي فرضيات محددة تم وضعها بالإضافة إلى التعديلات التي تم إجراؤها على النموذج.

5-2-3 جداول الإبلاغ وأوراق العمل

انظر الصحائف الأربع من أوراق العمل (المرفق الأول) بالنسبة للمقترب القطاعي الخاص بالمستوى الأول والتي يجب ملؤها بالنسبة لكل فئة مصدر. يمكن الاطلاع على جداول الإبلاغ في الفصل 8 من المجلد 1.

3-3 النقل خارج الطرق المعبدة

تشمل فئة النقل خارج الطرق المعبدة (1 أ 3 ه 2) الموضحة في الجدول 3-1-1 المركبات والآلات المتحركة المستخدمة في قطاعات الزراعة والحراجة والصناعة (بما في ذلك التشييد والصيانة) والمنازل، وفي قطاعات أخرى مثل معدات الدعم الأرضي في المطارات والجرارات الزراعية والمناشير الآلية والرافعات الشوكية وعربات الجليد. يوجد وصف مختصر للأنواع الشائعة من المركبات والمعدات المستخدمة خارج الطرق المعبدة وأنوع المحركات النموذجية ومخرجات الطاقة بالنسبة لكل منها، يرجى الرجوع إلى الوكالة الأوروبية للبيئة لعام 2005. كما توجد أيضًا تجميعات قطاعية متوفرة في الوكالة الأمريكية لحماية البيئة، 2005ب[12].

عادةً ما تشمل أنواع المحركات المستخدمة في المعدات المستخدمة خارج الطرق هذه محركات الإشعال بالضغط (الديزل)، والإشعال بالشرر (بغازولين المحركات)، والمحركات ثنائية الأشواط، والمحركات رباعية الأشواط العاملة بالغازولين.

1-3-3 الموضوعات المنهجية

يتم تقدير الانبعاثات التي تسببها المركبات المستخدمة خارج الطرق بالاعتماد على نفس المنهجيات المستخدمة بالنسبة للمصادر المتحركة كما هو موضح في القسم 3-2. وهذه المنهجيات لم يتم تغييرها منذ نشر *الخطوط التوجيهية للهيئة لعام 1996 ودليل الممارسات السليمة لعام 2000*، باستثناء أن معاملات الانبعاث الحالية تفترض الأكسدة الكاملة للوقود، كما هو موضح في القسم 3-2-1-2. وذلك للاتساق مع فصل الاحتراق الثابت. كما إن هذه الخطوط التوجيهية تحتوي على طريقة لتقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من المحولات الحفازة باستخدام اليورية، وهو ما يمثل مصدرًا للانبعاثات لم نتناوله من قبل.

1-1-3-3 اختيار الطريقة

توجد ثلاثة خيارات منهجية لتقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النتروز من الاحتراق في المركبات خارج الطرق المعبدة: المستوى 1 والمستوى 2 والمستوى 3. الشكل 3-3-1: توفر شجرة قرارات تقدير الانبعاثات من المركبات المستخدمة خارج الطرق المعبدة معيارًا لاختيار الطريقة الملائمة. تتمثل الطريقة المفضلة لتحديد انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في استخدام استهلاك الوقود بالنسبة لكل نوع وقود وعلى أساس ما هو محدد للدولة. ومع ذلك، قد توجد بعض الصعوبات الخاصة ببيانات الأنشطة نتيجة لتعدد وتنوع أنواع المعدات والمواقع وأنماط الاستخدام المرتبطة بالمركبات والآلات المستخدمة خارج الطرق المعبدة. علاوة على ذلك، غالبًا ما لا يتم تجميع ونشر البيانات الإحصائية الخاصة باستهلاك الوقود عن طريق المركبات المستخدمة خارج الطرق المعبدة.

[12] يقدم المرفق باء من هذا المرجع رموز تصنيف المصدر (SCC) وتعريفات خاصة بما يلي: (أ) المركبات الترفيهية؛ (ب) معدات التشييد؛ (ج) المعدات الصناعية؛ (د) معدات البساتين والحدائق؛ (ه) المعدات الزراعية؛ (و) المعدات التجارية؛ (ز) قطع الأشجار؛ (ح) معدات الدعم الأرضي/معدات التنقيب في باطن الأرض أو معدات حقول النفط؛ (ط) المعدات البحرية الترفيهية؛ (ي) صيانة السكة الحديد، وهي مقدمة في المرفق باء.

كما توجد طريقة فردية مقدمة لتقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من المحولات الحفازة التي تستخدم اليورية. لا تحتوي العديد من المركبات المستخدمة خارج الطرق المعبدة على محولات حفازة، لكن ينتظر أن يكون هناك تزايد مستمر في استخدام أجهزة السيطرة على الانبعاثات بالنسبة لبعض فئات المركبات المستخدمة خارج الطرق المعبدة، خاصة تلك المستخدمة في المناطق المدنية (مثل معدات الدعم الأرضي في المطارات أو الموانئ) في الدول النامية. وفي حالة استخدام المحولات الحفازة التي تستخدم اليورية في المركبات المستخدمة خارج الطرق المعبدة، فيجب تقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ذات الصلة.

يمكن وصف الطريقة العامة لتقدير انبعاثات غاز الاحتباس الحراري من مصادر الطاقة كما يلي:

المعادلة 3-3-1
تقدير انبعاثات المستوى 1

$$Emissions = \sum_j \left(Fuel_j \bullet EF_j \right)$$

حيث:

Emissions = الانبعاثات (بالكيلوجرام).

$Fuel_j$ = الوقود المستهلك (كما يتضح من مقدار الوقود المباع) (تيرا جول)

EF_j = معامل الانبعاثات (كج/تيرا جول)

j = نوع الوقود

بالنسبة للمستوى 1، يتم تقدير الانبعاثات باستخدام معاملات انبعاثات افتراضية خاصة بالوقود كما هو موضح في الجدول 3-3-1، وذلك بناءً على فرض استهلاك إجمالي الوقود، بالنسبة لكل نوع وقود، عن طريق فئة مصدر واحدة خارج الطرق المعبدة.

أما بالنسبة للمستوى 2، فيتم تقدير الانبعاثات باستخدام معاملات انبعاثات خاصة بالدولة وبنوع الوقود وكذلك تكون خاصة بنوع رئيسي من المركبات والآلات في حالة توافرها. توجد فائدة ضئيلة أو قد لا توجد فائدة على الإطلاق من تجاوز المستوى 2 بالنسبة لتقديرات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، بشرط توفر بيانات موثوقة لاستهلاك الوقود.

المعادلة 3-3-2
تقدير انبعاثات المستوى2

$$Emissions = \sum \left(Fuel_{ij} \bullet EF_{ij} \right)$$

حيث :

Emissions = الانبعاثات (بالكيلوجرام).

$Fuel_{j,i}$ = الوقود المستهلك (كما يتضح من مقدار الوقود المباع) (تيرا جول)

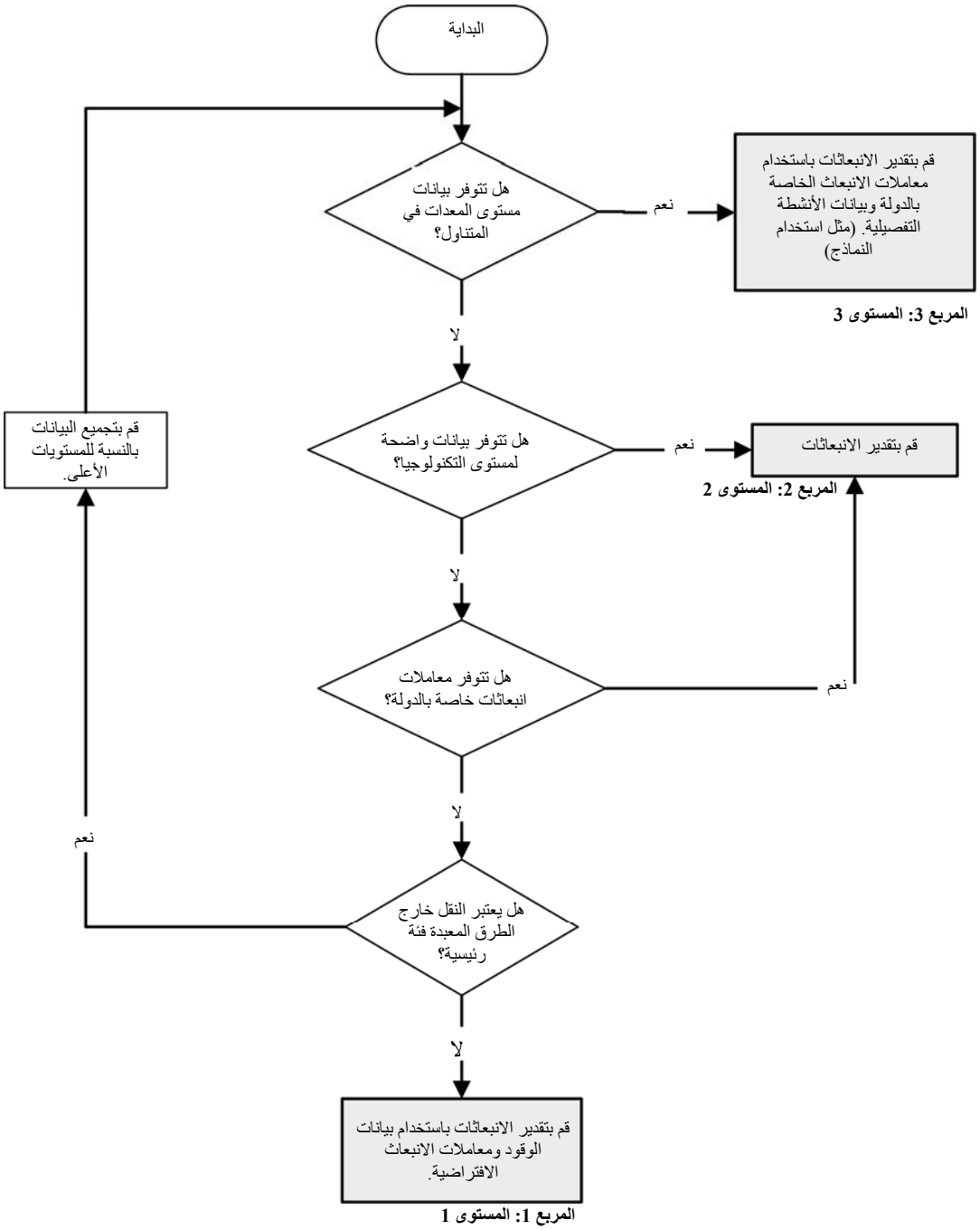
$EF_{j,i}$ = معامل الانبعاثات (كج/تيرا جول)

i = نوع المركبة أو المعدة

j = نوع الوقود

بالنسبة للمستوى3، يمكن تقدير الانبعاثات، في حالة توفر البيانات، من ساعات الاستخدام السنوية والبرامترات الخاصة بالمركبة، مثل الطاقة المقدرة، ومعامل الحمل، ومعاملات الانبعاث المعتمدة على استخدام الطاقة. وقد يتعذر تجميع أو نشر أو توفير هذه البيانات بالتفصيل وبشكل منتظم، بالنسبة للمركبات المستخدمة خارج الطرق المعبدة، وقد يكون من الضروري تقديرها باستخدام مجموعة من البيانات والفرضيات.

الشكل 3-3-1 شجرة قرارات لتقدير الانبعاثات من المركبات المستخدمة خارج الطرق المعبدة



ملاحظة: انظر الفصل 4 "اختيار المنهجيات والفئات الرئيسية" من المجلد 1(مع الرجوع إلى القسم 4-1-2 الخاص بالموارد المحدودة) لمناقشة *الفئات الرئيسية* واستخدام شجرات القرارات.

تعرض المعادلة 3-3-3 لمنهجية المستوى 3، حيث يتم تطبيق المعادلة الأساسية التالية لحساب الانبعاثات (بالجيجا جرام):

المعادلة 3-3-3
تقدير انبعاثات المستوى 3

$$Emission = \sum_{ij} \left(N_{ij} \bullet H_{ij} \bullet P_{ij} \bullet LF_{ij} \bullet EF_{ij} \right)$$

حيث:

Emission = مقدار الانبعاثات بالكيلوجرام

N_{ij} = مجموعة المصدر

H_{ij} = ساعات الاستخدام السنوي للمركبة I (ساعة)

P_{ij} = متوسط معدل الطاقة بالنسبة للمركبة I (كيلو وات)

LF_{ij} = معامل الحمل النموذجي بالنسبة للمركبة i (الكسر ما بين 0 و1)

EF_{ij} = معامل الانبعاثات المتوسط بالنسبة لاستخدام الوقود j في المركبة i (كج/كيلو وات ساعة)

i = نوع المركبة المستخدمة خارج الطرق المعبدة

j = نوع الوقود

يمكن تقسيم المعادلة 3-3-3 حسب المعاملات، مثل العمر أو تاريخ نشأة التقنية أو نمط الاستخدام، وهو ما سيؤدي إلى زيادة دقة التقديرات بشرط توفر مجموعات ذاتية الاتساق من البارامترات H وP وLF وEF لدعم التقسيم، (الوكالة الأوروبية للبيئة، 2005). توجد أدوات تفصيلية أخرى لصياغة النماذج متوفرة لتقدير الانبعاثات خارج الطرق المعبدة باستخدام منهجية المستوى 3 (مثل NONROAD (الوكالة الأمريكية لحماية البيئة 2005أ) وCOPERT (نتزياكريستوس 2000)).

ولتقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن استخدام المواد الإضافية المعتمدة على اليورية في المحولات الحفازة (الانبعاثات غير المشتعلة)، تستخدم المعادلة 3-3-4:

المعادلة 3-3-4
الانبعاثات الناتجة عن المحولات الحفازة العاملة باليورية

$$Emissions = Activity \bullet \left(\frac{12}{60}\right) \bullet Purity\ Factor \bullet \left(\frac{44}{12}\right)$$

حيث:

Emission = انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (بالكيلوجرام)

Activity = كتلة المواد الإضافية المعتمدة على اليورية (بالكيلوجرام) والمستخدمة في المحولات الحفازة

Purity factor = جزء اليورية المستخدم في المادة الإضافية المعتمدة على اليورية (مقسومًا على 100 إذا كان بالنسبة المئوية)

يقوم المعامل (60/12) باحتجاز التحويل المتكافئ من اليورية ($(CO(NH_2)_2)$) إلى الكربون، بينما يقوم المعامل (12/44) بتحويل الكربون إلى ثاني أكسيد كربون.

3-3-1-2 اختيار معاملات الانبعاث

تفترض معاملات انبعاثات الكربون أكسدة كل محتوى الكربون في الوقود إلى ثاني أكسيد كربون. وذلك بغض النظر عما إذا كان الكربون ينبعث مبدئيًا كثاني أكسيد كربون أو أول أكسيد كربون أو مادة عضوية متطايرة غير الميثان أو كعنصر جزيئي.

يجب استخدام القيمة الحرارية الصافية ومعامل انبعاثات الكربون بالنسبة للمستوى2 و3. وقد يرغب القائم بتجميع بيانات الحصر في الرجوع إلى CORINAIR 2004 أو قاعدة بيانات معامل الانبعاثات فيما يتعلق بمعاملات الانبعاث، مع الانتباه إلى أن القائمين بتجميع بيانات الحصر يظلون هم المسئولون عن التأكد من ملائمة معاملات الانبعاث المأخوذة من قاعدة بيانات معامل الانبعاثات للظروف الوطنية.

يرجى الرجوع إلى المربع 3-3-1 للحصول على مثال على مقترب المستوى3؛ حيث توجد المزيد من المعلومات حول تصميم نموذج الانبعاثات NONROAD باستخدام البيانات الخاصة بالدولة بالإضافة إلى النموذج لتعزيز معاملات الانبعاث الوطنية المعطاة.

يقدم الجدول 3-3-1 معاملات الانبعاث الافتراضية لثاني أكسيد الكربون ونطاقات عدم التيقن الخاصة بها ومعاملات الانبعاث الافتراضية للميثان وأكسيد النتروز بالنسبة للمستوى 1. ولتقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، يتوفر أيضًا للقائمين بتجميع بيانات الحصر خيار استخدام معاملات الانبعاث المعتمدة على استهلاك الوقود الخاص بالدولة عن طريق المركبات المستخدمة خارج الطرق المعبدة.

الجدول 3-3-1
معاملات الانبعاث الافتراضية للمصادر والآلات المتحركة خارج الطرق المعبدة[أ]

	ثاني أكسيد الكربون			الميثان(ب)			أكسيد النتروز(ج)		
مصدر متحرك خارج الطرق المعبدة	افتراضي (كج/تيرا جول)	الحد الأدنى	الحد الأعلى	افتراضي (كج/تيرا جول)	الحد الأدنى	الحد الأعلى	افتراضي (كج/تيرا جول)	الحد الأدنى	الحد الأعلى
الديزل									
الزراعة	74 100	72 600	74 800	4.15	1.67	10.4	28.6	14.3	85.8
الحراجة	74 100	72 600	74 800	4.15	1.67	10.4	28.6	14.3	85.8
الصناعة	74 100	72 600	74 800	4.15	1.67	10.4	28.6	14.3	85.8
المنازل	74 100	72 600	74 800	4.15	1.67	10.4	28.6	14.3	85.8
بنزين المحركات رباعية الأشواط									
الزراعة	69 300	67 500	73 000	80	32	200	2	1	6
الحراجة	69 300	67 500	73 000						
الصناعة	69 300	67 500	73 000	50	20	125	2	1	6
المنازل	69 300	67 500	73 000	120	48	300	2	1	6
بنزين المحركات ثنائية الأشواط									
الزراعة	69 300	67 500	73 000	140	56	350	0.4	0.2	1.2
الحراجة	69 300	67 500	73 000	170	68	425	0.4	0.2	1.2
الصناعة	69 300	67 500	73 000	130	52	325	0.4	0.2	1.2
المنازل	69 300	67 500	73 000	180	72	450	0.4	0.2	1.2

المصدر: الوكالة الأوروبية للبيئة 2005.

ملاحظة: تمثل قيم معامل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون محتوى الكربون بالكامل.

[أ] البيانات المقدمة في الجدول 3-3-1 هي بناءً على المصادر والآلات الأوروبية المتحركة المستخدمة خارج الطرق المعبدة. بالنسبة للغازولين، وفي حالة عدم تمييز استهلاك الوقود حسب القطاع، فيمكن الحصول على القيم الافتراضية وفقًا للظروف الوطنية، مثل سيادة قطاع معين أو المعادلة حسب النشاط

[ب] يشمل ذلك الفاقد اليومي والناتج عن النقع وفاقد التشغيل.

[ج] لا تحتوي المركبات المستخدمة خارج الطرق المعبدة بشكل عام على وسائط للسيطرة على الانبعاثات (قد توجد بعض الاستثناءات في المركبات المستخدمة خارج الطرق المعبدة في المناطق المدنية، مثل معدات الدعم الأرضي المستخدمة في المطارات والموانئ المدنية). تقوم الوسائط المشغلة بشكل ملائم بتحويل أكاسيد النيتروجين إلى أكسيد نتروز والميثان إلى ثاني أكسيد كربون ومع ذلك، يتسبب تعريض الوسائط لأنواع الوقود ذات المحتوى العالي من الكبريت أو الرصاص، حتى لو لمرة واحدة، إلى إحداث التلف الدائم (والش، 2003). يجب أخذ هذا التأثير في عين الاعتبار عند تصحيح معاملات الانبعاث إذا كان ذلك ملائمًا.

3-3-1-3 اختيار بيانات الأنشطة

غالبًا ما تتوفر بيانات الأنشطة التنازلية الشاملة بشأن المركبات المستخدمة خارج الطرق المعبدة، وإذا كان الأمر كذلك فمن الضروري استخدام الاستبيانات الإحصائية لتقدير نسبة وقود النقل الذي تستهلكه المركبات المستخدمة خارج الطرق المعبدة. تتم مناقشة تصميم الاستبيان في الفصل 2 من المجلد 1 (مقتربات تجميع البيانات)، كما يجب أن تكون الاستبيانات ملائمة لمستوى التقسيم المشار إليه في الجدول 3-3-1 للاستفادة من بيانات معامل الانبعاثات الافتراضي، وللمزيد من التفاصيل بالنسبة للمستويات الأعلى. بالنسبة لمقترب المستوى 3، تتوافر أدوات صياغة النماذج لتقدير كمية الوقود المستهلك عن طريق كل فئة فرعية للمعدات. يقدم المربع 3-3-1 معلومات إضافية حول استخدام نموذج الانبعاثات NONROAD (خارج الطرق المعبدة). كما يمكن تطوير هذا النموذج حتى يشمل التعديلات الخاصة بالدولة (انظر المربع 3-3-2 للتعرف على التجربة الكندية).

المربع 3-3-1
نموذج الانبعاثات من غير الطرق المعبدة (الوكالة الأمريكية لحماية البيئة)

NONROAD 2005 هو نموذج رياضي قامت بتطويره الوكالة الأمريكية لحماية البيئة ويمكن استخدامه لتقدير والتنبؤ بالانبعاثات الناتجة عن قطاعات النقل على غير الطرق المعبدة (خارج الطرق المعبدة). يمكن الوصول إلى النموذج نفسه وجميع وثائق الدعم المتاحة على موقع الشبكة الخاص بوكالة حماية البيئة (http://www.epa.gov/otaq/nonrdmdl.htm). يقوم هذا النموذج بتقدير الانبعاثات بالنسبة غازات عادم: الهيدروكربونات (HC)، وأكاسيد النيتروجين (NO_X)، وأول أكسيد الكربون (CO)، وثاني أكسيد الكربون (CO_2)، وأكاسيد الكبريت (SO_X)، والعناصر الجزيئية (PM). يقوم المستخدم بالتحديد من بين خمسة أنواع مختلفة من الهيدروكربونات للإبلاغ – وهي إجمالي الهيدروكربونات (THC)، وإجمالي الغازات العضوية (TOG)، والغازات العضوية غير الميثان (NMOG)، والهيدروكربونات الأخرى غير الميثان (NMHC)، والمركبات العضوية المتطايرة (VOC).

عمومًا، يمكن استخدام هذا النموذج لتقدير الانبعاثات بشكل صعودي من المصادر المحددة باستخدام بارامترات خاصة بالمعدة مثل: (1) عدد المحركات؛ (2) ساعات الاستخدام السنوي؛ (3) معدلات الطاقة (حصان)؛ (4) معامل الحمل (الحمل بالنسبة المئوية أو دورة التشغيل)، و(5) استهلاك الوقود الخاص بالفرامل (الوقود المستهلك لكل حصان-ساعة). ستقوم الدالة بحساب مقدار الوقود المستهلك عن طريق كل فئة فرعية من المعدات. وبالتالي يمكن تطبيق معاملات انبعاثات القطاع الفرعي الخاصة بالتقنية أو الوقود لإخراج تقدير الانبعاثات. يتميز هذا النموذج بالحساسية تجاه البارامترات التي وقع عليها الاختيار، لكن يمكن استخدامه لتوزيع الانبعاثات المقدرة باستخدام مقترب تنازلي.

من غير المعتاد بالنسبة للمقترب الصعودي الذي يستخدم هذا النموذج أن ينحرف عن النتيجة التنازلية المشابهة باستخدام المعامل 2(100%)، لذلك يتم التنبيه على المستخدمين بمراجعة التوثيق الخاص بالمجالات التي تم سد هذه الثغرات بها من خلال التصحيح الدقيق لمدخلاتهم الخاصة. بناءً عليه يجب على المستخدمين أن يتفهموا لعدد وتركيب الوقود/التقنية بالنسبة للمجال الذي يتم تقييمه. ومع ذلك، يمكن وضع التصحيحات الملائمة بناءً على ما يلي: مسويات الصناعة الوطنية؛ وسجلات الاستيراد والتصدير؛ ودورة الحياة المقدرة ودوال الإهلاك. تميل دوال الإهلاك إلى تحديد معدل إهمال المعدة ويمكن أن تساعد في توضيح الأعداد الحالية بناءً على قوائم الحصر التاريخية للمعدة (انظر المربع 3-2-3 من القسم 3-2 في هذا المجلد).

3-3-1-4 الاستيفاء

يجب تجنب الازدواجية في بيانات أنشطة النقل على الطرق المعبدة وخارجها. كما يجب أن يتبع إثبات استهلاك الوقود المبادئ المحددة في القسم 3-2-1-3. يتم حساب زيوت التشحيم بناءً على استخدامها في المركبات المستخدمة خارج الطرق المعبدة. يجب تضمين زيوت التشحيم المخلوطة مع غازولين المحركات والمحترقة مع بيانات استهلاك الوقود 1. الاستخدامات الأخرى لزيوت التشحيم تتم تغطيتها في المجلد 3: العمليات الصناعية واستعمال المنتجات بالفصل 5)

يجب تقدير كميات الكربون الناتجة من الكتلة الحيوية، مثل الوقود الحيوي والمواد المشبعة بالأكسجين وبعض عوامل الخلط الأخرى، بشكل منفصل، والإبلاغ عنها باعتبارها بند معلومات لتجنب الحساب المزدوج، حيث تم تناول هذه الانبعاثات بالفعل في قطاع الزراعة والحراجة واستعمالات الأرض الأخرى.

3-3-1-5 إعداد متسلسلات زمنية متسقة

من *الممارسة السليمة* أن يتم اختيار بيانات الأنشطة (مثل استخدام الوقود) باستخدام نفس الطريق بالنسبة لكل الأعوام. وفي حالة تعذر ذلك، يجب أن يتطابق تجميع البيانات بشكل كافٍ للتحقق من اتساق الطرق المستخدمة. إذا لم يمكن تجميع بيانات الأنشطة بالنسبة لسنة الأساس (1990 على سبيل المثال)، فقد يكون من الملائم استقراء البيانات بأثر رجعي باستخدام اتجاهات سجلات بيانات الأنشطة الأخرى.

سوف تعتمد انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز على نوع وتقنية المحرك. وفي حالة عدم إعداد معاملات انبعاثات خاصة بالتقنية، فمن *الممارسة السليمة* أن يتم استخدام نفس مجموعة معاملات الانبعاث الخاصة بالوقود بالنسبة لجميع الأعوام.

سيكون من السهل بالنسبة لتقديرات الانبعاثات أن توضح أنشطة التخفيف التي تؤدي إلى تغيرات في الاستهلاك العام للوقود في حالة تجميع بيانات أنشطة الوقود الفعلية. ومع ذلك، يمكن فقط احتجاز خيارات التخفيف التي تؤثر على معاملات الانبعاث باستخدام معاملات الانبعاث الخاصة بالمحرك أو عن طريق وضع فرضيات تكنولوجيا السيطرة على الانبعاثات. يجب توثيق التغيرات التي طرأ على معاملات الانبعاث بمرور الوقت بالشكل الملائم.

للمزيد من المعلومات حول تحديد انبعاثات سنة الأساس والتأكيد على اتساق المتسلسلات الزمنية، انظر المجلد 1، الفصل 5 (اتساق المتسلسلات الزمنية).

المربع 3-3-2
التجربة الكندية مع نموذج الانبعاثات من غير الطرق المعبدة

استخدام النموذج لتعزيز معاملات الانبعاث الوطنية:

يحتوي نموذج NONROAD (الانبعاثات من غير الطرق المعبدة) مبدئيًا على بيانات خاصة بالولايات المتحدة، لكن يمكن تخصيصها بالنسبة لإقليم أو طرف معين عن طريق تصحيح بارامترات المدخلات المفترضة لملائمة الأوضاع المحلية. قد يرغب الأطراف في تعيين الإقليم الخاص بهم بشكل مشابه لأحد أقاليم الولايات المتحدة الأمريكية لمضاهاة المناخ الموسمي بشكل أفضل. ومع ذلك، يمكن أيضًا أن يكون نظام درجة الحرارة المعين مدخلاً في أي مكان آخر. وهكذا فإن نموذج NONROAD مسبق التحميل مع الفرضيات المحلية للولايات المتحدة الأمريكية، وهو ما يسمح لعناصره بالتحقق منه على الفور.

بدأت كندا في تصحيح هذا النموذج بالبدء في دراسات وطنية لتقييم أعداد المحركات المحددة بالدولة، والتقنيات المتاحة، ومعاملات الحمل وقيم استهلاك الوقود (BSFC) الخاصة بالإقليم الكندي على نحو أفضل. ومن شأن هذه المعلومات الجديدة أن تساعد على سهولة إعداد ملفات إدخال خاصة بكندا وبالتالي عدم تبديل خوارزميات البرنامج الرئيسي لوكالة حماية البيئة، لكن السماح بالاستغلال الكامل لنقاط القوة في البرامج عن طريق توفير تعريفات تشغيل وأعداد أكثر ملائمة. ومن خلال تقديم بيانات مدخلات أقل من حيث عدم التيقن، يمكن استخدام النموذج مع الإحصائيات الوطنية لاستهلاك الوقود للتوصل إلى تقدير انبعاثات معقول ومفصل. وعند استخدامه مع نموذج للاستخدام خارج الطرق المعبدة ذي بنية مشابهة ومعاملات تشغيل خاصة به أكثر وضوحًا، يمكن إجراء القياس على التقدير باستخدام نهج صعودي مكتمل "ظاهري" لاستهلاك الوقود على إجمالي مبيعات الوقود الوطنية. استخدمت الدولة مفهوم صياغة النماذج هذا للمساعدة على تحسين معاملات الانبعاث الخاصة بالدولة بالنسبة لاستهلاك الوقود خارج الطرق المعبدة. كما يتم تقدير إجمالي الوقود المستهلك حسب نوع الوقود بالنسبة لقطاعات المعدات المجمعة جيدًا: (1) محركات الدورة الثنائية *في مقابل* محركات الدورة الرباعية؛ (2) الزراعة والحراجة والصناعة والمنازل والفئات الفرعية الترفيهية؛ (3) الغازولين في مقابل الديزل (الإشعال بالشرر في مقابل الإشعال بالضغط). وبمجرد الإبلاغ عن إجمالي كمية الوقود المستهلك في النموذج وفقًا لهذه المصفوفة، يتم إعداد معامل انبعاثات مركب بناءً على المتوسطات المرجحة للقطاعات الفرعية المساهمة ومعاملات الانبعاث الخاصة بها. سوف تسهم نسب الدورة الثنائية في مقابل الدورة الرباعية في متوسط معامل انبعاثات الغازولين من الاستخدام خارج الطرق المعبدة، في حين إنه يتم تحديد معامل انبعاثات الديزل بشكل مباشر. وحيث إنه لم يتم بحث وتوثيق معاملات الانبعاث التي تمثل معظم غازات احتمالات الاحترار الحراري في أمريكا الشمالية في الوقت الحالي على النحو الملائم، فقد استفادت كندا تاريخيًا من معاملات انبعاثات CORINAIR القابلة للتطبيق بالنسبة لقطاعات المعدات المجمعة هذه. تساعد أوجه الشبه بين التقنيات الأقدم في أوروبا وأمريكا الشمالية على تحقيق هذا الانتفاع دون وجود أوجه غير عقلانية من عدم التيقن.

3-3-2 تقدير أوجه عدم التيقن

عادة ما تكون انبعاثات غاز الاحتباس الحراري من المصادر المستخدمة خارج الطرق المعبدة أقل بكثير من تلك الناتجة عن النقل على الطرق المعبدة، لكن تتميز أنشطة هذه الفئة بالتنوع وهي مرتبطة كذلك بأوجه عدم التيقن الأعلى بسبب عدم التيقن الزائد في بيانات الأنشطة.

كما إن أنواع المعدات وظروف التشغيل الخاصة بها أكثر تنوعًا عنه بالنسبة للنقل على الطرق المعبدة، وهو ما قد يؤدي إلى وجود قدر أكبر من التغيير في معاملات الانبعاث وكذلك إلى مستوى أكبر من عدم التيقن. ومع ذلك، يمكن أن يعتمد تقدير عدم التيقن إلى حد بعيد على بيانات الأنشطة، لذلك فمن المعقول افتراض موائمة القيم الموضحة بالقسم 3-2-1-2. كما يمكن أن يتعذر تشغيل أجهزة السيطرة على الانبعاثات، إذا كانت مزودة، نتيجة لتعطل الحفاز (كما هو الحال عن التعرض لأنواع من الوقود بها نسبة زائدة من الكبريت). وهكذا فإن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والميثان مرتبطة بالمعاملات الخاصة بالاحتراق، مثل الوقود والتكنولوجيا الخاصة بالمحرك بدرجة أكبر من ارتباطها بأنظمة السيطرة على الانبعاثات.

3-3-2-1 عدم التيقن المقترن ببيانات الأنشطة

يمكن تحديد أوجه عدم التيقن في بيانات الأنشطة من خلال دقة الاستبيانات أو النماذج الصعودية التي تبنى عليها تقديرات استخدام الوقود حسب المصدر المستخدم خارج الطرق المعبدة ونوع الوقود (انظر الجدول 3-3-1 للتعرف على التصنيف الافتراضي)، وهو ما يحدث في حالات محدودة للغاية، لكن من الممكن جدًا وجود أوجه لعدم التيقن بالنسبة للمعامل 2 ما لم يكن هناك دليل من تصميم الاستبيان على عدم صحة.

3-3-3 ضمان/مراقبة جودة الحصر (QA/QC)

إن من *الممارسة السليمة* إجراء اختبارات مراقبة الجودة، كما هو موضح في الفصل 6 من المجلد 1، بالإضافة إلى المراجعة الخاصة بالخبراء لتقديرات الانبعاثات، زائد اختبارات إضافية أخرى في حالة استخدام طرق المستوى الأعلى.

وبالإضافة إلى التوجيهات الموضحة أعلاه، توجد إجراءات محددة مرتبطة بفئة المصدر هذه نوضحها فيما يلي.

مراجعة معاملات الانبعاث

يجب على القائم بتجميع بيانات الحصر أن يتأكد من توافق مصدر البيانات الأصلي الخاص بالمعاملات الوطنية بالنسبة لكل فئة ومن إجراء اختبارات الدقة على تجميع وحساب البيانات. وفي حالة استخدام معاملات الافتراضية، فيجب على القائم بتجميع بيانات الحصر أن هذه المعاملات قابلة للتطبيق وأنها مرتبطة بالفئات. كما يجب مقارنة المعاملات الافتراضية مع المعاملات الوطنية، إن أمكن، لتوفير مؤشر أكبر لقابلية المعاملات للتطبيق.

التحقق من بيانات الأنشطة

يجب مراجعة مصدر بيانات الأنشطة للتأكد من تحقق الموائمة والارتباط. كما يجب مقارنة البيانات ببيانات الأنشطة التاريخية أو نتائج النموذج، إن أمكن، لمعرفة على ما إذا كان هناك أي مظهر من مظاهر عدم التوافق. وفي حالة استخدام بيانات الاستبيانات، يجب أن يكون مجموع استخدام الوقود على الطرق المعبدة وخارجها متسقًا مع إجمالي الوقود المستخدم في الدولة. وبالإضافة إلى ذلك يجب إجراء تقييم استيفاء كما هو موضح في القسم 3-3-1-4.

المراجعة الخارجية

يجب على القائم بتجميع بيانات الحصر أن يقوم بأداء مراجعة مستقلة وموضوعية للحسابات أو الفرضيات أو التوثيق أو كلتا قائمتي حصر الانبعاثات لتقييم كفاءة برنامج مراقبة الجودة. يجب أداء مراجعة النظراء عن طريق خبير أو أكثر ممن تتوفر لديهم الدراية بفئة المصدر وإدراك متطلبات الحصر الوطني لغاز الاحتباس الحراري.

3-3-4 التقارير والتوثيق

من *الممارسة السليمة* أن يتم توثيق وأرشفة جميع المعلومات المطلوبة لإعداد التقديرات الوطنية لحصر الانبعاثات كما هو موضح في الفصل 8 من المجلد 1.

إلا إنه من غير العملي أن يتم تضمين جميع الوثائق في التقرير الوطني للحصر. ومع ذلك، يجب أن يشمل الحصر ملخصات للطرق المستخدمة ومراجع بيانات المصادر بحيث تتسم تقديرات الانبعاثات المبلغ عنها بالشفافية ويوفر إمكانية إعادة تتبع خطوات حسابها.

نوضح فيما يلي بعض الأمثلة على الموضوعات المحددة للتوثيق والإبلاغ ذات الصلة بفئة المصدر هذه.

وبالإضافة إلى الإبلاغ عن الانبعاثات، فمن *الممارسة السليمة* أن يتم تقديم ما يلي:

- مصدر الوقود والبيانات الأخرى؛
- معاملات الانبعاث المستخدمة والمراجع ذات الصلة بها؛
- تحليل عدم تيقن أو حساسية النتائج، أو كليهما معًا، تجاه التغيرات في البيانات والفرضيات المدخلة.
- أساس تصميم الاستبيان، أينما استخدم لاختيار بيانات الأنشطة
- مراجع للنماذج المستخدمة في إجراء التقييمات

3-3-5 جداول الإبلاغ وأوراق العمل

انظر الصحائف الجدولية الأربع من أوراق العمل (المرفق الأول) بالنسبة للمقترب القطاعي الخاص بالمستوى الأول والتي يجب ملؤها بالنسبة لكل فئة مصدر. يمكن الاطلاع على جداول الإبلاغ في الفصل 8 من المجلد 1.

3-4 السكة الحديد

تنقسم قاطرات السكة الحديد بشكل عام إلى ثلاثة أنواع: قاطرات تعمل بالديزل أو قاطرات تعمل بالكهرباء أو أو قاطرات تعمل بالبخار. حيث تستخدم القاطرات التي تعمل بالديزل بشكل عام محركات الديزل بالإضافة إلى منوب أو مولد لإنتاج الكهرباء المطلوبة لتزويد محركات الجر الخاصة بها بالطاقة.

كما تنقسم القاطرات التي تعمل بالديزل إلى ثلاث فئات رئيسية - قاطرات الإغلاق أو المناورة، وعربات القضبان، وقاطرات الجر. بالنسبة لقاطرات الإغلاق، فهي مزودة بمحركات ديزل بمخرجات طاقة من 200 إلى 2000 كيلووات تقريبًا. بينما تستخدم عربات القضبان للجر على القضبان لمسافات قصيرة، مثل النقل المدني أو شبه المدني. وهي مزودة بمحركات ديزل بمخرجات طاقة من 150 إلى 1000 كيلووات تقريبًا. بينما تستخدم قاطرات الجر للجر على القضبان لمسافات طويلة – بالنسبة لكل من البضائع والركاب. وهي مزودة بمحرك ديزل بمخرجات طاقة من 400 إلى 4000 كيلووات تقريبًا (الوكالة الأوروبية للبيئة 2005)

يتم تزويد القاطرات العاملة بالكهرباء بنوع الكهرباء المولدة في مصانع الطاقة الثابتة وكذلك من المصادر الأخرى. نتناول الانبعاثات ذات الصلة بهذه الأنشطة في فصل الاحتراق الثابت من هذا المجلد.

تستخدم القاطرات العاملة بالبخار بشكل عام في الوقت الحالي في عمليات محلية محدودة للغاية، خاصة فيما يتعلق بعوامل الجذب السياحي، وتعتبر نسبة إسهامها في انبعاثات غاز الاحتباس الحراري ضئيلة للغاية. ومع ذلك، ظل استخدام الفحم قائمًا في عدد كبير من القاطرات في بعض الدول حتى عقد التسعينات. ولأغراض الاستيفاء، يجب تقدير انبعاثات هذه الأنواع من القاطرات باستخدام مقترب مشابه لذلك الخاص بمراجل البخار التقليدية التي تناولناها في فصل الاحتراق الثابت.

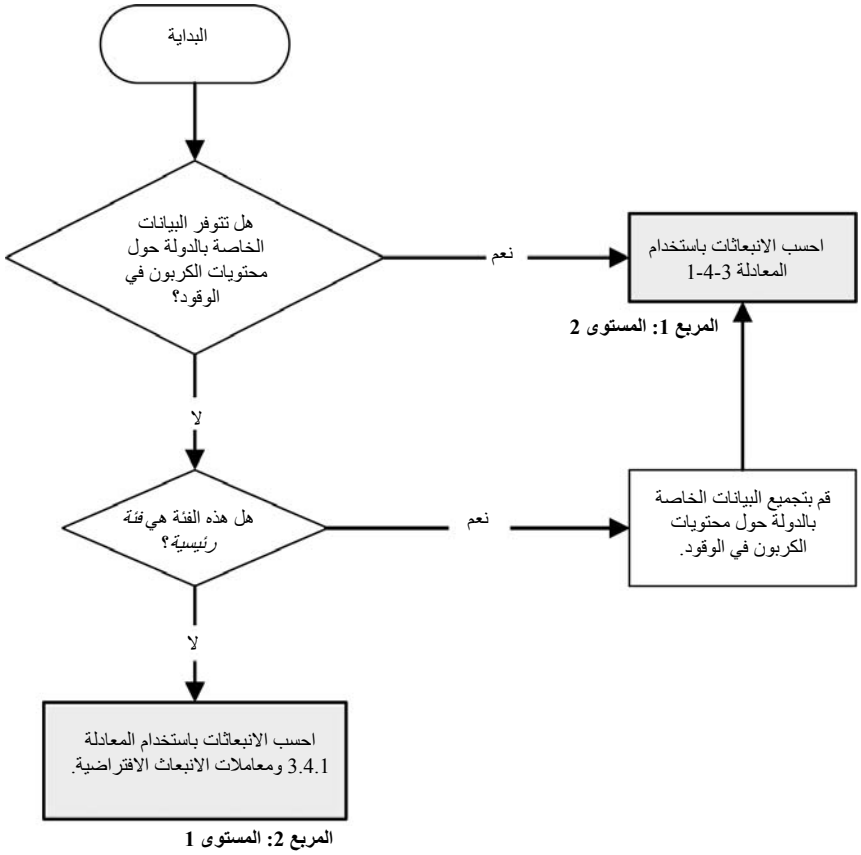
3-4-1 الموضوعات المنهجية

لم تشهد منهجيات تقدير انبعاثات غاز الاحتباس الحراري من مركبات السكة الحديد (القسم 3-4-1-1) أي تغيير جوهري منذ نشر *الخطوط التوجيهية للهيئة لعام 1996 ودليل الممارسات السليمة لعام 2000*. ومع ذلك، ومن أجل الاتساق مع فصل الاحتراق الثابت، يتم تقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الوقت الحالي على أساس المحتوى الكامل للكربون في الوقود. كما إن هذا الفصل يغطي *الممارسة السليمة* فيما يتعلق بإعداد تقديرات غازات الاحتباس الحراري المباشرة، ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النتروز. وبالنسبة لغازات السلائف، أو غازات الاحتباس الحراري غير المباشرة التي تشمل أول أكسيد الكربون والمواد العضوية المتطايرة غير الميثان وأكاسيد النتروز، يرجى الرجوع إلى دليل EMEP/Corinair (EEA، 2005) للتعرف على المصادر المتحركة الأخرى.

3-4-1-1 اختيار الطريقة

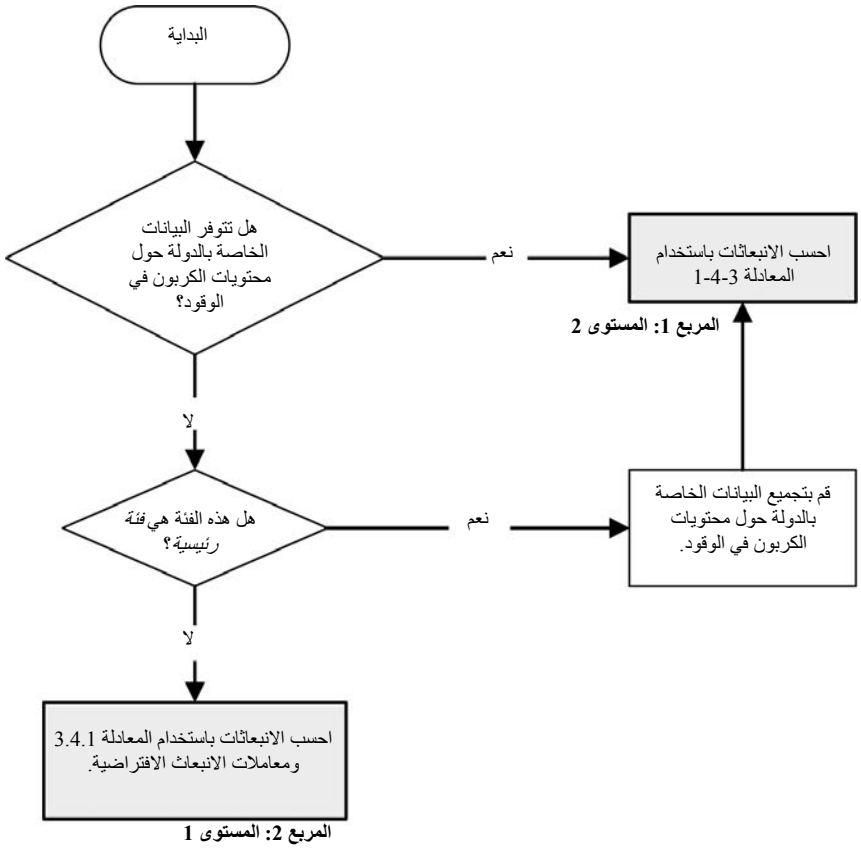
توجد ثلاثة خيارات منهجية لتقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النتروز من السكة الحديد؛ حيث توضح شجرات القرارات في الشكل 3-4-1 والشكل 3-4-2 معايير تحديد المنهجية.

الشكل 3-4-1 شجرة قرارات تقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من السكة الحديد



ملاحظة: انظر الفصل 4 "اختيار المنهجيات والفئات الرئيسية" من المجلد 1(مع الرجوع إلى القسم 4-1-2 الخاص بالموارد المحدودة) لمناقشة *الفئات الرئيسية* واستخدام شجرات القرارات.

الشكل 3-4-2 شجرة قرارات تقدير انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز من السكة الحديد



ملاحظة: انظر الفصل 4 "اختيار المنهجيات والفئات الرئيسية" من المجلد 1(مع الرجوع إلى القسم 4-1-2 الخاص بالموارد المحدودة) لمناقشة *الفئات الرئيسية* واستخدام شجرات القرارات.

تعتبر المستويات الثلاثة لتقدير المنهجيات متغيرات لنفس المعادلة الأساسية:

المعادلة 3-4-1
الطريقة العامة لانبعاثات القاطرات

$$Emissions = \sum_j \left(Fuel_j \bullet EF_j \right)$$

حيث:

Emissions = الانبعاثات (بالكيلوجرام).

$Fuel_j$ = مقدار الاستهلاك من الوقودj (كما يتضح من مقدار الوقود المباع) (تيرا جول)

EF_j = معامل الانبعاثات الخاص بالوقودj (كج/تيرا جول)

j = نوع الوقود

بالنسبة للمستوى 1، يتم تقدير الانبعاثات باستخدام معاملات انبعاثات افتراضية خاصة بالوقود كما هو موضح في الجدول 3-4-1، وذلك بناءً على فرض استهلاك إجمالي الوقود، بالنسبة لكل نوع وقود، عن طريق نوع معين من القاطرات. وبالنسبة لثاني أكسيد الكربون، يستخدم المستوى 2 المعادلة 3-4-1 مرة أخرى مع البيانات الخاصة بالدولة فيما يتعلق بمحتوى الكربون في الوقود. توجد فائدة ضئيلة أو قد لا توجد فائدة على الإطلاق من تجاوز المستوى 2 في تقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

وفيما يتعلق بالمستوى 2 بالنسبة للميثان وأكسيد النتروز، يتم تقدير الانبعاثات باستخدام معاملات انبعاثات خاصة بالدولة وبالوقود في المعادلة 3-4-2. كما أن معاملات الانبعاث، إن وجدت، يجب أن تكون خاصة بنوع التكنولوجيا التي تستخدمها القاطرة.

المعادلة 3-4-2
طريقة المستوى2 الخاصة بانبعاثات الميثان وأكسيد النتروز من القاطرات

$$Emissions = \sum_i \left(Fuel_i \bullet EF_i \right)$$

حيث:

Emissions = الانبعاثات (بالكيلوجرام).

$Fuel_i$ = الوقود المستهلك (كما يتضح من كمية الوقود المباعة) عن طريق قاطرة من النوع ,i (تيرا جول)

EF_i = معامل الانبعاثات الخاص بنوع القاطرة i (كج/تيرا جول)

i = نوع القاطرة

تستخدم طرق المستوى 3، في حالة توفر البيانات، أسلوب أكثر تفصيلاً لصياغة النماذج بالنسبة لاستخدام كل نوع من المحركات والقطارات، وهو ما سيؤثر على الانبعاثات حيث ستعتمد معاملات الانبعاث على الحمل. تشمل البيانات المطلوبة استهلاك الوقود الذي يمكن تقسيمه بشكل أكبر وفقًا للرحلة النموذجية (مثل شحن البضائع، أو ما بين المدن، أو فيما بين الأقاليم) والمسافة التي يقطعها القطار بالكيلومتر. كما يمكن تجميع هذا النوع من البيانات لاستخدامه في أغراض أخرى (مثل انبعاثات ملوثات الهواء التي تعتمد على السرعة والموقع الجغرافي، أو من إدارة السكة الحديد).

المعادلة 3-4-3 هي مثالاً على منهجية أكثر تفصيلاً (المستوى 3) تعتمد بشكل أساسي على طريقة الوكالة الأمريكية لحماية البيئة لتقدير انبعاثات النقل خارج الطرق (الوكالة الأمريكية لحماية البيئة أ، ب). يستخدم ذلك الصيغة الأساسية الحالية لحساب الانبعاثات (جيجا جرام):

المعادلة 3-4-3
مثال من المستوى3 على الطريقة الخاصة بانبعاثات الميثان وأكسيد النتروز من القاطرات

$$Emission = \sum_i \left(N_i \bullet H_i \bullet P_i \bullet LF_i \bullet EF_i \right)$$

حيث:

Emission = انبعاثات الميثان أو أكسيد النتروز (بالكيلوجرام)

N_i = عدد القاطرات من النوع i

H_i = ساعات الاستخدام السنوي للقاطرة i (ساعة)

P_i = متوسط معدل الطاقة بالنسبة للقاطرة i (كيلو وات)

LF_i = معامل الحمل النموذجي بالنسبة للقاطرة i (الكسر ما بين 0 و1)

$_iEF$ = متوسط معامل الانبعاثات للاستخدام مع القاطرة i (كج/كيلو وات ساعة)

i = نوع القاطرة ونوع الرحلة

يمكن تقسيم البارامترات H وP وLF وEF في هذه المنهجية إلى أقسام فرعية، مثل تقسيم H بحسب العمر وفقًا لنمط الاستخدام (الوكالة الأوروبية للبيئة، 2005). كما يوجد عدد من الأدوات التفصيلية لصياغة النماذج متاحة لتقدير انبعاثات القاطرات باستخدام منهجية المستوى 3 (مثل RAILI (VTT 2003)؛ وNONROAD (الوكالة الأمريكية لحماية البيئة 2005 أ وب)؛ وCOST 319 (يورجنسون وسورينسون 1997)). يرجى الرجوع إلى المربع 3-4-1 للحصول على مثال لمقترب المستوى 3.

3-4-1-2 اختيار معاملات الانبعاث

يقدم الجدول 3-4-1 معاملات الانبعاث الافتراضية بالنسبة لثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النتروز ونطاقات عدم التيقن الخاصة بها بالنسبة للمستوى 1. ولتقدير انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز، ينصح القائمون بتجميع بيانات الحصر باستخدام معاملات انبعاثات خاصة بالدولة بالنسبة للقاطرات، إن وجدت.

الجدول 3-4-1
معاملات الانبعاث الافتراضية بالنسبة لأكثر أنواع الوقود استخدامًا في النقل بالسكة الحديد

الغاز	الديزل (كج/تيرا جول)			الفحم شبه البيتومينى (كج/تيرا جول)		
	افتراضي	الحد الأدنى	الحد الأعلى	افتراضي	الحد الأدنى	الحد الأعلى
ثاني أكسيد الكربون	74 100	72 600	74 800	96 100	72 800	100 000
الميثان [1]	4.15	1.67	10.4	2	0.6	6
أكسيد النتروز [1]	28.6	14.3	85.8	1.5	0.5	5

ملاحظات:
[1] بالنسبة لمتوسط استهلاك وقود بمقدار 0.35 لتر لكل bhp-hr (قدرة حصانية مكبحية-ساعة) ل 4000 ضغط عالي. القاطرة، (0.47 لتر لكل كيلووات ساعة بالنسبة لقاطرة 2983 كيلووات).(دان، 2001).
[2] معاملات الانبعاث الخاصة بالديزل مشتقة من (الوكالة الأوروبية للبيئة، 2005) (الجدول 8-1)، في حين أن معاملات الانبعاث الخاصة بالفحم مشتقة من الجدول 2-2 في فصل الاحتراق الثابت.

يمكن تعديل معاملات الانبعاث الافتراضية هذه، بالنسبة للغازات الأخرى غير ثاني أكسيد الكربون، بناءً على بارامترات تصميم المحرك ووفقًا للمعادلة 3-4-4 باستخدام معاملات وزن الملوثات الموضحة في الجدول 3-4-2.

المعادلة 3-4-4
وزن معاملات انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز بالنسبة لتقنيات محددة

$$EF_{i,diesel} = PWF_i \bullet EF_{default,diesel}$$

حيث:

$EF_{i,diesel}$ = معامل الانبعاثات الخاص بالمحرك بالنسبة لقاطرة من النوع i (كج/تيرا جول)

PWF_i = معامل وزن الملوثات بالنسبة لقاطرة من النوع i (غير محددة الأبعاد)

$EF_{default,diesel}$ = معامل الانبعاثات الافتراضي بالنسبة للديزل (ينطبق على الميثان وأكسيد النتروز) (كج/تيرا جول)

الجدول 3-4-2
معاملات وزن الملوثات كدوال لبارامترات تصميم المحرك بالنسبة للمحركات غير الخاضعة للسيطرة (غير محددة الأبعاد)

نوع المحرك	الميثان	أكسيد النتروز
الحقن المباشر بالامتصاص الطبيعي	0.8	1
الحقن المباشر بالشحن التربيني/الحقن المباشر بالشحن التربيني والتبريد البيني	0.8	1
حقن ما قبل الحجرة بالامتصاص الطبيعي	1	1
حقن ما قبل الحجرة بالشحن التربيني	0.95	1
حقن ما قبل الحجرة بالشحن التربيني والتبريد البيني	0.9	1
المصدر: الوكالة الأوروبية للبيئة 2005 (الجدول 8-9)		

ومع أخذ الزيادة في انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز بمرور الوقت في عين الاعتبار، يمكن أن تزيد معاملات الانبعاث الافتراضية للميثان بنسبة 1.5 في المائة في السنة بينما يتم إسقاط عامل التلف بالنسبة لأكسيد الميثان (الوكالة الأوروبية للبيئة، 2005).

المربع 3.4.1
مثال على مقترب المستوى3

وضعت قوانين محركات الديزل العاملة على غير الطرق المعبدة الخاصة بوكالة حماية البيئة لعام 1998 كمتوالية من ثلاثة مستويات (الوكالة الأمريكية لحماية البيئة، 1998)، حيث يشمل كل مستوى من مستويات الوكالة الأمريكية لحماية البيئة الزيادة (بالقدرة الحصانية) في العديد من السنوات. كانت معايير المستوى "صفر" هي الخاصة بالوكالة الأمريكية لحماية البيئة حتى عام 2001. كما تم تطبيق معايير المستوى 1 الخاص بالوكالة الأمريكية لحماية البيئة الأكثر صرامة من 2002 إلى 2004، ومع ذلك تبدأ معايير المستوى 2 الخاصة بالوكالة الأمريكية لحماية البيئة الأكثر صرامة في التزايد من عام 2005 وما بعده. كذلك كان قد تم إجراء تحسينات هامة على انبعاثات أكاسيد النيتروجين والعناصر الجزيئية في مستويات الوكالة الأمريكية لحماية البيئة. كما إنه من شأن استخدام الديزل المحسن الذي يحتوي على نسبة منخفضة من الكبريت أن يؤدي إلى تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكبريت. وأيضًا يقدم الجدول التالي معاملات انبعاثات مستوى التقنية بالنسبة لهذه القطارات والقاطرات الأخرى التي تزيد قدرتها عن 3000 حصان. كما يمكن تقديم معاملات الانبعاث في المستويات الأعلى بالجرام/راكب-كيلومتر بالنسبة لقطارات الركاب وبالجرام/طن-كيلومتر بالنسبة لقطارات البضائع في حالة توافر المعلومات الخاصة بالدولة (مثل، هان 1989، لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا، 2002).

معاملات انبعاثات مستوى التكنولوجيا الرئيسية

الموديل	المحرك	القدرة		استهلاك الديزل في الكبح (كج/كيلووات ساعة)	مستويات الانبعاثات المبلغ عنها (جرام/كيلووات ساعة)			
		حصان	كيلووات		أكاسيد النيتروجين	أول أكسيد الكربون	الهيدروكربون	ثاني أكسيد الكربون
EMD SD-40	645E3B	3000	2237	0.246	15.82	2.01	0.36	440
EMD SD-60	710G3	3800	2834	0.219	13.81	2.68	0.35	391
EMD SD-70	710G3C	4000	2983	0.213	17.43	0.80	0.38	380
EMD SD-75	710G3EC	4300	3207	0.206	17.84	1.34	0.40	367
GE Dash 8	7FDL	3800	2834	0.219	16.63	6.44	0.64	391
GE Dash 9	7FDL	4400	3281	0.215	15.15	1.88	0.28	383
GE Dash 9	7FDL (المستوى 0)	4400	3281	0.215	12.74	1.88	0.28	383
إفوليوشن	GEVO 12	4400	3281	غير متاح	10.86	1.21	0.40	غير متاح
2TE116	1A-5Д49	6035	2●2250	0.214	16.05	10.70	4.07	382
2TE10M	10Д100	5900	2●2200	0.226	15.82	10.62	4.07	403
ТЕП60	11Д45	2950	2200	0.236	16.05	10.62	3.84	421
ТЕП70	2A-5Д49	3420	2550	0.211	15.83	10.55	4.01	377
2M62	14Д40	3943	2●1470	0.231	13.40	9.01	3.23	412

المصادر:

معلومات قاطرات EMD وGE هي بناء لى دان،2001. تقديرات أول أكسيد الكربون والهيدروكربون الخاصة بالمستوى الأدنى بالنسبة لقاطرات الجر هي 6.7 جرام/كيلووات ساعة و1.3 جرام/كيلووات ساعة على التوالي.

[2] تقديرات نماذج TE و2M62 هي بناء على 1994GSTU.

3-1-4-3 اختيار بيانات الأنشطة

إن من الضروري لتقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بالنسبة لمقتربات المستوى1 والمستوى2 أن تتوافر بيانات استهلاك الوقود على المستوى الوطني؛ كما يلزم وجود بيانات فئة القاطرة لتقدير انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز باستخدام المستوى2. كذلك فإن مقتربات المستوى3 تستلزم توافر بيانات الأنشطة بالنسبة للعمليات (مثل إجمالي الحمولة بالطن للكيلومتر (GTK) ودورات التشغيل) على مستوى قاطرة جر محددة، حيث تتطلب هذه الطرق أيضًا معلومات أخرى خاصة بالقاطرة، مثل عدد المصادر (مع نطاقات العمر والقدرة)، والمسافات التي قطعتها القاطرة بالكيلومتر إلى حمولة القطار بالطن، وساعات الاستخدام السنوي وأنماط الاستخدام التي تعتمد على عمر القاطرة، ومتوسط القدرة الحصانية المقدرة (مع التوزيع الفردي للقدرة في نطاقات القدرة)، ومعامل الحمل، والمعلومات القطاعية (مثل تضاريس المنطقة ومستويات سرعة القطار). كما أن هناك مقتربات بديلة لصياغة النماذج بالنسبة لانبعاثات المستوى3 (مركز الأبحاث الفنية الفنلندي 2003؛ والوكالة الأوروبية للبيئة 2005)

يمكن أن تقوم شركات السكة الحديد أو القاطرات أو سلطات النقل المعنية بتوفير بيانات استهلاك الوقود بالنسبة لخطوط السحب أو التحويل. كما يحتمل أن تكون نسبة إسهام قاطرات خطوط التحويل في الانبعاثات ضئيلة جدًا بالنسبة لجميع الدول تقريبًا. وفي حالة عدم توفير بيانات الاستهلاك السنوي للوقود على نحو منفصل بالنسبة لقاطرات خطوط التحويل ، فيمكن أن يتم تقدير استعمال الوقود في حالة توفر بيانات نموذجية فيما يتعلق باستخدام هذا النوع من القاطرات والاستهلاك اليومي للوقود وفقًا للمعادلة التالية:

المعادلة 3-4-5
تقدير استهلاك الوقود في قاطرات المناورة

حصر استهلاك الوقود = عدد قاطرات المناورة ● متوسط استهلاك الوقود لكل قاطرة وكل يوم ● متوسط عدد أيام التشغيل لكل قاطرة في السنة

يمكن التعرف على عدد قاطرات خطوط التحويل من شركات السكة الحديد أو سلطات النقل. وفي حالة توفر البيانات الخاصة بمتوسط الاستهلاك اليومي من الوقود، فيمكن استخدام القيمة 863 لتر في اليوم (الوكالة الأمريكية لحماية البيئة، 2005أ). عادةً ما يكون عدد أيام التشغيل هو 365 يوم. أما في حالة تعذر التعرف على عدد قاطرات خطوط التحويل، فعندئذ يمكن التوصل إلى قيم تقريبية لحصر الانبعاثات بافتراض الاستهلاك الكامل للوقود عن طريق قاطرات الجر.

أما في حالة توفر بيانات الاستهلاك بالنسبة لنطاق سلطة معينة (الولاية أو الإقليم) بشكل إجمالي، فقد تحدث ازدواجية في الحساب عند استخدام قاطرات تابعة لشركة معينة داخل نطاق سلطة شركة أخرى، وهو ما يمكن التغلب عليه باستخدام بيانات التشغيل في المستويات الأعلى.

يجب الحرص عند استخدام مقتربات مستوى أعلى على اتساق بيانات استهلاك الوقود المستخدمة بالنسبة لثاني أكسيد الكربون مع بيانات الأنشطة المستخدمة بالنسبة للميثان وأكسيد النتروز.

3-4-1-4 الاستيفاء

يعتبر وقود الديزل هو أكثر أنواع الوقود استخدامًا في قطاع السكة الحديد، لكن يجب على القائمين بتجميع بيانات الحصر أن يحرصوا على عدم إسقاط البيانات أو الحساب المزدوج لأنواع الوقود الأخرى التي يمكن أن تستخدم في قاطرات الديزل لأغراض الجر. حيث إن هذه الأنواع قابلة للخلط مع الديزل وقد تشمل أنواع الوقود النفطي (مثل الوقود الفائض أو زيوت الوقود أو المقطرات الأخرى)، والديزل الحيوي (مثل إسترات الزيت من بذور اللفت أو فول الصويا أو عباد الشمس أو الجاتروفا أو زيت الكارانجيا أو الدهون النباتية والحيوانية المستعادة)، والوقود الصناعي. يمكن استخدام الديزل الحيوي في جميع محركات الديزل التي أجريت عليها تعديلات طفيفة أو لم يتم تعديلها على الإطلاق؛ كما يمكن خلطه مع الديزل التقليدي. يشمل الوقود الصناعي المقطرات الصناعية المتوسطة (SMD) وثاني ميثيل الأثير (DME) التي يتم إنتاجها من مواد كرونية أولية متعددة، بما في ذلك الغاز الطبيعي والبنزين الفائض والزيت الخام الثقيل والفحم، في إنتاج الغاز التركيبي. يتنوع هذا الخليط ويحتوي الوقت الحالي من 2 إلى 5 في المائة ديزل حيوي وديزل نفطي فائض. كما أن خصائص انبعاثات أنواع الوقود هذه تعتبر شبيهة بتلك الخاصة بأنواع الوقود المستخدم في قطاع النقل على الطرق المعبدة. يجب الإبلاغ عن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الوقود المشتق من الكتلة الحيوية كبند معلومات ولا يجب تضمينها في المجموع الوطني، وذلك لتجنب الازدواجية في الحساب.

قد تقوم قاطرات الديزل بحرق الغاز الطبيعي أو الفحم للاستخدام في تدفئة العربات. وعلى الرغم من أن مصادر الطاقة هذه قد تكون مصادر "متحركة"، إلا إن طرق تقدير الانبعاثات الناتجة عن احتراق الوقود للتدفئة يتم تناولها في مجلد الطاقة هذا تحت بند الاحتراق الثابت. كما يجب على القائمين بتجميع بيانات الحصر أن يحرصوا على عدم إسقاط الانبعاثات الناتجة عن الطاقة المستخدمة في تدفئة عربات القطارات أو حسابها بشكل مزدوج.

كما تستهلك قاطرات الديزل أيضًا كميات كبيرة من زيوت التشحيم، حيث نتناول الانبعاثات ذات الصلة في الفصل 5 من مجلد العمليات الصناعية واستخدام المنتجات.

هناك إمكانية لوجود بعض حالات التطابق مع قطاعات المصادر الأخرى. إلا إن أغلب بيانات الأنشطة لن تشمل في استخدام الوقود بالسكة الحديد الوقود المستخدم في أنشطة أخرى مثل مصادر السكة الحديد الثابتة، والآلات المستخدمة خارج الطرق المعبدة، ومركبات وآلات السكة الحديد، حيث لا يجب تضمين انبعاثات هذه المصادر هنا، بل في الفئات ذات الصلة غير السكة الحديد مثل المصادر الثابتة والاستخدام خارج الطرق المعبدة...وغيرها. أما إذا لم يكن الأمر كذلك وتعذر فصل هذه الاستخدامات الأخرى عن القاطرات، فعندئذ يصبح من *الممارسة السليمة* تدوين ذلك في أي تقرير حصر أو في أي جداول للإبلاغ عن الانبعاثات.

3-4-1-5 إعداد متسلسلات زمنية متسقة

سوف تعتمد انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز على نوع وتقنية المحرك. وفي حالة عدم إعداد معاملات انبعاثات خاصة بالتقنية، فمن *الممارسة السليمة* أن يتم استخدام نفس مجموعة معاملات الانبعاث الخاصة بالوقود بالنسبة لجميع أعوام المتسلسلة الزمنية.

ومع ذلك، يمكن فقط احتجاز خيارات التخفيف التي تؤثر على معاملات الانبعاث باستخدام معاملات الانبعاث الخاصة بالمحرك أو عن طريق وضع فرضيات تكنولوجيا السيطرة على الانبعاثات. كما يجب توثيق هذه التغيرات بالشكل الكافي.

للمزيد من المعلومات حول تحديد انبعاثات سنة الأساس والتأكيد على اتساق المتسلسلات الزمنية، انظر الفصل 5 من المجلد 1: اتساق المتسلسلات الزمنية.

3-4-1-6 تقدير أوجه عدم التيقن

عادة ما تكون انبعاثات غاز الاحتباس الحراري من السكة الحديد أقل بكثير من تلك الناتجة عن النقل على الطرق المعبدة، حيث إن كميات الوقود المستهلك تكون أقل كما أن القطارات غالبًا ما تسير بالكهرباء، وفي هذه الحالة يتم الإبلاغ عن الانبعاثات ذات الصلة باستخدام الطاقة في السكة الحديد تحت بند توليد القدرة، وهو ما يتوقف على خصائص القطاع.

ولتقليل أوجه عدم التيقن، يلزم وجود مقترب شامل لكل من معاملات الانبعاث وبيانات الأنشطة، خاصة في حالة استخدام بيانات أنشطة صعودية. كما يمكن أن يساعد استخدام بيانات تمثيلية مقدرة محليًا على تحسين مستوى الدقة على الرغم من أن أوجه عدم التيقن قد تظل كبيرة. ومن الممارسة السليمة أن يتم توثيق أوجه عدم التيقن في كل من معاملات الانبعاث وبيانات الأنشطة. يمكن التعرف على المزيد من التوجيهات بشأن تقديرات أوجه عدم التقين بالنسبة لمعاملات الانبعاث في الفصل 3 من المجلد1: أوجه عدم التيقن.

عدم التيقن في معامل الانبعاثات

يوضح الجدول 3-4-1 نطاقات أوجه عدم التيقن المقترنة بوقود الديزل. وفي ظل عدم توافر معلومات محددة، يمكن استخدام النسبة المئوية للعلاقة بين قيم الحدود الأعلى والأدنى والتقدير الرئيسي لاستنتاج نطاقات افتراضية لعدم التيقن مرتبطة بمعاملات انبعاثات المواد المضافة.

عدم التيقن المقترن ببيانات الأنشطة

يمكن أن تكون نسبة عدم التيقن في بيانات الأنشطة التنازلية (استخدام الوقود) بما يعادل 5 في المائة. كما يمكن أن يكون عدم التيقن في البيانات المفصلة للتقدير باستخدام نهج صعودي (الاستخدام أو استخدام الوقود حسب نوع القطار) أقل من 10 في المائة أو قد تكون أعلى بكثير، وفقًا لنوعية الاستبيانات الإحصائية الأساسية. ومع ذلك، فمن الضروري وجود تقديرات تستخدم نهج صعودية لتقدير الغازات الأخرى غير ثاني أكسيد الكربون في المستويات الأعلى. كما يمكن أيضًا استخدام حسابات المستوى الأعلى هذه للتعرف على تقديرات ثاني أكسيد الكربون، لكن قد يشمل ذلك مستوى أكبر من عدم التيقن عنه بالنسبة للمستويات 1 أو 2. بالتالي إذا كانت السكة الحديد تمثل *فئة رئيسية*، فمن الأفضل أن يتم استخدام تقديرًا تنازليًا بالنسبة لثاني أكسيد الكربون بالإضافة إلى محتويات الكربون في الوقود المحددة للدولة، وكذلك استخدام تقديرات مستوى أعلى بالنسبة للغازات الأخرى. يمكن حينئذ استخدام التقدير الصعودي لثاني أكسيد الكربون في اختبارات مقارنة لضمان/مراقبة الجودة.

يمكن التعرف على المزيد من الإرشادات بشأن تقديرات أوجه عدم التقين بالنسبة لبيانات الأنشطة في الفصل 3 من المجلد1: أوجه عدم التيقن.

3-4-2 ضمان/مراقبة جودة الحصر (QA/QC)

من *الممارسة السليمة* أن يتم إجراء اختبارات مراقبة الجودة كما هو موضح في الفصل 6 من المجلد 1: ضمان/مراقبة الجودة والتحقق

كما يمكن أيضًا إجراء اختبارات إضافية لمراقبة الجودة كما يتضح من إجراءات المستوى 2 في الفصل 6 من المجلد 1، خاصة في حالة استخدام طرق المستوى الأعلى لتحديد الانبعاثات الناتجة من فئة المصدر هذه. ينصح القائمون بتجميع بيانات الحصر باستخدام إجراءات ضمان/مراقبة الجودة الخاصة *بالفئات الرئيسية* كما هي محددة في الفصل 4 من المجلد 1: اختيار المنهجيات وتحديد الفئات الرئيسية بالإضافة إلى التوجيهات الموضحة أعلاه، توجد إجراءات محددة ذات صلة بفئة المصدر هذه نوضحها فيما يلي.

مراجعة معاملات الانبعاث

يجب على القائم بتجميع بيانات الحصر أن يتأكد من انطباق مصدر البيانات الأصلي الخاص بالمعاملات الوطنية على الفئة ذات الصلة، ومن إجراء اختبارات الدقة على جمع البيانات وحسابها. وبالنسبة للمعاملات الافتراضية المحددة من الهيئة، فيجب على القائم بتجميع بيانات الحصر أن يتأكد من أن هذه المعاملات قابلة للتطبيق وأنها مرتبطة بالفئات. كما يجب مقارنة المعاملات الافتراضية المحددة من الهيئة مع المعاملات الوطنية، إن أمكن، لتوفير مؤشر لقابلية المعاملات للتطبيق.

التحقق من بيانات الأنشطة

يجب مراجعة مصدر بيانات الأنشطة للتأكد من مدى ملائمتها وانطباقها على الفئة المعنية. كما يجب مقارنة البيانات التي تم التوصل إليها ببيانات الأنشطة التاريخية أو نتائج النموذج، إن أمكن، لمعرفة ما إذا كان هناك أي مظهر من مظاهر عدم التوافق. يمكن التحقق من البيانات من خلال مؤشرات الإنتاجية مثل الوقود لكل وحدة من المسافة المقطوعة على السكة الحديد (المسافة التي يقطعها المسافر أو البضاعة بالكيلومتر) بالمقارنة مع الدول الأخرى ومن خلال مقارنتها على مدار السنة.

3-4-3 التقارير والتوثيق

من *الممارسة السليمة* أن يتم توثيق وأرشفة جميع المعلومات المطلوبة لإعداد التقديرات الوطنية لحصر الانبعاثات كما هو موضح في الفصل 8 من المجلد 1: توجيهات الإبلاغ والجداول.

وبالإضافة إلى الإبلاغ عن الانبعاثات، فمن *الممارسة السليمة* أن يتم تقديم ما يلي:

- طريقة الحصول على المعلومات التفصيلية المطلوبة للتقدير باستخدام نهج صعودي وما هي أوجه عدم التيقن التي يجب تقديرها؛
- طريقة التوفيق ما بين الطريقة الصعودية لاستخدام الوقود والإحصائيات التنازلية لاستخدام الوقود.
- معاملات الانبعاث المستخدمة والمراجع ذات الصلة بها، خاصة بالنسبة للمواد المضافة
- الطريقة المتبعة لتحديد تركيب جميع أنواع الوقود الحيوي.
- إمكانية تضمين الوقود المستخدم في غير القاطرات (انظر القسم 3-4-1-2 أعلاه).

4-4-3 جداول الإبلاغ وأوراق العمل

انظر الصحائف الجدولية الأربعة من أوراق العمل (المرفق الأول) بالنسبة للمقترب القطاعي الخاص بالمستوى الأول والتي يجب ملؤها بالنسبة لكل فئة مصدر. يمكن الاطلاع على جداول الإبلاغ في القسم 8 من المجلد 1.

5-3 الملاحة البحرية

تغطي فئة المصدر هذه جميع عمليات النقل البحري من المراكب الترفيهية وحتى سفن الشحن الضخمة العابرة للمحيطات التي عادةً ما تستخدم محركات ديزل كبيرة بطيئة أو متوسطة السرعة وفي بعض الأحيان تعمل بمحركات البخار أو الغاز التربينية. كما إنها تشمل الحوامات والزوارق الزلاقة على المسطحات المائية. تنتج عن الملاحة البحرية العديد من أنواع الانبعاثات التي تشمل ثاني أكسيد الكربون (CO_2) والميثان (CH_4) وأكسيد النتروز (N_2O)، بالإضافة إلى أول أكسيد الكربون (CO) والمركبات العضوية المتطايرة غير الميثان (NMVOCs) وثاني أكسيد الكبريت (SO_2) والعناصر الجزيئية (PM) وأكاسيد النيتروجين (NO_x).

يحتوي القسم 3-5-5 على تعريفات المصطلحات المتخصصة التي قد تكون مفيدة بالنسبة للقائم بتجميع بيانات الحصر.

1-5-3 الموضوعات المنهجية

يتناول هذا القسم غازات الاحتباس الحراري المباشرة، ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النتروز. كما إن فئة المصدر موضحة بالتفصيل في الجدول 3-5-1. ويمكن أيضًا استخدام الطرق التي تمت مناقشتها لتقدير الانبعاثات الناتجة عن الملاحة البحرية العسكرية (انظر القسم 3-5-1-4). ولأغراض متعلقة بحصر الانبعاثات، تم التمييز ما بين الملاحة البحرية المحلية والملاحة البحرية الدولية. يجب تقدير أي انبعاثات متطايرة تنتج عن نقل الوقود الأحفوري (الصهاريج) والإبلاغ عنها تحت فئة "الانبعاثات المتطايرة" كما هو موضح في الفصل 4 من هذا المجلد.

1-1-5-3 اختيار الطريقة

هناك مستويان منهجيان لتقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النتروز من الملاحة البحرية. حيث يتم تطبيق معاملات الانبعاث على بيانات الأنشطة المتعلقة باستهلاك الوقود في كلا المستويين. كما تساعد شجرة القرارات الموضحة في الشكل 3-5-1 على الاختيار ما بين المستويين. لاحظ إنه يتم تقدير الانبعاثات بشكل منفصل بالنسبة للملاحة البحرية المحلية والملاحة البحرية الدولية.

المستوى 1

تعتبر طريقة المستوى1 هي الطريقة الأبسط والقابلة للتطبيق مع القيم الافتراضية أو المعلومات الخاصة بالدولة. كما إن بيانات استهلاك الوقود ومعاملات الانبعاث في طريقة المستوى 1 محددة بنوع الوقود ويمكن تطبيقها على بيانات الأنشطة ذات الصلة (مثل زيت الغاز/الديزل المستخدم في الملاحة). تعتمد طريقة الحساب على كل كمية الوقود المحترق وعلى معاملات الانبعاث الخاصة بثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النتروز. حيث توضح المعادلة 3-5-1 هذه الطريقة الحسابية بالإضافة إلى إمكانية الحصول على معاملات الانبعاث من الجدول 3-5-2 والجدول 3-5-3.

المعادلة 3-5-1
معادلة الملاحة البحرية

$$Emissions = \sum (Fuel\ Consumed_{ab} \bullet Emission\ Factor_{ab})$$

حيث:

a= نوع الوقود (الديزل والغازولين وغاز البترول المسال ووقود السفن...إلخ)

b = نوع الملاحة البحرية (بالسفينة أو القارب، نوع المحرك المحتمل.) (يتم التفريق ما بين الوقود المستخدم في المستوى 2 فقط حسب نوع السفينة، لذلك يمكن إسقاط b في المستوى 1)

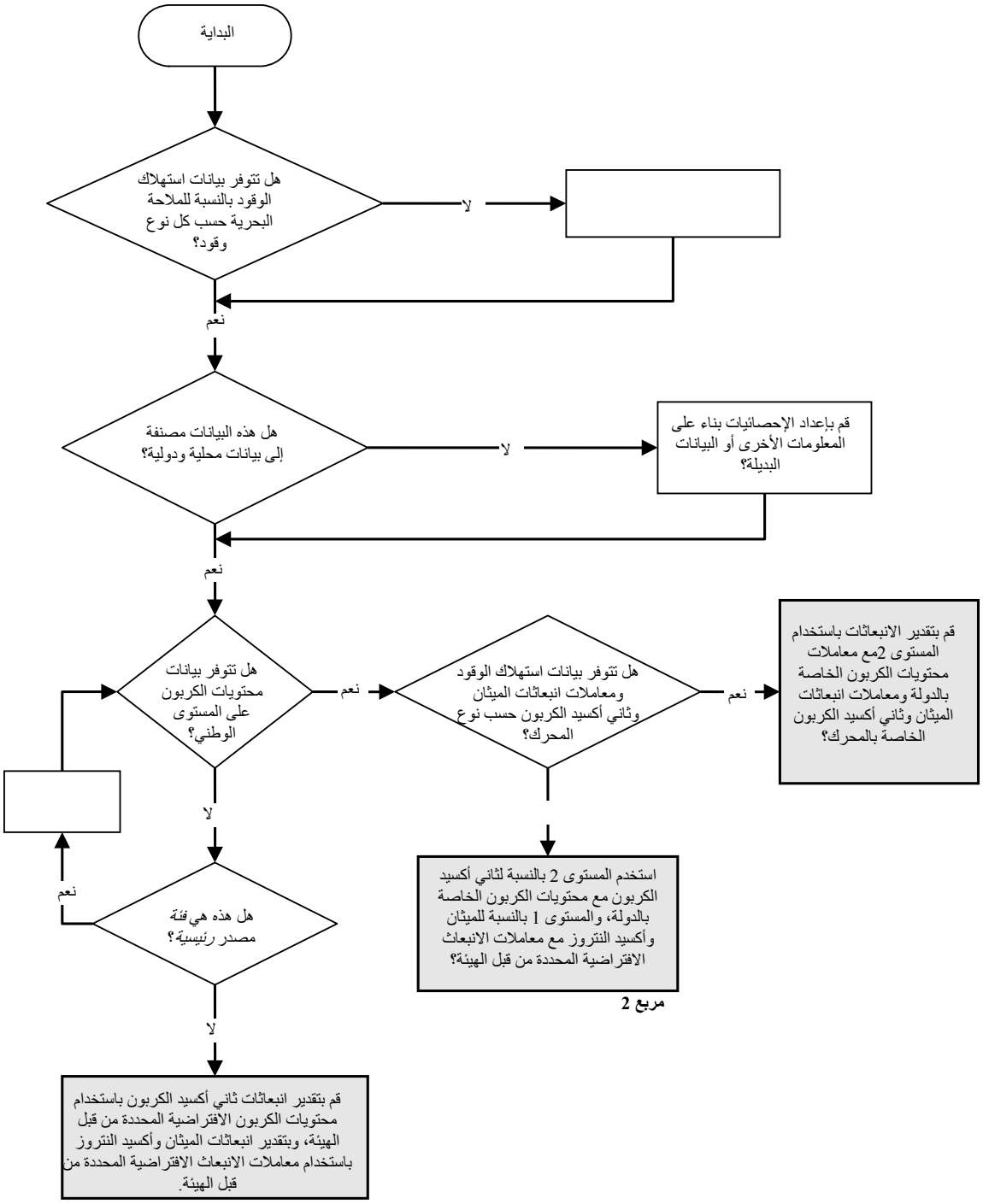
المستوى 2

تستخدم طريقة المستوى 2 أيضًا استهلاك الوقود حسب نوع الوقود، لكنها تتطلب معاملات انبعاثات خاصة بالدولة مع قدر أكبر من السمات المميزة لتصنيف الأنماط (مثل السفن والقوارب العابرة للمحيطات)، ونوع الوقود (مثل البنزين)، بل وحتى نوع المحرك (مثل محركات الديزل) (المعادلة 3-5-1). عند تطبيق المستوى 2، يجب على القائمين بتجميع بيانات الحصر الانتباه إلى أن دليل حصر الانبعاثات EMEP/Corinair (الوكالة الأوروبية للبيئة، 2005) يقدم منهجية تفصيلية لتقدير انبعاثات السفن بناءً على نوع المحرك والسفينة بالإضافة إلى بيانات حركة السفينة. حيث يمكن استخدام منهجية حركة السفن في حالة توفر كل من البيانات التفصيلية لحركة السفن والمعلومات الفنية الخاصة بها، حيث يمكن استخدامها للتمييز ما بين الانبعاثات الناتجة عن الملاحة البحرية المحلية والملاحة البحرية الدولية.

الجدول 3-5-1
الهيكل البنائي لفئة المصدر

فئة المصدر	نطاق التغطية
1أ3د ، الملاحة البحرية	الانبعاثات الناتجة عن الوقود المستخدم لتسيير السفن البحرية، بما في ذلك الحوامات والزوارق الزلاقة على المسطحات المائية، لكن تستثنى منها سفن الصيد. يجب تحديد التقسيم الدولي أو المحلي على أساس ميناء المغادرة وميناء الوصول، وليس على أساس العلم الذي ترفعه السفينة أو جنسيتها.
1أ3د1، *الملاحة البحرية الدولية (مستودعات الوقود الدولية)*	الانبعاثات الناتجة عن الوقود المستخدم في جميع السفن المشتركة في الملاحة البحرية الدولية بمختلف جنسياتها. قد تحدث الملاحة الدولية في البحر وفي البحيرات والمجاري المائية الداخلية وفي المياه الساحلية. تشمل الانبعاثات الناتجة عن الرحلات التي تنطلق في بلد وتنتهي في بلد أخر، *لكن يستثنى منها الوقود المستهلك عن طريق سفن الصيد (انظر القطاع الأخر – الصيد). يمكن تضمين الانبعاثات الناتجة عن الملاحة العسكرية البحرية كفئة فرعية منفصلة للملاحة البحرية الدولية، بشرط تطبيق نفس الاختلاف التعريفي وتوفير البيانات اللازمة لدعم التعريف.*
1أ3د2، *الملاحة البحرية المحلية*	الانبعاثات الناتجة عن الوقود الذي تستهلكه السفن على مختلف جنسياتها التي يكون ميناء مغادرتها وميناء وصولها في نفس الدولة (باستثناء الصيد، الذي يجب الإبلاغ عنه في الفئة 1أ4ج2 ، والنقل العسكري الذي يجب الإبلاغ عنه في الفئة 1أ5ب). لاحظ إن ذلك يمكن أن يشمل الرحلات الطويلة بين ميناءين في الدولة الواحدة (مثل الرحلة ما بين سان فرانسيسكو وهونولولو).
1أ4ج3، صيد السمك (الاحتراق المتحرك)	الانبعاثات الناتجة عن احتراق الوقود في معدات صيد السمك على الحدود وفي المياه الساحلية وفي أعماق البحار. يجب أن يشمل صيد السمك جميع المراكب مختلفة الجنسيات التي تم إعادة تزويدها بالوقود في الدولة (يشمل صيد السمك في المياه الدولية).
1أ5ب، مصدر متحرك *(عنصر الملاحة البحرية)*	جميع الانبعاثات الأخرى الناتجة عن احتراق الوقود في مصدر متحرك يشمل معدات النقل البحري التي لم يتم تحديدها في أي مكان آخر. تشمل انبعاثات الملاحة العسكرية الناتجة عن الوقود المنقول إلى القوات المسلحة للدولة والتي لم يتم تضمينها على نحو منفصل في 1أ3د1 بالإضافة إلى الوقود المنقول داخل هذه الدولة ولكن لاستخدام القوات المسلحة للدول الأخرى غير المشتركة في العمليات المتعددة الأطراف.
العمليات المتعددة الأطراف *(عنصر الملاحة البحرية)*	الانبعاثات الناتجة عن الوقود المستخدم في الملاحة البحرية في العمليات المتعددة الأطراف الموافقة لميثاق الأمم المتحدة. تشمل الانبعاثات الناتجة عن الوقود المسلم للقوات المسلحة للدولة والمنقول إلى القوات المسلحة للدول الأخرى.

الشكل 3-5-1 شجرة القرارات الخاصة بانبعاثات الملاحة البحرية



ملاحظة: انظر الفصل 4 "اختيار المنهجيات والفئات الرئيسية" من المجلد 1(مع الرجوع إلى القسم 4-1-2 الخاص بالموارد المحدودة) لمناقشة *الفئات الرئيسية* واستخدام شجرات القرارات.

3-5-1-2 اختيار معاملات الانبعاث

المستوى1

المعاملات الافتراضية لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون (الجدول 3-5-2) هي بناء على نوع الوقود ومحتويات الكربون به وهي تأخذ بعين الاعتبار جزء الكربون المؤكسد (100 في المائة)، كما هو موضح في الفصل 1، المقدمة، من هذا المجلد وفي الجدول 1-4).

الجدول 3-5-2
معاملات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون

كجم/تيرا جول				
الوقود		**افتراضي**	**الحد الأدنى**	**الحد الأعلى**
الغازولين		69 300	67 500	73 000
أنواع كيروسين أخرى		71 900	70 800	73 600
زيت الغاز/الديزل		74 100	72 600	74 800
البنزين الفائض		77 400	75 500	78 800
الغازات البترولية المسالة		63 100	61 600	65 600
زيوت أخرى	غاز التكرير	57 600	48 200	69 000
	شمع البارافين	73 300	72 200	74 400
	القُطارات البيضاء والقُطارات الصناعية SBP	73 300	72 200	74 400
	منتجات بترولية أخرى	73 300	72 200	74 400
الغاز الطبيعي		56 100	54 300	58 300

وبالنسبة للغازات الأخرى غير ثاني أكسيد الكربون، نقدم معاملات الانبعاث الافتراضية من المستوى 1 بشكل معمم تمامًا في الجدول 3-5-3.

الجدول 3-5-3
المعاملات الافتراضية لانبعاثات الميثان وأكسيد النتروز من الملاحة البحرية

	الميثان (كجم/تيرا جول)	**أكسيد النتروز (كجم/تيرا جول)**
السفن العابرة للمحيطات*	7 ±50%	2 +140% -40%

*قيم افتراضية مستنتجة بالنسبة لمحركات الديزل التي تستخدم البنزين الثقيل.
المصدر: سجل ليود (1995) واللجنة الأوروبية (2002)

المستوى2

يجب أن تكون معاملات انبعاثات المستوى 2 خاصة بالدولة ومستنتجة، إن أمكن، عن طريق اختبارات داخلية بالدولة تجرى على الوقود ومحركات الاحتراق المستخدمة في الملاحة البحرية. كما يجب توثيق مصادر معاملات الانبعاث وفقًا لبنود هذه *الخطوط التوجيهية*. يمكن استخدام دليل حصر الانبعاثات EMEP/Corinair (الوكالة الأوروبية للبيئة، 2005) باعتباره مصدرًا لمعاملات انبعاثات أكاسيد النيتروجين وأول أكسيد الكربون والمواد العضوية المتطايرة غير الميثان بالنسبة لحسابات كل من المستوى 1 والمستوى 2.

3-1-5-3 اختيار بيانات الأنشطة

إن من الضروري لتقدير الانبعاثات الناتجة عن الملاحة البحرية أن تتوافر البيانات الخاصة باستهلاك الوقود حسب نوع الوقود ونوع المحرك (بالنسبة لأكسيد النتروز والميثان). و بالإضافة إلى ذلك، فإنه يتم الإبلاغ عن انبعاثات الملاحة البحرية المحلية في إجراءات الإبلاغ الحالية بشكل منفصل عن تلك الناتجة عن الملاحة البحرية الدولية التي تتطلب فصل بيانات الأنشطة على هذا المستوى. كذلك فمن *الممارسة السليمة* أن يتم استخدام تعريفات متشابهة لكل من الأنشطة المحلية والدولية بالنسبة للملاحة البحرية والجوية، وذلك لاتساق البيانات. تلك التعريفات موضحة في الجدول 3-5-4 وهي لا تعتمد على جنسية الناقلة أو علم الدولة الذي ترفعه. وفي بعض الحالات قد لا توفر الإحصائيات الوطنية للطاقة بيانات متسقة مع هذا التعريف. كما إنه من *الممارسة السليمة* أن تقوم الدول بفصل بيانات الأنشطة المتسقة مع هذا التعريف. تقوم بعض الدول بفرض الضرائب والرسوم الجمركية على صهاريج الوقود المخصص للاستهلاك المحلي، إلا إنه يتم إعفاء صهاريج الوقود المخصص للاستهلاك الدولي من هذه الرسوم. وفي ظل عدم توافر مصادر بيانات مباشرة بدرجة أكبر، ففي هذه الحالية يمكن الاستعانة بمعلومات الضرائب المحلية للتمييز ما بين الاستهلاك المحلي والاستهلاك الدولي للوقود. وفي جميع الأحوال، يجب على الدول أن تحدد المنهجيات والفرضيات المستخدمة[13] بشكل واضح.

الجدول 3-5-4
معايير تعريف الملاحة البحرية المحلية أو الدولية (تنطبق على كل مرحلة من الرحلة البحرية التي تمر بأكثر من ميناءين بحريين) *

نوع الرحلة بين ميناءين	محلية	دولية
انطلاق الرحلة ونهايتها داخل نفس البلد	نعم	لا
انطلاق الرحلة في بلد ونهايتها في بلد أخر	لا	نعم

*يتم تجميع معظم بيانات حركة السفن على أساس مراحل الرحلة الفردية (من أحد موانئ المغادرة إلى ميناء الوصول التالي) ولا يتم التمييز بين الأنواع المختلفة من التوقفات المرحلية (وفقًا لشروط *دليل الممارسات السليمة لعام 2000*).
لذلك فإن التمييز على أساس بيانات المرحلة الفردية يصبح أكثر بساطة ويمكن أن يؤدي إلى تقليل حالات عدم التيقن. من غير الممكن تمامًا أن يؤدي هذا التغيير إلى إحداث تغيرًا كبيرًا في تقديرات الانبعاثات، كما لا يؤدي ذلك إلى تغيير طريقة الإبلاغ عن انبعاثات الرحلات الدولية كبند معلومات وهو غير مضمن في المجاميع الوطنية.

يمكن الحصول على بيانات استهلاك الوقود من خلال عدة مقتربات.. ويعتمد المقترب الأكثر ملائمة على الظروف الوطنية، لكن توفر بعض الخيارات نتائج أكثر دقة عن غيرها. نوضح فيما يلي مجموعة من المصادر التي يرجح أن تستقى منها بيانات الوقود الفعلية أو البديلة، وهي مرتبة تنازليًا على أساس درجة موثوقيتها :

- الإحصائيات الوطنية للطاقة الصادرة من وكالات الطاقة أو الوكالات الإحصائية؛
- المعلومات الإحصائية للوكالة الدولية للطاقة (IEA)؛
- استبيانات شركات النقل البحري (تشمل عبارات الركاب ونقل البضائع)؛
- استبيانات موردي الوقود (مثل كميات الوقود المنقول إلى مرافق الميناء)؛
- استبيانات كل ميناء من الموانئ الفردية والسلطات البحرية؛
- استبيانات شركات صيد السمك؛
- أعداد المعدات، خاصة بالنسبة لمراكب الصيد والترفيه الصغيرة العاملة بالغازولين؛
- سجلات الاستيراد والتصدير؛
- بيانات حركة السفن والجداول الزمنية القياسية لعبارات الركاب ونقل البضائع؛
- أعداد الركاب وحمولة السفن بالأطنان؛
- قاعدة بيانات المنظمة الدولية للنقل البحري (IMO)، أو صانعي المحركات، أو قاعدة بيانات "جينجين" للسفن الحربية؛
- بيانات حركة السفن نقلاً عن بيانات سجل ليودز.

قد يلزم تجميع ومقارنة مصادر البيانات من أجل تغطية أنشطة النقل البحري بشكل كامل.

تعتبر محركات الديزل البحرية وحدات توليد القدرة الرئيسية المستخدمة في الصناعة البحرية بالنسبة لتوليد كل من قوة الدفع والقدرة المساعدة. ويتم تزويد بعض السفن بالقدرة عن طريق وحدات البخار (الوكالة الأوروبية للبيئة 2005). يجب أيضًا إجراء الحسابات الخاصة بالملاحة البحرية فيما يتعلق بالوقود القابل للاستخدام لتزويد المحركات المساعدة بالقدرة، مثل وحدات التبريد ومضخات

[13] من *الممارسة السليمة* أن يتم تحديد الأسباب والبراهين في حالة اختيار أي دولة لاستخدام تعريفات *دليل الممارسات السليمة لعام 2000*.

الجدول 3-5-5
متوسط استهلاك الوقود لكل نوع محرك (السفن> 500 GRT)

نوع السفينة	استهلاك المحرك الرئيسي (%)	متوسط أعداد المحركات المساعدة في كل سفينة	استهلاك المحرك المساعد (%)
ناقلات الحمولات السائبة	%98	1.5	%2
ناقلات الحمولات المجمعة	%99	1.5	%1
سفن الحاويات	%99	2	%1
سفن الحمولات الجافة	%95	1.5	%5
سفن الخدمات البحرية	%98	1	%2
العبارات/سفن الركاب	%98	2	%2
سفن البرادات	%97	2	%3
سفن الدحرجة	%99	1.5	%1
ناقلات النفط	%99	1.5	%1
سفن متنوعة	%98	1	%2
المجاميع	%98		%2
المصدر: قاعدة بيانات فيربلي للسفن، 2004. GRT = صافي الحمولة بالطن			

الجدول 3-5-6
معاملات استهلاك الوقود، القدرة الكاملة

نوع السفينة	متوسط الاستهلاك (طن/يوم)	الاستهلاك عند التشغيل الكامل (طن/يوم) كدالة لإجمالي الحمولة بالطن (GRT)
ناقلات الحمولات السائبة		
ناقلات الحمولات الصلبة السائبة	33.8	20.186 +0.00049*صافي الحمولة بالطن
ناقلات الحمولات السائلة السائبة	41.8	14.685 +0.00079*صافي الحمولة بالطن
ناقلات الحمولات العامة	21.3	9.8197 +0.00143*صافي الحمولة بالطن
الحاويات	65.9	8.0552 +0.00235*صافي الحمولة بالطن
سفن الركاب/دحرجة/الحمولات	32.3	12.834 +0.00156*صافي الحمولة بالطن
سفن الركاب	70.2	16.904 +0.00198*صافي الحمولة بالطن
العبارات فائقة السرعة	80.4	39.483 +0.00972*صافي الحمولة بالطن
ناقلات الحمولات الداخلية	21.3	9.8197 +0.00143*صافي الحمولة بالطن
السفن الشراعية	3.4	0.4268 +0.00100*صافي الحمولة بالطن
القاطرات البحرية	14.4	5.6511 +0.01048*صافي الحمولة بالطن
سفن الصيد	5.5	1.9387 +0.00448*صافي الحمولة بالطن
أنواع أخرى من السفن	26.4	9.7126 +0.00091*صافي الحمولة بالطن
جميع السفن	32.8	16.263 + 0.001*صافي الحمولة بالطن
المصدر: تيكني (1997)		

وبالإضافة إلى ما تقدم فإنه على الرغم من إمكانية استخدام الغازات الناتجة عن الغلايات (خاصة من استعادة الغاز الطبيعي المسال أو المواد العضوية المتطايرة) وقودًا في السفن، إلا أن كمياتها عادة ما لا تكون ضخمة مقارنة بإجمالي الوقود المستهلك. ونتيجة لضآلة نسبتها، فليس من الضروري أن يتم حسابها في هذا الحصر.

3-1-5-4 التطبيقات العسكرية

لا تقدم *الخطوط التوجيهية للهيئة لعام 2006* طريقة محددة لحساب انبعاثات الملاحة البحرية العسكرية. كما يمكن تقدير الانبعاثات الناتجة عن استخدام الوقود في الملاحة البحرية العسكرية باستخدام المعادلة 3-5-1، وأيضًا ينصح باستخدام نفس المقترب الحسابي بالنسبة للنقل البحري غير العسكري. ونتيجة للخصائص المتفردة للعمليات والحالات والتقنيات (مثل حاملات الطائرات، ووحدات القدرة المساعدة الضخمة جدًا، وأنواع المحركات غير العادية) المرتبطة بالملاحة البحرية العسكرية، لذلك ينصح باستخدام طريقة أكثر تفصيلاً لتحليل البيانات في حالة توفر هذه البيانات. وبناءً عليه يجب على القائمين بتجميع بيانات الحصر أن يستشيروا الخبراء العسكريين لاختيار معاملات الانبعاث الأكثر ملائمة بالنسبة للملاحة البحرية العسكرية للدولة.

كما قد يواجه العديد من القائمين بتجميع بيانات الحصر صعوبات في الحصول على بيانات مقدار المستهلك في القطاع العسكري، وذلك بسبب مسائل المحافظة على السرية (انظر الاستيفاء والإبلاغ). وتعرف الأنشطة العسكرية في هذه الحالة على إنها تلك الأنشطة التي تستخدم الوقود الذي تشتريه السلطات العسكرية في البلد المعني أو تتزود به. ومن *الممارسة السليمة* أن يتم تطبيق القواعد المحددة للعمليات المدنية المحلية والدولية في الملاحة البحرية على العمليات العسكرية في حالة توفر البيانات الضرورية لتطبيق هذه القواعد وقابليتها للمقارنة. ويمكن الحصول على البيانات الخاصة بالاستخدام العسكري للوقود من المؤسسات العسكرية الحكومية أو من موردي الوقود. وفي حالة عدم توفر البيانات الخاصة بتوزيع استخدامات الوقود، فينبغي معاملة جميع الوقود المباع للأنشطة العسكرية على إنه وقود للاستخدام محلي.

لا يجب تضمين الانبعاثات الناتجة عن العمليات المتعددة الأطراف الموافقة لميثاق الأمم المتحدة في المجاميع الوطنية، لكن يتم الإبلاغ عنها بشكل منفصل؛ كما يجب تضمين الانبعاثات الأخرى ذات الصلة بالعمليات في مجاميع الانبعاثات الوطنية الخاصة بطرف واحد من الأطراف المشتركة أو أكثر. يجب أيضًا أن تأخذ الحسابات الوطنية بعين الاعتبار الوقود المنقول للقوات المسلحة للدولة، بالإضافة إلى الوقود المنقول داخل هذه الدولة لكن للاستخدام عن طريق قوات مسلحة تابعة لدول أخرى. كذلك فمن الهام أن يتم تضمين الانبعاثات الأخرى ذات الصلة بالعمليات (مثل معدات الدعم الأرضي المستخدمة خارج الطرق المعبدة) في مجاميع الانبعاثات الوطنية وفئة المصدر الملائمة.

3-1-5-5 الاستيفاء

تعتمد الطرق الخاصة بانبعاثات الملاحة البحرية على مجموع الوقود المستهلك، حيث تستخدم الدول بشكل عام أنظمة حسابية فعالة لقياس إجمالي استهلاك الوقود. كما إن أكبر مجال يحتمل ألا تشمله فئة المصدر هذه يرجح أن يقترن بإساءة تخصيص الانبعاثات الصادرة عن الملاحة لإحدى فئات المصادر الأخرى. فعلى سبيل المثال، بالنسبة للمراكب الصغيرة العاملة بمحركات الغازولين، قد يكون من الصعب الحصول على سجلات كاملة لاستخدام الوقود ويمكن الإبلاغ عن بعض الانبعاثات الناتجة عن هذه المراكب على أنها انبعاثات صناعية (في حالة استخدام الشركات الصناعية للمراكب الصغيرة)، بينما يتم الإبلاغ عن البعض الآخر تحت بند إنتاج الطاقة خارج الطرق المعبدة سواء أكانت ثابتة أو متحركة. لا يجب أن تقتصر تقديرات انبعاثات الملاحة البحرية على الوقود المستخدم في النقل البحري فقط، لكن يجب أن تشمل أيضًا سفن الركاب والعبارات والمراكب الترفيهية والمراكب الداخلية الأخرى والمراكب الأخرى العاملة بالغازولين. ولن يؤثر سوء التوزيع على استيفاء حصر مجموع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون على المستوى الوطني. لكنه سيؤثر على استيفاء حصر إجمالي انبعاثات الغازات الأخرى غير ثاني أكسيد الكربون، ذلك لأن معاملات انبعاثات الغازات الأخرى غير ثاني أكسيد الكربون تختلف من فئة مصدر إلى أخرى.

يجب تقدير الانبعاثات المتطايرة الناتجة عن نقل الوقود الأحفوري والإبلاغ عنها تحت بند "الانبعاثات المتطايرة"، حيث تحدث معظم الانبعاثات المتطايرة أثناء التحميل والتفريغ، لذلك يتم حسابها في هذه الفئة. كما إن الانبعاثات الناتجة أثناء الرحلة تعتبر ليست ذات أهمية.

كما إن عامل سرية البيانات العسكرية يعتبر من العقبات التي تحول دون تحقق الاستيفاء، إلا إذا تم تجميع الاستخدام العسكري للوقود مع فئة مصدر أخرى.

وهناك تحديات إضافية تنطوي عليها عملية التمييز ما بين الانبعاثات المحلية والوطنية. وحيث إن مصادر البيانات في كل بلد تعتبر فريدة بالنسبة لهذه الفئة، فمن غير الممكن أن يتم صياغة قاعدة عامة حول كيفية التصنيف في ظل غياب البيانات الواضحة. ومن *الممارسة السليمة* تحديد الفرضيات بشكل واضح حتى يتثنى تقييم موضوع الاستيفاء.

3-1-5-6 إعداد متسلسلات زمنية متسقة

إن من *الممارسة السليمة* تحديد استخدام الوقود بتطبيق نفس الطريقة على جميع سنوات المتسلسلة الزمنية. وفي حالة تعذر ذلك، يجب أن يتطابق تجميع البيانات بشكل كاف للتحقق من اتساق الطرق المستخدمة.

سوف تعتمد انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز على نوع وتقنية المحرك. وفي حالة عدم إعداد معاملات انبعاثات خاصة بالتقنية، فمن *الممارسة السليمة* استخدام نفس مجموعة معاملات الانبعاث الخاصة بالوقود لجميع السنوات التي تتألف منها المتسلسلة الزمنية.

سيكون من اليسير بالنسبة لتقديرات الانبعاثات أن توضح أنشطة التخفيف التي تؤدي إلى تغيرات في الاستهلاك العام للوقود في حالة تجميع بيانات الأنشطة الفعلية الخاصة بالوقود. ومع ذلك، يمكن فقط احتجاز خيارات التخفيف التي تؤثر على معاملات الانبعاث باستخدام معاملات الانبعاث الخاصة بالمحرك أو عن طريق إعداد فرضيات لتكنولوجيا السيطرة على الانبعاثات. يجب توثيق التغيرات التي قد تطرأ على معاملات الانبعاث بمرور الوقت بالشكل الملائم.

يعتبر كل من زيت الديزل البحري والبنزين الثقيل هما نوعي الوقود المستخدمين بشكل أساسي في المصادر الكبرى بالملاحة البحرية. وحيث إنه قد تختلف محتويات الكربون في أنواع الوقود هذه على مدار المتسلسلات الزمنية، فمن ثم يجب تحديد مصدر معاملات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بشكل واضح بالإضافة إلى تواريخ اختبار الوقود.

3-5-1-7 تقدير أوجه عدم التيقن

معاملات الانبعاث

وفقًا لحكم الخبراء، فإنه يتم تحديد معاملات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الصادرة عن الوقود بشكل عام على نحو ملائم حيث إنها تعتمد في الأساس على محتوى الكربون في الوقود (الوكالة الأوروبية للبيئة، 2004). فعلى سبيل المثال، قيمة عدم التيقن الافتراضية لوقود الديزل هي ± 1.5- في المائة تقريبًا و± 3- في المائة بالنسبة للبنزين الفائض. ومع ذلك فإن مقدار عدم التيقن من انبعاثات الغازات الأخرى غير ثاني أكسيد الكربون أكبر بكثير. وقد يزيد مستوى عدم التيقن في معامل انبعاثات الميثان إلى ما يعادل 50 في المائة. كما قد يتراوح عدم التيقن في معامل انبعاثات أكسيد النتروز ما بين 40 في المائة دون القيمة الافتراضية و140 في المائة أعلى من القيمة الافتراضية (ووترسون، 2004).

بيانات الأنشطة

يرتبط عدم التيقن في تقديرات انبعاثات الملاحة البحرية في معظمه بصعوبة التمييز ما بين الاستهلاك المحلي والاستهلاك الدولي للوقود. وفي ظل وجود بيانات استبيان كاملة، فقد يصبح عدم التيقن أقل من (± 5- في المائة مثلاً)، بينما قد يكون مقدار عدم التيقن كبيرًا (± 50- في المائة مثلاً) بالنسبة للتقديرات أو الاستبيانات غير الكاملة. يختلف عدم التيقن من دولة إلى أخرى وغالبًا ما يصعب تعميمه، كما يمكن الاستفادة من مجموعات البيانات العالمية في هذا المجال، وكذلك فمن المتوقع أن يساعد الإبلاغ على تحسين هذه الفئة في المستقبل.

3-5-2 ضمان/مراقبة جودة الحصر (QA/QC)

إن من *الممارسة السليمة* إجراء اختبارات لمراقبة الجودة، حيث سنوضح فيما يلي الإجراءات المحددة ذات الصلة بفئة المصدر هذه.

مقارنة الانبعاثات باستخدام مقتربات بديلة

يجب على القائم بتجميع بيانات الحصر أن يقوم قدر الإمكان بمقارنة التقديرات المحددة بالنسبة للملاحة البحرية باستخدام مقتربات كل من المستوى1 والمستوى 2. كما يجب عليه أيضًا أن يقوم بالتحقق من أي تضارب في تقديرات الانبعاثات والعمل على تفسيره، وينبغي تسجيل نتائج مثل هذه المقارنات.

مراجعة معاملات الانبعاث

يجب على القائم بتجميع بيانات الحصر التأكد من توافق مصدر البيانات الأصلي للمعاملات الوطنية حسب كل فئة، وكذلك من إجراء اختبارات الدقة على جمع البيانات وحسابها. كما يجب استخدام معاملات الانبعاث الوطنية، في حالة توفرها، بشرط توثيقها بشكل ملائم. وبالنسبة للمعاملات الافتراضية، يجب على القائم بتجميع بيانات الحصر التأكد من قابلية هذه المعاملات للتطبيق وارتباطها بالفئة.

وفي حالة تحديد الانبعاثات الناتجة عن الاستخدامات العسكرية باستخدام بيانات أخرى غير المعاملات الافتراضية، فيجب على القائم بتجميع بيانات الحصر أن يتحقق من صحة الحسابات وموائمة البيانات وقابليتها للتطبيق.

التحقق من بيانات الأنشطة

يجب مراجعة مصدر بيانات الأنشطة للتأكد من قابليتها للتطبيق وارتباطها بالفئة. كما يجب مقارنة البيانات ببيانات الأنشطة التاريخية أو بنتائج النموذج، إن أمكن، للتعرف على أي مظهر من مظاهر عدم التوافق. يمكن التحقق من البيانات من خلال مؤشرات الإنتاجية، مثل الوقود الذي تستهلكه كل وحدة من الوحدات البحرية مقارنة مع الدول الأخرى. توفر الوكالة الأوروبية للبيئة مجموعة البيانات النافعة، http://air-climate.eionet.eu.int/databases/TRENDS/TRENDS_EU15_data_Sep03.xls، حيث تقدم بيانات حجم الانبعاثات والركاب/الحمولة بالنسبة لكل نمط نقل في أوروبا. المعلومات الخاصة بالنقل البحري هي معلومات تفصيلية للغاية. تشمل أمثلة هذه المؤشرات ما يلي: بالنسبة للسفن الأقل من 3000 طن صاف، من 0.09 إلى 0.16 كج ثاني أكسيد كربون/طن-كم؛ وبالنسبة للسفن الأكبر، من 0.04 إلى 0.14؛ وبالنسبة لعبارات الركاب، تتراوح المعاملات ما بين 0.1 إلى 0.5 كج/راكب-كم.

المراجعة الخارجية

يجب على القائم بتجميع بيانات الحصر أن يقوم بمراجعة مستقلة وموضوعية للحسابات أو الفرضيات أو بتوثيق حصر الانبعاثات لتقييم كفاءة برنامج مراقبة الجودة. كما يجب أداء مراجعة النظراء عن طريق خبير أو أكثر (مثل سلطات النقل، وشركات النقل البحري، والعسكريين) ممن تتوفر لديهم الدراية بفئة المصدر وإدراك متطلبات الحصر.

3-5-3 التقارير والتوثيق

يتم الإبلاغ عن الانبعاثات ذات الصلة بالملاحة البحرية في فئات مختلفة، وفقًا لطبيعتها. ومن *الممارسة السليمة*، استخدام الفئات التالية :

- الملاحة البحرية المحلية
- الملاحة البحرية الدولية (السفن العالمية)
- صيد السمك (الاحتراق المتحرك)
- المصادر المتحركة (عسكري [عنصر النقل البحري])
- المصادر المتحركة غير المحددة (المركبات والآلات الأخرى)

يتم الإبلاغ عن الانبعاثات الناتجة عن الملاحة البحرية الدولية بشكل منفصل عن الملاحة البحرية المحلية ولا يتم تضمينها في المجموع الوطني.

كما لا يتم الإبلاغ عن الانبعاثات المرتبطة بالصيد التجاري ضمن انبعاثات الملاحة البحرية؛ حيث يتم الإبلاغ عن هذه الانبعاثات في فئة الزراعة والحراجة وصيد السمك في قطاع الطاقة. حيث يتضح من تعريفها أن جميع أنواع الوقود الذي يتم توريده لأنشطة الصيد التجاري في دولة الإبلاغ هي أنواع وقود محلية، كما لا توجد فئة وقود خاصة بالسفن العالمية لأغراض الصيد التجاري، بغض النظر عن مكان الصيد.

يجب تحديد انبعاثات الملاحة البحرية العسكرية بشكل واضح لتحسين مستوى شفافية قوائم الحصر الوطنية لغاز الاحتباس الحراري. (انظر القسم 3-5-1-4)

وبالإضافة إلى الإبلاغ عن الانبعاثات، فمن *الممارسة السليمة* أن يتم تقديم ما يلي:

- مصدر الوقود والبيانات الأخرى؛
- الطريقة المستخدمة لفصل الملاحة المحلية عن الملاحة الدولية؛
- معاملات الانبعاث المستخدمة والمراجع ذات الصلة؛
- تحليل عدم تيقن أو حساسية النتائج، أو كليهما معًا، تجاه التغيير في البيانات والفرضيات المدخلة.

3-5-4 جداول الإبلاغ وأوراق العمل

يجب استكمال بيانات الصحائف الجدولية الأربع من أوراق العمل (المرفق الأول) الخاصة بالمقترب القطاعي بالمستوى 1بالنسبة لكل فئة مصدر موضحة في الجدول 3-5-1. جداول الإبلاغ متوفرة في الفصل 8 من المجلد 1.

3-5-5 تعريفات المصطلحات المتخصصة

التعريفات
ناقلات الحمولات السائبة – سفن تستخدم لنقل كميات كبيرة من الحمولات غير المعبأة في حاويات، مثل النفط وألواح الخشب والحبوب والمعادن الخام والمواد الكيماوية...وغيرها، والتي يمكن حصرها باستخدام فتحات العنابر المرتفعة عن سطح السفينة، تشمل حاويات الحمولات الكبيرة.
ناقلات الحمولات المجمعة – السفن المستخدمة لنقل الحمولات المجمعة أو النفط، أو ما تعرف بناقلات الحمولات الصلبة.
سفن الحاويات – السفن المستخدمة لنقل صناديق معدنية كبيرة مستطيلة الشكل، خاصة تلك التي تحتوي على بضائع مصنعة.
سفن الحمولات الجافة – السفن المستخدمة لنقل الحمولة غير السائلة والتي عادة ما لا تتطلب مراقبة درجة الحرارة.
العبارات/سفن الركاب – السفن المستخدمة في الرحلات القصيرة لنقل كل من الركاب والعربات والمركبات التجارية. معظم هذه السفن هي سفن متدحرجة، العبارات التي يمكن للمركبات دخولها أو الخروج منها بشكل مباشر. كما يمكن أن تشمل سفن الركاب أيضًا سفن الرحلات البحرية الترفيهية.
سفن الخدمات الساحلية– يشير هذا المصطلح إلى السفن المشتركة في العديد من عمليات دعم السفن الأكبر. يمكن أن يشمل سفن الدعم بعيدًا عن الشاطئ وسفن معالجة المرساة والقاطرات البحرية وقوارب الرفع (مثل الصنادل المسطحة)، وقوارب أطقم التنقيب، وسفن دعم الغطس، والسفن الزلزالية.
سفن البرادات – سفن مزودة بحاويات مبردة للحمولة حيث يتم تخزين الحمولات القابلة للتلف وغيرها من الحمولات التي تتطلب درجة حرارة معينة والتي يتم تحميلها سائبة.
سفن متدحرجة (*رورو*) – سفن مزودة بأماكن قابلة للفرد والطي لشحن الحمولات أو بأماكن خاصة تسمح بشحن أو إنزال المركبات المزودة بعجلات دون استخدام رافعات.
ناقلات النفط – السفن المستخدمة في نقل الزيت الخام والمواد الكيماوية والمنتجات البترولية. قد تبدو ناقلات النفط مشابهة لناقلات الحمولات السائبة، لكنها ذات سطح مستو ومغطى بخطوط أنابيب الزيت وبالفتحات.

3-6 الطيران المدني

تنتج انبعاثات الطيران عن احتراق وقود المحركات النفاثة (كيروسين المحركات النفاثة وغازولين المحركات النفاثة) وغازولين الطيران[14]. كما إن ثاني أكسيد الكربون يمثل ما يعادل 70 في المائة تقريبًا من انبعاثات محركات الطائرة، بالإضافة إلى أقل بقليل من 30 في المائة أكسيد نتروز، وأقل من 1 في المائة أكاسيد نيتروجين وأول أكسيد الكربون وأكاسيد الكبريت والمواد العضوية المتطايرة غير الميثان وجزيئات، كما توجد نسبة ضئيلة من المكونات الأخرى التي تشمل ملوثات الهواء الخطرة. كذلك فإن أكسيد النتروز ينبعث بنسبة ضئيلة أو قد لا توجد انبعاثات منه على الإطلاق من المحركات التربينية الغازية الحديثة (الهيئة الحكومية الدولية المعينة بتغير المناخ، 1999). يمكن أن ينبعث الميثان (CH_4) من المحركات التربينية الغازية أثناء تدويرها على سرعة بطيئة وعن طريق المحركات القديمة تكنولوجيًا، لكن البيانات الحديثة تفترض أن المحركات الحديثة تتسبب في انبعاث قدر ضئيل من الميثان أو قد لا تتسبب في أي انبعاثات منه على الإطلاق.

تتوقف الانبعاثات على عدد ونوع عمليات الطائرة؛ وعلى أنواع وكفاءة محركاتها؛ والوقود المستخدم؛ وطول مسافة الرحلة؛ وعلى ضبط القدرة؛ والوقت الذي تستغرقه كل مرحلة من مراحل الرحلة؛ كما تتوقف أيضًا، لكن بدرجة أقل، على الارتفاع الذي تنبعث فيه غازات العادم.

ولأغراض خاصة بهذه الخطوط التوجيهية، يتم تقسيم عمليات الطائرة إلى (1) *دورة الهبوط والإقلاع* (*LTO*) و(2) *الرحلة*. وبشكل عام، ينتج حوالي 10 في المائة من انبعاثات الطائرة بجميع أنواعها، باستثناء الهيدروكربونات وأول أكسيد الكربون، خلال العمليات الأرضية في المطار وأثناء دورة الهبوط والإقلاع[15]. يحدث الجزء الأكبر من انبعاثات الطائرة (90 في المائة) في مستويات الارتفاعات الأعلى. وبالنسبة للهيدروكربونات وأول أكسيد الكربون، فإن التقسيم يكون بنسبة 30 في المائة تقريبًا انبعاثات محلية و70 في المائة انبعاثات ناتجة في الارتفاعات الأعلى (الإدارة الفيدرالية للطيران، 2004أ).

يحتوي القسم 3-6-5 على تعريفات المصطلحات المتخصصة التي قد تكون نافعة بالنسبة للقائم بتجميع بيانات الحصر.

[14] الوقود المستخدم في الطائرات المزودة بمحرك كباسي صغير فقط، وعادةً ما يمثل أقل من 1 في المائة من الوقود المستخدم في الطيران.

[15] عرفت المنظمة الدولية للطيران المدني، 1993 دورة الهبوط والإقلاع . إذا توافرت لدى الدول بيانات أكثر تحديدًا بشأن المواعيد فيمكن استخدامها لتحسين الحسابات في طرق المستوى الأعلى.

3-6-1 الموضوعات المنهجية

تشمل فئة المصدر هذه الانبعاثات الناتجة عن جميع الاستخدامات المدنية التجارية للطائرات، بما في ذلك الطيران المدني والعام (مثل الطائرات المستخدمة في قطاع الزراعة والطائرات النفاثة الخاصة أو الهليكوبتر). كما يمكن أيضًا استخدام الطرق التي تناولناها في هذا القسم لتقدير الانبعاثات التي يسببها الطيران العسكري، لكن يجب الإبلاغ عن الانبعاثات في الفئة 1أ5 "أخرى" أو في بند المذكرة "العمليات المتعددة الأطراف."

وقد تم التمييز ما بين الطيران المحلي والدولي لتيسير عملية حصر الانبعاثات، كما إنه من *الممارسة السليمة* أن يتم الإبلاغ في فئة المصدر الموضحة في الجدول 3-6-1.

يجب استثناء جميع الانبعاثات الناتجة عن الوقود المستخدم في الطيران الدولي (ناقلات النفط) والموافقة لميثاق الأمم المتحدة من المجاميع الوطنية والإبلاغ عنها بشكل منفصل كبنود مذكرة.

3-6-1-1 اختيار الطريقة

توجد ثلاثة مستويات منهجية لتقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النتروز من الطيران، حيث إن المستويين 1 و2 يستخدمان بيانات استهلاك الوقود. كما إن المستوى 1 يعتمد بشكل تام على الوقود، بينما تعتمد طريقة المستوى 2 على عدد دورات الهبوط والإقلاع وعلى استخدام الوقود. يستخدم المستوى 3 بيانات الحركة[16] بالنسبة للرحلات الجوية الفردية.

جميع هذه المستويات تميز ما بين الرحلات الجوية المحلية والرحلات الجوية الدولية. ومع ذلك، عادةً ما لا تميز إحصائيات الطاقة المستخدمة في المستوى 1 بشكل دقيق ما بين الاستخدام المحلي والاستخدام الدولي للوقود أو ما بين فئات المصدر الفردية، كما هو موضح في الجدول 3-6-1. إلا أن المستويين 1 و3 يقدمان منهجيات أكثر دقة لإظهار هذه الاختلافات.

يعتمد اختيار المنهجية على نوع الوقود والبيانات المتاحة والأهمية النسبية لانبعاثات الطائرة. وبالنسبة لغازولين الطيران، فعلى الرغم من إمكانية توفر معاملات الانبعاث الخاصة بالدولة، إلا إن عدد مرات الهبوط والإقلاع لا يكون متوفرًا بشكل عام. وبناءً عليه يمكن استخدام المستوى 1 ومعاملات الانبعاث الافتراضية الخاصة به بالنسبة لغازولين الطيران؛ كما يمكن استخدام جميع المستويات بالنسبة للعمليات التي تستعمل لوقود الطائرات النفاثة، حيث تتوفر معاملات الانبعاث ذات الصلة بالنسبة لوقود المحركات النفاثة. يوضح الجدول 3-6-2 ملخصًا لمتطلبات البيانات بالنسبة لمختلف المستويات:

يمكن أن تساعد شجرة القرارات الموضحة في الشكل 3-6-1 على تحديد الطريقة الملائمة. كما إن متطلبات الموارد بالنسبة للمستويات المختلفة تتوقف على عدد حركات النقل الجوي بشكل جزئي. لا يجب استخدام المستوى 1 كمورد أكيد. كما سيتم استخدام المزيد من الموارد الصعودية في كل من المستوى 2، بناءً على الطائرات الفردية، والمستوى 3أ، بناءً على مجموعات المصدر والوجهة (OD). وكذلك فإن المستوى 3ب الذي يتطلب صياغة نماذج حديثة يتطلب أيضًا استخدام معظم الموارد.

ومع التسليم بمحدودية المعرفة في الوقت الحالي فيما يتعلق بمعاملات انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز، فليس بالضرورة أن تؤدي الطرق الأكثر تفصيلاً إلى تقليل أوجه عدم التيقن بشكل كبير بالنسبة لانبعاثات الميثان وأكسيد النتروز. ومع ذلك، إذا كان الطيران يمثل *فئة رئيسية*، فيوصى باستخدام مقتربات المستوى 2 أو المستوى 3 لأن المستويات الأعلى تؤدي إلى التمييز بين الطيران المحلي والطيران الدولي بشكل أفضل، كما إنه سيساعد في المستقبل على سهولة تقدير التأثيرات الناتجة عن تغيرات التقنية (وبالتالي معاملات الانبعاث).

تصبح تقديرات مرحلة الرحلة أكثر دقة عند استخدام منهجية المستوى 3أ أو نماذج المستوى 3ب. وعلاوة على ذلك، حيث إن طرق المستوى 3 تستخدم بيانات حركة الرحلة الجوية بدلاً من بيانات استخدام الوقود، فهي توفر فارقًا أكثر دقة ما بين الرحلات الجوية المحلية والرحلات الجوية الدولية. كما يمكن الحصول على البيانات من مشغلي نماذج المستوى 3 (مثل SAGE، (كيم، 2005أ وب؛ مالويتز، 2005) وAERO2K (أيرز، 2004)؛ في حين أن الطرق الأخرى للتمييز ما بين الاستخدام الوطني والدولي للوقود، مثل دورات الهبوط والإقلاع، وبيانات الركاب-كيلومتر، والتقسيم بالنسبة المئوية بناءً على الجداول الزمنية للرحلة الجوية (مثل بيانات الدليل الرسمي للناقلات الجوية (OAG)، وإحصائيات المنظمة الدولية للطيران المدني بالطن - كيلومتر التي تقوم بها الدول) هي عبارة عن طرق مختصرة. حيث يمكن استخدام هذه الطرق في حالة عدم توفر طرق أو بيانات أخرى.

[16] تستخدم بيانات الحركة للإشارة إلى المعلومات الخاصة بالمصدر والوجهة، ونوع الطائرة، والبيانات الخاصة بالرحلات الجوية الفردية، على الأقل.

الجدول 3-6-1
فئات المصدر

فئة المصدر	نطاق التغطية
1أ3أ، الطيران المدني	الانبعاثات الناتجة عن الطيران المدني الدولي والمحلي بما في ذلك عمليات الإقلاع والهبوط. يشمل الاستخدام التجاري المدني للطائرات، بما في ذلك نقل الركاب والبضائع في رحلات منتظمة أو مؤجرة، والحافلات الجوية والنقل المدني بوجه عام. يجب تحديد التقسيم الدولي أو المحلي بناءً على مكان انطلاق الرحلة ومكان انتهائها بالنسبة لكل مرحلة من الرحلة الجوية وليس بناء على جنسيات شركات الطيران. يستثنى من ذلك استخدام الوقود للنقل على الأرض الذي يتم الإبلاغ عنه في الفئة 1أ3ه، وسائل نقل أخرى. كما يستثنى منه أيضًا الوقود المستخدم في الاحتراق الثابت بالمطارات؛ حيث يتم الإبلاغ عن هذه المعلومات في فئة الاحتراق الثابت الملائمة.
1أ3أ1، الطيران الدولي (الطائرات الدولية)	الانبعاثات الناتجة عن الرحلات الجوية التي تنطلق في بلد وتنتهي في بلد آخر بما في ذلك عمليات الإقلاع والهبوط الخاصة بمراحل الرحلة هذه. يمكن تضمين الانبعاثات الناتجة عن الطيران العسكري الدولي باعتبارها فئة فرعية منفصلة من الطيران الدولي، شريطة أن يتم تطبيق نفس الاختلاف التعريفي وتوفير البيانات اللازمة لدعم التعريف.
1أ3أ2 ، الطيران المحلي	الانبعاثات الناتجة عن رحلات الطيران المدني المحلية لنقل الركاب أو البضائع التي تنطلق وتنتهي في نفس البلد (تجاري أو خاص أو زراعي...وغيره)، يشمل ذلك عمليات الإقلاع والهبوط الخاصة بمراحل الرحلة الجوية هذه. لاحظ إن ذلك يمكن أن يشمل الرحلات الطويلة بين مطارين داخل البلد الواحد(مثل الرحلة الجوية من سان فرانسيسكو إلى هونولولو). لا يشمل الطيران العسكري الذي يمكن الإبلاغ عنه في الفئة 1أ5ب.
1أ5ب، المصادر المتحركة (*عنصر الطيران*)	جميع انبعاثات الطيران المتحركة الأخرى الناتجة عن احتراق الوقود والتي لم يتم تحديدها في أي مكان أخر. تشمل جميع الانبعاثات الناتجة عن الوقود المنقول للقوات المسلحة بالدولة والذي لم يتم تضمينه على نحو منفصل في الفئة 1أ3أ1 بالإضافة إلى الوقود المنقول داخل هذه الدولة لكن للاستخدام عن طريق القوات المسلحة لدول أخرى غير مشتركة في العمليات المتعددة الأطراف.
1أ5ج، العمليات المتعددة الأطراف (*عنصر الطيران*)	الانبعاثات الناتجة عن استخدام الوقود في الطيران في العمليات المتعددة الأطراف الموافقة لميثاق الأمم المتحدة. تشمل الانبعاثات الناتجة عن الوقود المسلم للقوات المسلحة للدولة والمنقول إلى القوات المسلحة للدول الأخرى.

الجدول 3-6-2
متطلبات البيانات بالنسبة للمستويات المختلفة

البيانات المحلية والدولية	المستوى 1	المستوى 2	المستوى 3أ	المستوى 3ب
استهلاك غازولين الطيران	X			
استهلاك وقود المحركات النفاثة	X	X		
إجمالي مرات الهبوط والإقلاع				
الهبوط والإقلاع حسب نوع الطائرة		X		
المصدر والوجهة (OD) حسب نوع الطائرة			X	
التحركات الكاملة للرحلة الجوية بالإضافة إلى بيانات الطائرة والمحرك				X

إن من الأسباب الأخرى لاختيار استخدام المستوى الأعلى هو التقدير العام للانبعاثات والملوثات الأخرى (مثل أكاسيد النيتروجين) وموائمة الطرق مع قوائم الحصر الأخرى. في المستوى 2 (أو أعلى)، كما يتم تقدير انبعاثات الهبوط والإقلاع ومراحل الرحلة الجوية على نحو منفصل، وذلك للاتساق مع الطرق التي تم إعدادها بالنسبة لبرامج تلوث الهواء التي تغطي فقط الانبعاثات الناتجة على ارتفاعات أقل من 914 متر (3000 قدم). قد توجد اختلافات كبيرة بين نتائج المقترب الصعودي والمقترب التنازلي الذي يعتمد على الوقود بالنسبة للطائرات. يوجد مثال على ذلك في Daggett *et al.* (1999).

طريقة المستوى 1

تعتمد طريقة المستوى 1 على القدر الإجمالي لبيانات استهلاك الوقود في الطيران (الهبوط والإقلاع والرحلة) مضروبًا في متوسط معاملات الانبعاث. وقد تم تقسيم معاملات انبعاثات الميثان على جميع مراحل الطيران على فرض أن 10 في المائة من الوقود يتم استخدامه في مرحلة الهبوط والإقلاع من الطيران. كما يتم حساب الانبعاثات وفقًا للمعادلة 3-6-1:

المعادلة 3-6-1
(المعادلة 1 للطيران)
الانبعاثات = استهلاك الوقود ● معامل الانبعاثات

يجب استخدام طريقة المستوى 1 لتقدير انبعاثات الطائرات العاملة بغازولين الطائرات المستخدم في الطائرات الصغيرة فقط والذي عادةً ما يمثل أقل من 1 في المائة من استهلاك الوقود في قطاع الطيران. كما تستخدم طريقة المستوى 1 في أنشطة الطيران المستخدمة لوقود المحركات النفاثة في حالة عدم توفر بيانات الاستخدام التشغيلي للطائرات.

يجب أيضًا تقدير الانبعاثات المحلية والدولية على نحو منفصل باستخدام المعادلة الموضحة أعلاه بالإضافة إلى إحدى الطرق الموضحة في القسم 3-6-1-3 لتوزيع الوقود بين الانبعاثات المحلية والانبعاثات الدولية.

طريقة المستوى 2

تنطبق طريقة المستوى 2 فقط على استخدام وقود المحركات النفاثة في محركات الطائرات النفاثة. حيث يتم تقسيم عمليات الطائرة إلى مرحلة الهبوط والإقلاع ومرحلة الطيران المستقيم. ولاستخدام طريقة المستوى 2، فمن ثم يجب معرفة عدد عمليات الهبوط والإقلاع بالنسبة لكل من الطيران المحلي والدولي، كما يفضل أن يكون ذلك حسب نوع الطائرة. تميز طريقة المستوى 2 ما بين الانبعاثات التي تحدث على ارتفاعات أقل وأعلى من 914 م (3000 قدم)؛ وهي الانبعاثات الصادرة خلال مراحل الهبوط والإقلاع ومراحل الرحلة.

يتم في طريقة المستوى 2 تقسيم حساب الانبعاثات الناجمة عن الطيران إلى خطوات كالتالي:

1- مجاميع تقدير استهلاك الوقود على المستويين المحلي والدولي في الطيران.

2- تقدير استهلاك الوقود في الإقلاع والهبوط بالنسبة للعمليات المحلية والدولية.

3- تقدير استهلاك الوقود في مرحلة الطيران المستقيم بالنسبة للعمليات المحلية والدولية.

4- تقدير انبعاثات مراحل الإقلاع والهبوط ومرحلة الطيران المستقيم بالنسبة للطيران المدني والدولي.

يعتمد مقترب المستوى 2 على المعادلات من 3-6-2 إلى 3-6-5 لتقدير الانبعاثات:

المعادلة 3-6-2
(المعادلة 2 للطيران)
إجمالي الانبعاثات = الانبعاثات الناتجة عن الهبوط والإقلاع + الانبعاثات الناتجة عن الطيران المستقيم

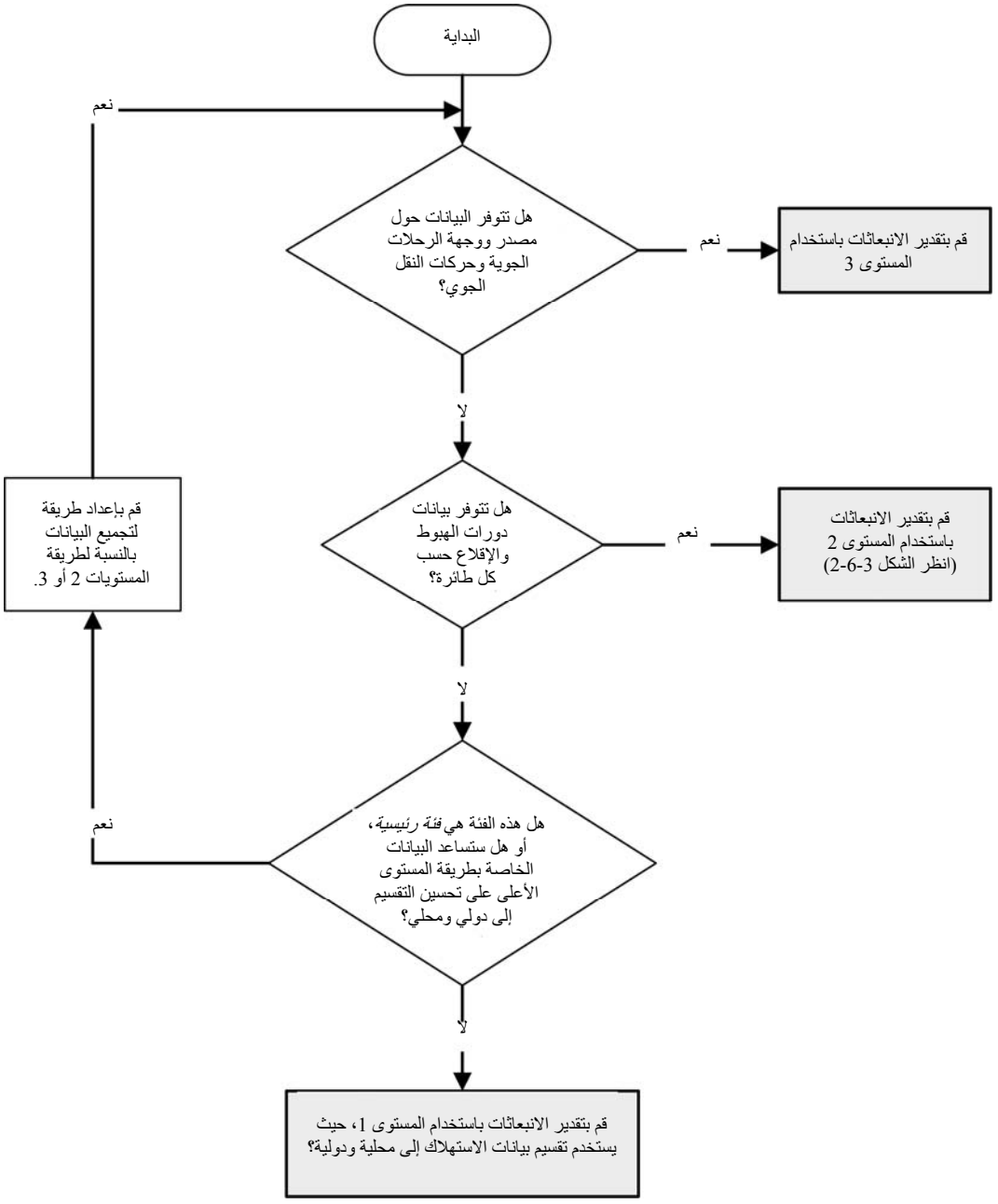
حيث:

المعادلة 3-6-3
(المعادلة 3 للطيران)
الانبعاثات الناتجة عن الهبوط والإقلاع = عدد دورات الهبوط والإقلاع ● معامل الانبعاث لكل دورة هبوط وإقلاع

المعادلة 3-6-4
(المعادلة 4 للطيران)
استهلاك الوقود في الهبوط والإقلاع = عدد دورات الهبوط والإقلاع ● استهلاك الوقود في كل دورة هبوط وإقلاع

المعادلة 3-6-5
(المعادلة 5 للطيران)
الانبعاثات أثناء الطيران المستقيم = (إجمالي استهلاك الوقود – استهلاك الوقود في الهبوط والإقلاع) ● معامل الانبعاث أثناء الطيران المستقيم

الشكل 3-6-1 شجرة القرارات الخاصة بتقدير انبعاثات الطائرات (تنطبق على جميع غازات الاحتباس الحراري)



ملاحظة: انظر الفصل 4 "اختيار المنهجيات والفئات الرئيسية" من المجلد 1(مع الرجوع إلى القسم 4-1-2 الخاص بالموارد المحدودة) لمناقشة *الفئات الرئيسية* واستخدام شجرات القرارات.

يوضح الشكل 3-6-2 تخطيطًا لأساس منهجية المستوى 2 التي ينصح باستخدامها.

كما يتم تقدير الوقود المستخدم في مرحلة الطيران المستقيم في طريقة المستوى 2 باعتباره وقودًا فائضًا: مجموع الوقود المستخدم مطروحًا منه الوقود المستخدم في مرحلة الهبوط والإقلاع من الرحلة الجوية (المعادلة 3-6-5). وأيضًا يتم تقدير استخدام الوقود بالنسبة للطيران المحلي والدولي على نحو منفصل. كما يتم ضرب مقدار الوقود المستخدم في مرحلة الطيران المستقيم في مجموع معاملات الانبعاث (المتوسط أو لكل نوع طائرة) لتقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين في مرحلة الطيران المستقيم[17]. يتم تقدير الانبعاثات والوقود المستخدم في مرحلة الهبوط والإقلاع من الإحصائيات وفقًا لعدد دورات الهبوط والإقلاع

[17] لا يسمح منهج التفكير العلمي في الوقت الحالي بتضمين الغازات الأخرى (مثل أكسيد النتروز والميثان) في حساب الانبعاثات في مرحلة الطيران المستقيم. (الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، 1999).

تتناول طريقة المستوى 2 بيانات الأنشطة على مستوى أنواع الطائرات الفردية وبالتالي فهي تتطلب البيانات الخاصة بأعداد دورات الهبوط والإقلاع المحلية حسب نوع الطائرة، ودورات الهبوط والإقلاع الدولية حسب نوع الطائرة أيضًا. يجب أن يشمل التقدير جميع أنواع الطائرات المستخدمة بشكل متكرر في رحلات الطيران المحلية والدولية. يوضح الجدول 3-6-3 طريقة تخطيطية للطائرات الفعلية بالنسبة للأنواع النموذجية للطائرات في قاعدة البيانات. لا تقدم طريقة المستوى 2 معاملات انبعاثات الطيران المستقيم بالنسبة للانبعاثات الأخرى غير أكاسيد النيتروجين؛ حيث يجب ألا تستخدم معاملات الانبعاث الوطنية ولا معاملات الانبعاث الافتراضية الخاصة بالمستوى لتقدير انبعاثات الطيران المستقيم هذه.

طرق المستوى 3

تعتمد طرق المستوى 3 على البيانات الفعلية لحركة الرحلة الجوية: إما بالنسبة لبيانات المصدر والوجهة (OD) الخاصة بالمستوى 3أ أو بالنسبة للمعلومات الكاملة لمسار الرحلة الجوية الخاصة بالمستوى 3ب. يمكن استخدام المقتربات الوطنية للمستوى 3 في حالة توثيقها بالشكل الملائم ومراجعتها باتباع التوجيهات الموضحة في الفصل 6 (ضمان/مراقبة الجودة) من المجلد 1. ولتيسير مراجعة البيانات، يمكن للدول المستخدمة لمنهجية المستوى 3 أن تقوم بالإبلاغ عن الانبعاثات بشكل منفصل بالنسبة لرحلات الطيران التجاري المنتظمة وأنشطة الطيران الأخرى المستخدمة لوقود المحركات النفاثة.

يأخذ المستوى 3أ في عين الاعتبار الانبعاثات أثناء مرحلة الطيران المستقيم بالنسبة للمسافات المختلفة للرحلة الجوية. كما إنه من الضروري أن تتوافر التفاصيل الخاصة بمطارات المصدر (الانطلاق) والوجهة (النهاية) ونوع الطائرة لاستخدام المستوى 3أ بالنسبة لكل من الرحلات الجوية المحلية والدولية. كما تتم صياغة نماذج قوائم الحصر في المستوى 3أ باستخدام متوسط استهلاك الوقود وبيانات الانبعاثات بالنسبة لمرحلة الهبوط والإقلاع والمسافات المختلفة لمرحلة الطيران المستقيم، بالنسبة لعدد من فئات الطائرات النموذجية.

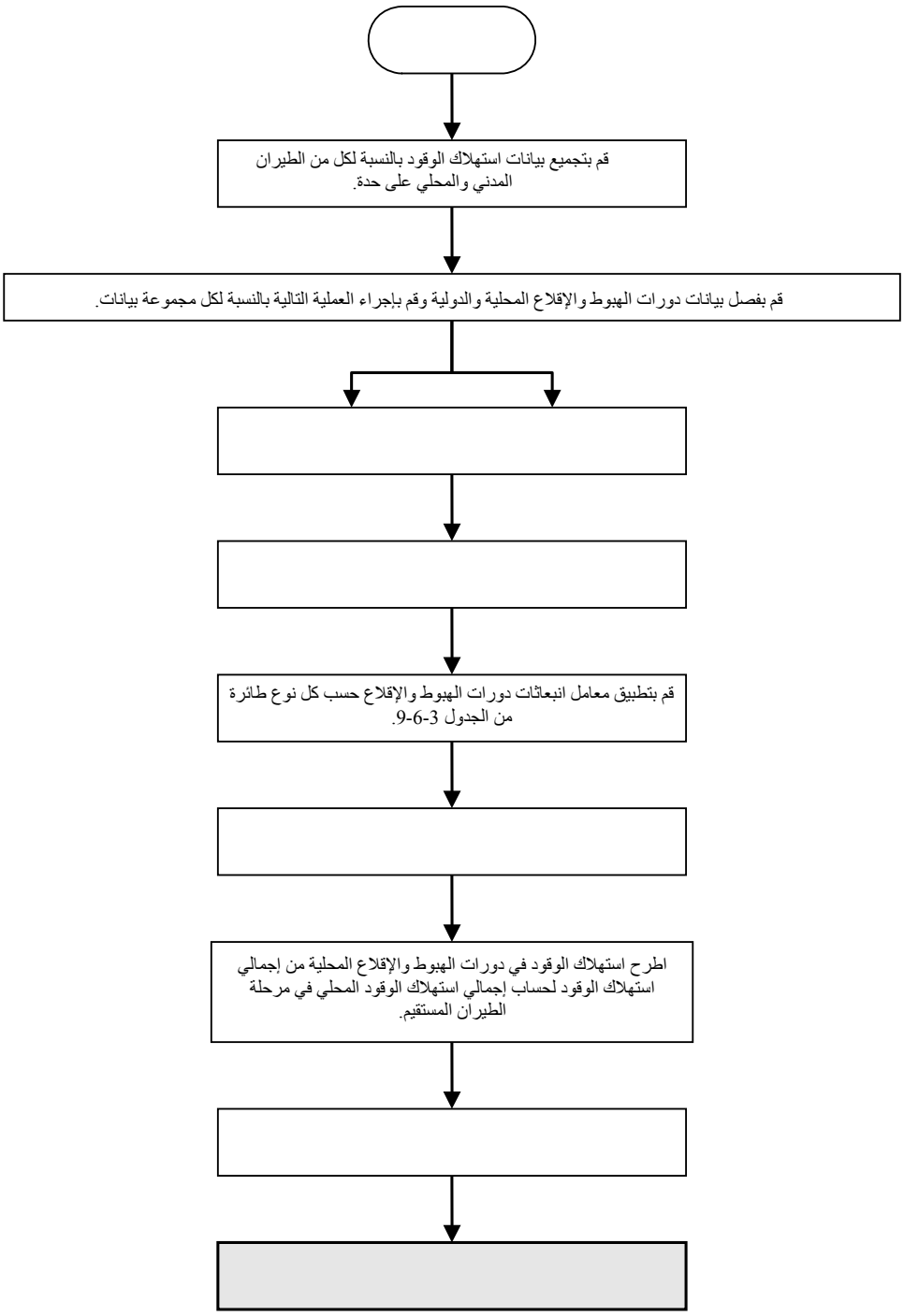
تأخذ البيانات المستخدمة في منهجية المستوى 3أ بعين الاعتبار أن كمية الانبعاثات الناتجة تختلف فيما بين مراحل الرحلة الجوية. كما تأخذ المنهجية بعين الاعتبار أيضًا العلاقة بين الوقود المحترق ومسافة الرحلة الجوية، مع ملاحظة أن كمية الوقود المحترق يمكن أن تكون أكبر في المسافات القصيرة نسبيًا عنه بالنسبة للمسارات الأطول، حيث إن الطائرة تستهلك كمية أكبر من الوقود في دورة الهبوط والإقلاع مقارنة بما تستهلكه في مرحلة الطيران المستقيم.

يقدم دليل الحصر الصادر عن برنامج رصد وتقييم ملوثات الهواء/برنامج الاتحاد الأوروبي لحصر الانبعاثات EMEP/CORINAIR (EEA، 2002) مثالاً على طريقة المستوى 3أ المستخدمة في حساب انبعاثات الطائرات. كما يخضع هذا الدليل للتنقيح المستمر ويتم نشره على الموقع الشبكي الخاص بالوكالة الأوروبية للبيئة. وهو يقدم جداول الانبعاثات بالنسبة لكل مسافة تقطعها الرحلة الجوية.

لاحظ إنه توجد ثلاث طرق لحساب انبعاثات الطائرات في دليل EMEP/CORINAIR؛ لكن منهجية CORINAIR التفصيلية هي فقط التي تلائم المستوى 3أ.)

تختلف منهجية المستوى 3ب عن المستوى 3أ من خلال حساب الوقود المحترق والانبعاثات خلال المسار الكامل لكل مرحلة من الرحلة الجوية باستخدام معلومات الأداء الإيروديناميكي الخاصة بالطائرة والمحرك. ولاستخدام المستوى 3ب، يلزم وجود نماذج حاسوبية حديثة للتعامل مع جميع متغيرات وحسابات المعدات والأداء والمسار بالنسبة لجميع الرحلات الجوية في سنة معينة. يمكن للنماذج المستخدمة في المستوى 3ب أن تحدد النتائج بشكل عام فيما يتعلق بالطائرة والمحرك والمطار والمنطقة والمجاميع العالمية، وأيضًا حسب دائرة العرض وخط الطول والارتفاع والوقت، وذلك بالنسبة للوقود المحترق وانبعاثات أول أكسيد الكربون والهيدروكربونات (HC) وثاني أكسيد الكربون والميثان وأكاسيد النيتروجين وأكاسيد الكبريت. ولاستخدام نموذج المستوى 3ب في إعداد تقارير الحصر السنوية، يجب أن يحرص القائم بتجميع بيانات الحصر على حساب انبعاثات الطائرة من البيانات المدخلة التي تأخذ بعين الاعتبار التغيرات التي تطرأ على النقل الجوي وعلى معدات الطائرات، أو أي سيناريوهات متغيرة للمدخلات. عادة ما تكون مكونات نماذج المستوى 3ب مدمجة بشكل نموذجي لسهولة تحديثها، وذلك حتى تتسم النماذج بالكفاءة ويتثنى لها مجاراة تطور البيانات والمنهجيات. توجد أمثلة على النماذج تشمل نظام تقدير الانبعاثات العالمية من الطيران (SAGE) الخاص بإدارة الطيران الفيدرالي الأمريكية (كيم، 2005 أ وب؛ مالويتز، 2005)، وAERO2k (أيريز، 2004) الخاص بالمفوضية الأوروبية.

الشكل 3-6-2 تقدير انبعاثات الطائرات باستخدام طريقة المستوى 2



الجدول 3-6-3
التوافق ما بين الطائرات النموذجية وأنواع الطائرات الأخرى

التصنيف العام لأنواع الطائرات	تصنيف المنظمة الدولية للطيران المدني	مجموعة الطائرة في الاتحاد الدولي للطيران المدني
Airbus A300	A30B	AB3
	A306	AB4
		AB6
		ABF
		ABX
		ABY
Airbus A310	A310	310
		312
		313
		31F
		31X
		31Y
Airbus A319	A319	319
	A318	318
Airbus A320	A320	320
		32S
Airbus A321	A321	321
Airbus A330-200	A330	330
	A332	332
Airbus A330-300	A330	330
	A333	333
Airbus A340-200	A342	342
Airbus A340-300	A340	340
	A343	343
Airbus A340-500	A345	345
Airbus A340-600	A346	346
Boeing 707	B703	703
		707
		70F
		70M
Boeing 717	B712	717
Boeing 727-100	B721	721
		72M
Boeing 727-200	B722	722
		727
		72C
		72B
		72F
		72S
Boeing 737-100	B731	731
Boeing 737-200	B732	732
		73M
		73X
Boeing 737-300	B733	737
		73F
		733
		73Y
Boeing 737-400	B734	737
		734
Boeing 737-500	B735	**737**
		735
Boeing 737-600	B736	736

التصنيف العام لأنواع الطائرات	تصنيف المنظمة الدولية للطيران المدني	مجموعة الطائرة حسب تصنيف الاتحاد الدولي للطيران المدني
Boeing 737-700	B737	73G
		73W
Boeing 737-800	B738	738
		73H
Boeing 737-900	B739	739
Boeing 747-100	B741	74T
	N74S	74L
	B74R	74R
	B74R	74V
Boeing 747-200	B742	742
		74C
		74X
Boeing 747-300	B743	743
		74D
Boeing 747-400	B744	747
		744
		74E
		74F
		74J
		74M
		74Y
Boeing 757-200	B752	757
		75F
		75M
Boeing 757-300	B753	753
Boeing 767-200	B762	762
		76X
Boeing 767-300	B763	767
		76F
		763
		76Y
Boeing 767-400	B764	764
Boeing 777-200	B772	777
		772
Boeing 777-300	B773	773
Douglas DC-10	DC10	D10
		D11
		D1C
		D1F
		D1M
		D1X
		D1Y
Douglas DC-8	DC85	D8F
	DC86	D8L
	DC87	D8M
		D8Q
		D8T
		D8X
		D8Y

التصنيف العام لأنواع الطائرات	المنظمة الدولية للطيران المدني	مجموعة الطائرة في الاتحاد الدولي للطيران المدني
Douglas DC-9	DC9	DC9
	DC91	D91
	DC92	D92
	DC93	D93
	DC94	D94
	DC95	D95
		D9C
		D9F
		D9X
Lockheed L-1011	L101	L10
		L11
		L15
		L1F
McDonnell Douglas MD11	MD11	M11
		M1F
		M1M
McDonnell Douglas MD80	MD80	M80
	MD81	M81
	MD82	M82
	MD83	M83
	MD87	M87
	MD88	MD88
McDonnell Douglas MD90	MD90	M90
Tupolev Tu134	T134	TU3
Tupolev Tu154	T154	TU5
Avro RJ85	RJ85	AR8
		ARJ
BAe 146	B461	141
	B462	142
	B463	143
		146
		14F
		14X
		14Y
		14Z
Embraer ERJ145	E145	ER4
		ERJ
Fokker 100/70/28	F100	100
	F70	F70
	F28	F21
		F22
		F23
		F24
		F28
BAC 111	BA11	B11
		B12
		B13
		B14
		B15
Donier Do 328	D328	D38
Gulfstream IV/V		GRJ
Yakovlev Yak 42	YK42	YK2

3-6-1-2 اختيار معاملات الانبعاث

المستوى1

تعتمد معاملات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون على نوع الوقود ومحتويات الكربون به. كما إنه من غير المتوقع أن تنحرف معاملات الانبعاث الوطنية لثاني أكسيد الكربون كثيرًا عن القيم الافتراضية بفضل تحديد نوعية وقود المحركات النفاثة بشكل ملائم. كما إنه من *الممارسة السليمة* استخدام معاملات الانبعاث الافتراضية لثاني أكسيد الكربون الموضحة في الجدول 3-6-4 بالنسبة للمستوى 1 (انظر الفصل 1، مقدمة، من هذا المجلد والجدول 1-4). ويجب استخدام محتويات الكربون في الوقود على المستوى الوطني إن أمكن. وبالإضافة إلى ذلك يجب أيضًا تقدير ثاني أكسيد الكربون على أساس إجمالي محتويات الكربون في الوقود.

الجدول 3-6-4
معاملات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون

الوقود	افتراضي (كج/تيرا جول)	الحد الأدنى	الحد الأعلى
غازولين محركات الطائرات	69 300	67 500	73 000
كيروسين المحركات النفاثة	71 500	69 800	74 400

يوضح الجدول 3-6-5 القيم الافتراضية لانبعاثات الميثان وأكسيد النتروز التي تسببها الطائرات. كما توجد معاملات انبعاثات محددة للأنواع المختلفة من مجموعات الطائرات أو المحركات وقد تتفاوت هذه المعاملات أيضًا وفقًا لمسافة الطيران. يفترض المستوى 1 أن جميع الطائرات لها نفس معاملات الانبعاث الخاصة بالميثان وأكسيد النتروز بناءً على معدل استهلاك الوقود. وقد وضع هذا الافتراض نتيجة لعدم توفر معاملات انبعاثات أكثر تفصيلاً في هذا المستوى من التجميع.

الجدول 3-6-5
معاملات انبعاثات الغازات الأخرى غير ثاني أكسيد الكربون

الوقود	المعاملات الافتراضية (غير الخاضعة للسيطرة) للميثان (كج/تيرا جول)	المعاملات الافتراضية (غير الخاضعة للسيطرة) لأكسيد النتروز (كج/تيرا جول)	المعاملات الافتراضية (غير الخاضعة للسيطرة) لأكاسيد النيتروجين (كج/تيرا جول)
جميع أنواع الوقود	0.5[أ] (-57%/+100%)[ب]	2 (-70%/+150%)[ب]	250 ±25%[ج]

[أ] يفترض إنخفاض انبعاثات الميثان انخفاضا ملحوظًا أثناء مراحل الطيران المستقيم (Wiesen *et al*، 1994). معامل الانبعاثات بالنسبة لدورات الهبوط والإقلاع فقط (مثل الطيران على ارتفاع أقل من 914 متر (3000 قدم)) هو 5 كج/تيرا جول (10% من معامل إجمالي المواد العضوية المتطايرة) (أوليفر، 1991). حيث إن 10% تقريبًا من إجمالي استهلاك الوقود على مستوى العالم يحدث خلال دورات الهبوط والإقلاع (أوليفر، 1995)، فإن معامل الطيران الناتج هو 0.5 كج/تيرا جول.

[ب] الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، 1999.

[ج] حكم الخبراء

يمكن الحصول من قاعدة بيانات معامل الانبعاثات على معاملات الانبعاث الخاصة بالغازات الأخرى (أول أكسيد الكربون والمواد العضوية المتطايرة غير الميثان) ومحتوى الكبريت والتي تم تضمينها في الخطوط التوجيهية للهيئة لعام 1996.

المستوى2

بالنسبة لطريقة المستوى 2، فمن *الممارسة السليمة* أن يتم استخدام معاملات الانبعاث الموضحة في الجدول 3-6-9 (أو تحديثات قاعدة بيانات معامل الانبعاثات) مع انبعاثات الهبوط والإقلاع. كما يمكن حساب انبعاثات أكاسيد النيتروجين فقط بشكل مباشر، بالنسبة لحسابات الرحلة، بناءً على معاملات الانبعاث المحددة (الجدول 3-6-10)، وبالتالي يمكن حساب انبعاثات أكسيد النتروز بشكل غير مباشر من انبعاثات أكاسيد النيتروجين[18]. كما يتم حساب انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الطيران المستقيم باستخدام معاملات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الخاصة بالمستوى 1 (الجدول 3-6-4). يتم انبعاثات الميثان تكاد تكون منعدمة ويفترض أن تكون قيمتها صفر ما لم توجد معلومات جديدة بشأن ذلك. لاحظ محدودية المعلومات الخاصة بمعاملات انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز من الطائرات، كما إن القيم الافتراضية الموضحة في الجدول 3-6-5 هي قيم شبيهة بتلك الموجودة في الأدبيات.

المستوى3

يمكن الحصول على معاملات انبعاثات المستوى 3أ من دليل حصر الانبعاثات EMEP/CORINAIR، بينما يستخدم المستوى 3ب معاملات الانبعاث التي تحتوي عليها النماذج اللازمة لتطبيق هذه المنهجية. وينبغي على القائمين بتجميع بيانات الحصر التحقق من ملائمة معاملات الانبعاث هذه للواقع.

[18] تختلف الدول فيما بينها من حيث الطريقة المتبعة لتحويل انبعاثات أكاسيد النيتروجين إلى أكسيد النتروز

3-1-6-3 اختيار بيانات الأنشطة

حيث إنه يتم الإبلاغ عن الانبعاثات التي يسببها الطيران المحلي بشكل منفصل عن انبعاثات الطيران الدولي، فمن الضروري أن يتم توزيع بيانات الأنشطة فيما بين العناصر المحلية والدولية. لذلك يجب أن يتم تطبيق التعريفات التالية بغض النظر عن جنسية الناقلة (الجدول 3-6-6). كما إنه من *الممارسة السليمة* استخدام تعريفات متشابهة لكل من الأنشطة المحلية والدولية بالنسبة للملاحة البحرية والجوية، وذلك لاتساق البيانات. وفي بعض الحالات قد لا توفر الإحصائيات الوطنية للطاقة بيانات متسقة مع هذا التعريف؛ كما إنه من *الممارسة السليمة* أيضًا أن تقوم الدول بفصل بيانات الأنشطة المتسقة مع هذا التعريف. وفي جميع الأحوال، يجب على الدول أن تحدد المنهجيات والفرضيات المستخدمة بشكل واضح.

الجدول 3-6-6
معايير تعريف الطيران الدولي أو المحلي
(تنطبق على المراحل الفردية للرحلة التي تتضمن أكثر من عملية إقلاع وتحميل)

نوع الرحلة بين مطارين	محلية	دولية
انطلاق الرحلة ونهايتها في نفس البلد	نعم	لا
انطلاق الرحلة من بلد ونهايتها في بلد أخر	لا	نعم

وبناءً على الخبرات السابقة في تجميع بيانات قوائم حصر انبعاثات الطيران، فقد تم تحديد الصعوبات فيما يتعلق بالتقسيم الدولي والمحلي، خاصة فيما يتعلق بمعلومات إنزال وصعود المسافرين أو الحمولة في محطات بنفس البلد تتطلبها *الخطوط التوجيهية للهيئة لعام 1996/دليل الممارسات السليمة لعام 2000* (تقرير تلخيصي لاجتماع خبراء المنظمة الدولية للطيران المدني/الاتفاقية الإطارية للأمم المتحدة بشأن تغير المناخ، أبريل 2004). يتم تجميع معظم بيانات الرحلة الجوية على أساس مراحل الرحلة الجوية الواحدة (مطار الإقلاع إلى مطار الهبوط التالي) ولا يتم التمييز بين الأنواع المختلفة من التوقفات المرحلية (وفقًا لما ينص عليه *دليل الممارسات السليمة لعام 2000*). لذلك فإن التمييز على أساس البيانات الجزئية للرحلة الجوية (المصدر/الوجهة) يصبح أكثر بساطة ويمكن أن يؤدي إلى الإقلال من أوجه عدم التيقن. من غير الوارد تمامًا أن يؤدي هذا التغيير إلى إحداث تغيرًا كبيرًا في تقديرات الانبعاثات[19]، كما لا يؤدي ذلك إلى تغيير طريقة الإبلاغ عن انبعاثات الرحلات الجوية الدولية باعتبارها بند معلومات لا تشملها المجاميع الوطنية.

ساعدت التحسينات التي تم إدخالها على كل من التقنية المستخدمة والممارسات التشغيلية لخطوط الطيران على تقليل الحاجة إلى توقفات فنية خلال الرحلة إلى حد بعيد؛ كما لا تؤدي التوقفات الفنية خلال الرحلة إلى تغيير تعريف الرحلة الجوية رحلة محلية أو رحلة دولية. فعلى سبيل المثال، يمكن للدول في حالة توافر بيانات واضحة لديها أن تعرف الرحلة الجوية الدولية على إنها الرحلة التي تنطلق من بلد وتنتهي في بلد آخر لكنها تتوقف في وسط المسافة لأغراض فنية. وعادةً ما يكون التوقف الفني للتزود بالوقود أو لحل إحدى المشكلات الفنية وليس بغرض إنزال الركاب أو الحمولة واستبدالهما.

وفي حالة عدم توفير إحصائيات الطاقة الوطنية لبيانات متسقة مع هذا التعريف، فعندئذ يجب على الدول أن تقوم بتقدير الفارق بين الاستهلاك المحلي والاستهلاك الدولي للوقود وفقًا للتعريف وباستخدام المقتربات الموضحة أدناه.

يمكن الحصول على *البيانات التنازلية* من مصالح الضرائب في حالة خضوع الوقود المباع للاستخدام المحلي للضرائب، إلا إنه لا تفرض الضرائب على استخدام الوقود في الرحلات الدولية. قد يحتفظ أي من المواني الجوية أو موردي الوقود بالبيانات الخاصة بكيروسين الطائرات أو غازولين الطائرات المنقول للاستخدام في الرحلات الجوية المحلية والدولية. كما تقوم معظم الدول بفرض الضرائب والرسوم الجمركية على الوقود المخصص للاستهلاك المحلي، إلا إنه يتم إعفاء الوقود المخصص للاستهلاك الدولي (ناقلات النفط) من هذه الرسوم. وفي ظل عدم توافر مصادر بيانات أكثر مباشرة، يمكن الاستعانة بمعلومات الضرائب المحلية للتمييز ما بين الاستهلاك المحلي والاستهلاك الدولي للوقود.

كما يمكن الحصول على *البيانات الصعودية* من استبيانات شركات خطوط الطيران بالنسبة للوقود المستخدم في الرحلات الجوية المحلية والدولية، أو من تقديرات بيانات حركة الطيران والجداول القياسية للوقود المستهلك أو من كليهما. يمكن استخدام معاملات استهلاك الوقود الخاصة بالطائرات (الوقود المستخدم لكل دورة هبوط وإقلاع وكل ميل بحري تقطعه الطائرة) لإجراء التقديرات، كما يمكن الحصول عليها من شركات الطيران.

من أمثلة مصادر البيانات الصعودية التي تشمل حركة الطيران ما يلي:

- مكاتب الإحصاء أو وزارات النقل باعتبارها جزءًا من الإحصائيات الوطنية
- سجلات المطارات
- سجلات مراقبة الحركة الجوية (ATC)، مثل إحصائيات المنظمة الأوروبية للسلامة والملاحة

[19] من *الممارسة السليمة* أن يتم توضيح الأسباب والبراهين في حالة اختيار أي دولة لاستخدام تعريفات *دليل الممارسات السليمة لعام 2000*.

- بيانات الناقلات الجوية المنشورة في الدليل الرسمي للناقلات الجوية والموضحة للجداول الزمنية لحركة طائرات الركاب وطائرات الشحن في العالم، بالإضافة إلى الرحلات المنتظمة لشركات الرحلات الخاصة، لا تشمل حركات الطائرات الخاصة؛

لكن بعض هذه المصادر لا تغطي جميع الرحلات الجوية (تستثنى الرحلات الجوية الخاصة). بالإضافة إلى إنه يمكن أن تحدث ازدواجية في بيانات الرحلات الجوية في جداول مواعيد شركات الطيران نتيجة لتشابه أكواد شركات الطيران أو لازدواج أرقام رحلات الطيران، حيث قد طورت الطرق للتعرف على هذه الحالات وإزالتها. (Baughcum *et al*، *1996*؛ Sutkus *et al*.، 2001).

وبالنسبة لأنواع الطائرات الموضحة في الجدول 3-6-9، فمعاملات انبعاثات الهبوط والإقلاع الخاصة بها محددة بناءً على الفرضيات الموضحة أدناه. وقد تم تقسيم الطائرات إلى أربع مجموعات رئيسية لإظهار وملاحظة مصدر البيانات الخاص بكل مجموعة:

الطائرات التجارية الكبيرة: تشمل الطائرات الممثلة لأسطول عام 2004 وبعض أنواع الطائرات للموائمة الرجعية، وهي محددة باستخدام نموذج أصغر. يعتقد في أن هذه الطريقة ستوضح الانبعاثات التشغيلية للأسطول بشكل أكثر دقة. وللسيطرة على حجم الجدول، يتم تجميع بعض النماذج الصغرى للطائرات في حالة تشابه معاملات انبعاثات الهبوط والإقلاع الخاصة بها. كما إن مصدر بيانات معاملات انبعاثات الهبوط والإقلاع الخاصة بمجموعة الطائرات التجارية الضخمة هو بنك بيانات انبعاثات عادم المحرك الخاص بالمنظمة الدولية للطيران المدني (المنظمة الدولية للطيران المدني، 2004أ).

الطائرات النفاثة الإقليمية: تشمل الطائرات الممثلة لأسطول الطائرات النفاثة الإقليمية المستخدمة في عام 2004. وقد تم اختيار الطائرات النفاثة الإقليمية النموذجية بناءً على تقديم عدد ملائم من الطائرات النفاثة الإقليمية التي تتوفر معاملات انبعاثات الهبوط والإقلاع الخاصة بها. كما إن مصدر بيانات معاملات انبعاثات الهبوط والإقلاع الخاصة بمجموعة الطائرات النفاثة الإقليمية هو بنك بيانات انبعاثات عادم المحرك الخاص بالمنظمة الدولية للطيران المدني (المنظمة الدولية للطيران المدني، 2004أ).

الطائرات النفاثة منخفضة الدفع: تمثل الطائرات المدرجة في فئة الدفع المنخفض (محركات دفع أقل من 26.7 كيلو نيوتن) عدد ليس بالقليل من حركات الطيران، لذلك يجب إدراجها في قوائم الحصر. إلا إنه ليس من الضروري أن تتوائم محركات طائرات هذه المجموعة مع معايير انبعاثات المحركات الخاصة بالمنظمة الدولية للطيران المدني، وهكذا لا يتم تضمين بيانات معاملات انبعاثات الهبوط والإقلاع الخاصة بها في بنك بيانات انبعاثات عادم المحرك الخاص بالمنظمة الدولية للطيران المدني ويصعب توفيرها. لذلك توجد طائرة نموذجية واحدة مع معاملات الانبعاث النموذجية للطائرة في هذه المجموعة. كما أن مصدر بيانات معاملات انبعاثات الهبوط والإقلاع لمجموعة الطائرات النفاثة منخفضة الدفع هو نظام صياغة نماذج الانبعاثات والتبديد الخاص بالإدارة الفيدرالية للطيران (الإدارة الفيدرالية للطيران، 2004 ب).

طائرات المحركات المروحية التربينية: تشمل طائرات ممثلة لأسطول طائرات المحركات المروحية التربينية لعام 2004، ويمكن تمثيلها في ثلاث طائرات نموذجية وفقًا للقدرة الحصانية لعمود إدارة المحرك. كما إن مصدر بيانات معاملات انبعاثات الهبوط والإقلاع لمجموعة طائرات المحركات المروحية التربينية هو قاعدة بيانات المعهد السويدي للطيران لانبعاثات الهبوط والإقلاع.

يمكن الحصول على بيانات مماثلة من مصادر أخرى (مثلEEA 2002)، كما يجب الحصول على بيانات طائرات المحركات المروحية التربينية والمحركات الكباسية من مصادر أخرى. يوضح الجدول 3-6-3 العلاقة بين الطائرات الفعلية والطائرات النموذجية.

يمكن الحصول على بيانات أسطول الطائرات من مصادر متنوعة. تقوم المنظمة الدولية للطيران المدني بتجميع بيانات الأسطول باستخدام برنامجين فرعيين للإحصائيات: أسطول الناقلات الجوية التجارية الذي تقوم الدول بالإبلاغ عنه بالنسبة لناقلاتها الجوية التجارية، وعدد الطائرات المدنية المسجلة التي تبلغ عنها الدول بالنسبة للطائرات المدنية المسجلة بها في 31 من ديسمبر/كانون الأول (المنظمة الدولية للطيران المدني، 2004ب).

إلا أن بعض دول المنظمة الدولية للطيران المدني لا تشترك في عملية تجميع البيانات، وهو ما من شأنه أن يصعب تقسيم الأسطول إلى قسمين، تجاري وغير تجاري. لذلك تعتمد المنظمة الدولية للطيران المدني على مصادر خارجية أخرى؛ من بينها السجل الدولي للطائرات المدنية، 2004، الذي يقوم بنشره كل من مكتب فريتاس (فرنسا)، وكالة الطيران المدني (المملكة المتحدة) وهيئة الطيران المدني الإيطالي (إيطاليا) بالاشتراك مع المنظمة الدولية للطيران المدني. تحتوي قاعدة البيانات هذه على معلومات منقولة من سجلات الطائرات المدنية الخاصة بحوالي 45 دولة (بما في ذلك الولايات المتحدة) وتشمل ما يزيد عن 000 450 طائرة.

بالإضافة إلى ذلك توجد ثلاث قواعد بيانات تجارية أخرى تستفيد منها المنظمة الدولية للطيران المدني. إلا إنه لا تغطي أي منها الأسطول بالكامل، حيث إنها محدودة النطاق وتختص بطائرات من أحجام معينة. ومن بين قواعد البيانات هذه بيانات أسطول باك لحلول الطيران (طائرة بجناح ثابت تحتوي على 30 مقعدًا تقريبًا)، قاعدة بيانات إير كليمز CASE (طائرات نفاثة بجناح ثابت وطائرات تجارية بمحركات مروحية تربينية)، وبوش اير وناشر وأسطول الطائرات النفاثة بشركات الطيران (تشمل كل من الطائرات ذات الجناح الثابت وذات الجناح الدوار). كما يمكن الحصول على المعلومات ذات الصلة من شركات أخرى مثل أفسوفت، وكذلك الحصول على معلومات إضافية من مواقع الشبكة الخاصة بهذه الشركات.

3-6-1-4 الطيران العسكري

تعرف الأنشطة العسكرية بإنها أنشطة السلطات العسكرية في البلد لشراء أو توريد وقود الطيران. يمكن تقدير الانبعاثات الناتجة عن استخدام الوقود بتطبيق المعادلة 3-6-1 ونفس مقترب الحسابات الموصى به بالنسبة للطيران المدني. حيث إن بعض أنواع طائرات النقل العسكري المجنحة والعمودية ذات خصائص مشابهة للطائرات المدنية فيما يتعلق بالوقود والانبعاثات. لذلك يجب استخدام معاملات الانبعاث الافتراضية الخاصة بالطيران المدني مع الطيران العسكري إلى إن تتوافر بيانات أخرى. بمعنى إنه يمكن تقدير استخدام الوقود من عدد ساعات التشغيل. توضح الجداول 3-6-7 و3-6-8 المعاملات الافتراضية لاستهلاك الوقود في الطائرات العسكرية. وبالنسبة لمعاملات استخدام الوقود، انظر القسم 3-6-1-3 "اختيار بيانات الأنشطة".

الجدول 3-6-7
معاملات انبعاثات الوقود بالنسبة للطائرات العسكرية

المجموعة	المجموعة الفرعية	النوع النموذجي	تدفق الوقود (كج/ساعة)
طائرات مقاتلة	نفاثة سريعة – عالية الدفع	F16	3 283
	نفاثة سريعة – منخفضة الدفع	Tiger F-5E	2 100
طائرات تدريب	طائرات تدريب نفاثة	Hawk	720
	طائرات تدريب بمحركات مروحية تربينية	PC-7	120
طائرات النقل	طائرات النقل الكبيرة	C-130	2 225
	طائرات النقل الصغيرة	ATP	499
أنواع أخرى	طائرات الاستطلاع البحري	C-130	2 225
المصادر: الجداول 3-1 و 3-2 من Gardner *et. al* 1998 الوكالة الأمريكية لحماية البيئة، 2005)			

الجدول 3-6-8
استهلاك الوقود لكل ساعة طيران بالنسبة للطائرات العسكرية

نوع الطائرة	وصف الطائرة	استخدام الوقود (باللتر/ ساعة)
A-10A	قاذفة قنابل خفيفة بمحركين.	2 331
B-1B	قاذفة قنابل إستراتيجية طويلة المدى بأربعة محركات تستخدم في الجيش الأمريكي فقط	13 959
B-52H	قاذفة قنابل إستراتيجية طويلة المدى بثمانية محركات تستخدم في الجيش الأمريكي فقط	12 833
C-12J	طائرة نقل خفيفة بمحركين مروحيين تربينيين . من نوعية بيتش كينج إير	398
C-130E	طائرة نقل بأربعة محركات مروحية تربينية. تستخدم في العديد من الدول.	2 956
C-141B	طائرات نقل طويلة المدى بأربعة محركات. تستخدم في الجيش الأمريكي فقط	7 849
C-5B	طائرة نقل ثقيلة طويلة المدى بأربعة محركات. تستخدم في الجيش الأمريكي فقط	13 473
C-9C	طائرة نقل بمحركين . نموذج عسكري من طراز DC9.	3 745
E-4B	طائرة نقل بأربعة محركات. النموذج العسكري من بوينج 747	17 339
F-15D	مقاتلة بمحركين .	5 825
F-15E	مقاتلة وقاذفة قنابل بمحركين .	6 951
F-16C	مقاتلة بمحرك واحد. تستخدم في العديد من الدول.	3 252
KC-10A	ناقلة وقود بثلاثة محركات. نموذج عسكري من طراز DC-10.	10 002
KC-135E	ناقلة وقود بأربعة محركات. النموذج العسكري من بوينج 707	7 134
KC-135R	ناقلة وقود بأربعة محركات حديثة. نموذج مختلف من بوينج 707	6 064
T-37B	طائرة تدريب نفاثة بمحركين .	694
T-38A	طائرة تدريب نفاثة بمحركين . نموذج شبيه للطائرة F-5	262

قد لا توجد نظائر مدنية للطائرات العسكرية (طائرات النقل والهليكوبتر والمقاتلات)، لذلك ينصح باستخدام طريقة أكثر تفصيلاً لتحليل البيانات في حالة عدم توفر البيانات الكافية. كما يجب على القائمين بتجميع بيانات الحصر أن يستشيروا الخبراء العسكريين لاختيار معاملات الانبعاث الأكثر ملائمة بالنسبة للطيران العسكري الخاص بالدولة.

وقد يجد العديد من القائمين بتجميع بيانات الحصر صعوبات في الحصول على البيانات الخاصة بكمية الوقود المستخدم في الأنشطة العسكرية، وذلك بسبب مسائل المحافظة على السرية (انظر الاستيفاء والإبلاغ). تعرف الأنشطة العسكرية في هذه الحالة على إنها تلك

لا يجب تضمين الانبعاثات الناتجة عن العمليات المتعددة الأطراف الموافقة لميثاق الأمم المتحدة في المجاميع الوطنية، حيث يتم تضمين الانبعاثات الأخرى ذات الصلة بالعمليات في مجاميع الانبعاثات الوطنية الخاصة بطرف واحد من الأطراف المشتركة أو أكثر. يجب أن تأخذ الحسابات الوطنية بعين الاعتبار الوقود المنقول للقوات المسلحة للدولة، بالإضافة إلى الوقود المنقول داخل هذه الدولة لكن للاستخدام عن طريق القوات المسلحة لدول أخرى. كما يجب أيضًا تضمين الانبعاثات الأخرى ذات الصلة بالعمليات (مثل معدات الدعم الأرضي المستخدمة خارج الطرق المعبدة) في مجاميع الانبعاثات الوطنية وفئة المصدر الملائمة.

لكن يجب توخي الحرص في استخدام هذه البيانات لأن الظروف الوطنية قد تختلف عن تلك المفترضة في هذا الجدول؛ حيث قد تتأثر كل من المسافة المقطوعة واستهلاك الوقود على وجه الخصوص ببنية الطرق الوطنية ومدى ازدحام المطارات وممارسات مراقبة الطيران.

3-1-6-5 الاستيفاء

من المهم أن يتم حساب كافة الوقود المستهلك في الطيران بالدولة، وذلك بغض النظر عن الطريقة المستخدمة، حيث تعتمد الطرق على إجمالي الوقود المستخدم ويجب أن تغطي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بشكل كامل. إلا إن التوزيع ما بين الهبوط والإقلاع وبين مراحل الطيران المستقيم بالنسبة لطريقة المستوى 2 يكون مكتملاً في حالة عدم اكتمال إحصائيات الهبوط والإقلاع. كما تركز طريقة المستوى 2 على الرحلات المدرجة لنقل الركاب والبضائع وكذلك الرحلات الخاصة، أي إنها لا تشمل جميع أشكال الطيران.
وبالإضافة إلى ذلك، لا تشمل طريقة المستوى 2 الرحلات غير المدرجة وأنشطة الطيران العامة مثل طائرات رش المبيدات أو الطائرات النفاثة الخاصة أو الهليكوبتر، حيث يجب إضافتها إذا كانت كمية الوقود كبيرة. كما قد يصعب إتمام الاستيفاء إذا كانت البيانات العسكرية محاطة بالسرية، وفي هذه الحالة يكون من *الممارسة السليمة* أن يتم تجميع الوقود المستخدم في الأنشطة العسكرية مع فئة مصدر أخرى.

توجد أنشطة أخرى مرتبطة بالطيران وقد تنتج عنها انبعاثات تشمل ما يلي: التزود بالوقود والتعامل معه بشكل عام وصيانة محركات الطائرة والتخلص من الوقود عند الطوارئ. كما تمثل عمليات معالجة الجناحين في فصل الشتاء لمنع تراكم الجليد والتخلص منه مصدرًا للانبعاثات في مجمعات الطائرات. إضافة إلى إن العديد من المواد المستخدمة في هذه العمليات تتدفق من الجناحين أثناء تشغيل محركات الطائرة بسرعة بطيئة وأثناء السير قبل الإقلاع أو بعد الهبوط وأثناء الإقلاع ثم تتبخر بعد ذلك. ومع ذلك فهذه الانبعاثات ضئيلة للغاية ولا توجد طرق محددة لتقديرها.

كما توجد صعوبات إضافية بشأن التمييز ما بين الانبعاثات المحلية والوطنية. وحيث إن مصادر البيانات الخاصة بالدولة بالنسبة لهذه الفئة قليلة العدد، فمن غير الممكن أن يتم صياغة قاعدة عامة فيما يتعلق بكيفية أداء إحدى المهام في ظل غياب البيانات الواضحة. كما إنه من *الممارسة السليمة* أيضًا الفصل بين الفرضيات بشكل واضح حتى يتثنى تقييم موضوع الاستيفاء.

3-1-6-6 إعداد متسلسلات زمنية متسقة

يوفر الفصل 5، اتساق المتسلسلات الزمنية وإعادة الحساب، من المجلد 1 الخاص *بالخطوط التوجيهية للهيئة لعام 2006* المزيد من المعلومات حول كيفية إعداد تقديرات الانبعاثات في حالات تعذر استخدام نفس مجموعات البيانات أو الطرق في كل سنة من المتسلسلة الزمنية. وفي حالة عدم توفر بيانات الأنشطة بالنسبة لسنة الأساس (1990 مثلاً)، فيمكن اختيار استقراء البيانات لذلك العام عن طريق استخدام تغيرات المسافة الكيلومترية في نقل البضاعة أو الركاب، أو إجمالي الوقود المستخدم أو المورد، أو عدد دورات الهبوط والإقلاع (تحركات الطائرة).

وتعتمد اتجاهات انبعاثات الميثان وأكاسيد النيتروجين (وبالتالي أكسيد النتروز) على تقنية محرك الطائرة ومقدار التغير في تكوين أسطول الدولة، وقد يلزم في المستقبل مراعاة هذا التغير الحاصل في تكوين الأسطول ، وهو ما يمكن إنجازه على أفضل وجه باستخدام طرق المستوى 2 والمستوى 3ب بناءً على أنواع الطائرة في عام 1990 والأعوام التالية. أما إذا لم يتغير تركيب الأسطول ، فيجب استخدام نفس مجموعة معاملات الانبعاث في جميع الأعوام.

كما يجب أن توفر كل طريقة انعكاسًا لنتائج خيارات التخفيف التي تؤدي إلى وجود تغيرات في استخدام الوقود. ومع ذلك، يمكن فقط لطرق المستوى 2 والمستوى 3ب التي تعتمد على نوع كل طائرة على حدة أن تحتجز تأثير خيارات التخفيف التي تؤدي إلى معاملات انبعاثات أقل.

وقد تمت مراجعة المستوى 2 لحساب انبعاثات أكاسيد النيتروجين في مرحلة الصعود إلى ارتفاعات أعلى التي تختلف بشكل جوهري عن تلك الخاصة بمرحلة الطيران المستقيم، كما يمكن أن تكون هناك فروق في كمية أكاسيد النيتروجين المحسوبة خلال هذه المرحلة تتراوح ما بين 15 إلى 20 في المائة تقريبًا، وذلك نتيجة لما تتطلبه هذه المرحلة من الدفع/القدرة وعلاقته بالإنتاج الأعلى لأكاسيد النيتروجين. يجب الحرص بشكل خاص عند إعداد متسلسلات زمنية متسقة في حالة استخدام المستوى 2.

3-6-1-7 تقدير أوجه عدم التيقن

معاملات الانبعاث

تعتمد معاملات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون على محتويات الكربون في الوقود والجزء المؤكسد منه فقط، لذلك يجب أن تكون هذه المعاملات في حدود ±5 في المائة. ومع ذلك، يوجد قد غير ضئيل من عدم التيقن الذي يكون مصاحبًا لحساب ثاني أكسيد الكربون بناءً على أوجه عدم التيقن في بيانات الأنشطة التي سنتناولها فيما يلي. وبالنسبة للمستوى 1، فقد يتراوح عدم التيقن في معامل انبعاثات الميثان ما بين -57 إلى +100 في المائة، كما قد يتراوح عدم التيقن في معامل انبعاثات الميثان ما بين -70 إلى +150 في المائة أيضًا، ذلك بالإضافة إلى أن معاملات انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز ترتبط بالتقنية ويعتبر استخدام معامل انبعاثات فردي في الطيران بشكل عام هو إحدى الطرق التي تساعد على تبسيط العملية بشكل معقول.

يمكن الحصول على معلومات إضافية للمساعدة على حساب أوجه عدم التيقن المقترنة بمعاملات انبعاثات الهبوط والإقلاع الموضحة في الجدول 3-6-9 من ليستر أند نورمان 2003 والمنظمة الدولية للطيران المدني 1993. كما يمكن الحصول على معلومات إضافية للمساعدة في حساب أوجه عدم التيقن ذات الصلة بمعاملات الانبعاث خلال مراحل الطيران المستقيم الموضحة في بيانات الجدول 3-6-10 مما يلي: Baughcum *et al* 1996، و Sutkus, *et al* 2001، و Eyers *et al* 2004، وكيم 2005 ألف وباء، ومالويتز 2005. وفي حالة عدم توفر الموارد اللازمة لحساب أوجه عدم التيقن، فعندئذ يمكن استخدام مجموعات عدم التيقن التي يتم تعريفها كمعاملات افتراضية في القسم 3-6-1-2.

يجب الانتباه بشكل خاص عن استخدام معاملات انبعاثات أكاسيد النيتروجين من الرحلة بالنسبة للمستوى 2 الموضحة في الجدول 3-6-10. وقد تم تحديث معاملات الانبعاث هذه من الخطوط التوجيهية لعام 1996 لإظهار الاختلاف الجوهري ما بين انبعاثات مرحلة الصعود إلى ارتفاعات أعلى وتلك الخاصة بالطيران المستقيم. يعتمد حساب معاملات انبعاثات أكاسيد النيتروجين على مجموعتين من البيانات، الأولى من 1 كم إلى 9 كم والثانية من 9كم إلى 13 كم، كما يمكن أن تقع الاختلافات في كمية أكاسيد النيتروجين المحسوبة في هذه المرحلة في النطاق ما بين 15 إلى 20 في المائة تقريبًا، وهو ما يتأتى نتيجة لمقدار من الدفع/القدرة المطلوب في هذه المرحلة وعلاقته بالإنتاج الأعلى من أكاسيد النيتروجين. وفي حالة استخدام المستوى 2، فيجب الانتباه إلى الإبلاغ عن متسلسلات زمنية متسقة (انظر القسم 3-6-1-6 والفصل 5 من المجلد 1).

بيانات الأنشطة

يتأثر عدم التيقن في الإبلاغ إلى حد بعيد بدقة البيانات المجمعة بشأن الطيران المحلي منفصلاً عن الطيران الدولي، حيث يمكن أن ينخفض مستوى عدم التيقن تمامًا (أقل من 5 في المائة) في حالة توفر بيانات استبيان كامل، بينما قد يرتفع مقدار عدم التيقن في التقديرات أو الاستبيانات غير الكاملة، ليصل ربما إلى ضعفين بالنسبة للحصة المحلية . وتمثل نطاقات عدم التيقن الموضحة تجميعًا غير رسمي للخبراء المجتمعين بغرض تحقيق ما يقرب من 95 في المائة من الثقة في التقدير المركزي. كما سيختلف عدم التيقن من دولة إلى أخرى وغالبًا ما يصعب تعميمه. كذلك يمكن الاستفادة من مجموعات البيانات العالمية المدعمة بقياسات الرادار ومن المتوقع أن يساعد الإبلاغ على تحسين هذه الفئة في المستقبل.

3-6-2 ضمان/مراقبة جودة الحصر (QA/QC)

من *الممارسة السليمة* إجراء اختبارات لمراقبة الجودة كما هو موضح في الفصل 6 من المجلد 1 (ضمان/مراقبة الجودة والتحقق)، إجراءات مراقبة الحصر العام في المستوى 1. كما إنه من *الممارسة السليمة* إجراء مراجعة على مستوى الخبراء لتقديرات الانبعاثات في حالة استخدام طرق المستوى 2 أو المستوى 3. ويمكن أيضًا إجراء اختبارات إضافية لمراقبة الجودة كما هو موضح في إجراءات المستوى 2 بنفس الفصل بالإضافة إلى إجراءات ضمان الجودة، خاصة في حالة استخدام طرق المستوى الأعلى لتحديد انبعاثات فئة المصدر هذه. ينصح القائمون بتجميع بيانات الحصر باستخدام إجراءات ضمان/مراقبة الجودة الخاصة *بالفئات الرئيسية* كما هي محددة في الفصل 4 من المجلد 1.

فيما يلي توضيحًا للإجراءات المحددة ذات الصلة بفئة المصدر هذه.

مقارنة الانبعاثات باستخدام مقتربات بديلة

يجب على القائم بتجميع بيانات الحصر في حالة استخدام مقتربات مستوى أعلى أن يقوم بمقارنة قوائم الحصر مع تقديرات المستويات الأدنى. كما يجب أن يتم استقصاء أي تضارب بين تقديرات الانبعاثات والعمل على تفسيره. يجب أيضًا تسجيل نتائج هذه المقارنات للتوثيق على المستوى الداخلي.

مراجعة معاملات الانبعاث

في حالة استخدام المعاملات الوطنية بدلاً من القيم الافتراضية، فيجب الإشارة مباشرة إلى مراجعة مراقبة الجودة المرتبطة بنشر معاملات الانبعاث وتضمين هذه المراجعة في وثائق ضمان/مراقبة الجودة للتأكد من اتساق الإجراءات مع *الممارسة السليمة* . كما يجب على القائم بتجميع بيانات الحصر أن يقوم بمقارنة القيم الافتراضية المحددة من الهيئة مع المعاملات الوطنية لتقديم المزيد من الأدلة على انطباق هذه المعاملات . كذلك يجب التحقق من دقة الحسابات وموائمة البيانات وقابليتها للتطبيق في حالة تحديد الانبعاثات الناتجة عن الأنشطة العسكرية باستخدام بيانات أخرى غير معاملات الانبعاث.

الجدول 3-6-9
معاملات انبعاثات الهبوط والإقلاع بالنسبة للطائرات النموذجية

	الطائرة	معاملات انبعاثات الهبوط والإقلاع (كج/دورة هبوط وإقلاع/) (12)							استهلاك الوقود في الهبوط والإقلاع (كج/دورة هبوط وإقلاع)
		ثاني أكسيد الكربون ([11])	الميثان ([7])	أكسيد النتروز[9]	أكاسيد النيتروجين	أول أكسيد الكربون	مواد عضوية متطايرة غير الميثان[8]	ثاني أكسيد الكبريت[10]	
الطائرات التجارية الكبيرة[1] [2]	A300	5450	0.12	0.2	25.86	14.80	1.12	1.72	1720
	A310	4760	0.63	0.2	19.46	28.30	5.67	1.51	1510
	A319	2310	0.06	0.1	8.73	6.35	0.54	0.73	730
	A320	2440	0.06	0.1	9.01	6.19	0.51	0.77	770
	A321	3020	0.14	0.1	16.72	7.55	1.27	0.96	960
	A330-200/300	7050	0.13	0.2	35.57	16.20	1.15	2.23	2230
	A340-200	5890	0.42	0.2	28.31	26.19	3.78	1.86	1860
	A340-300	6380	0.39	0.2	34.81	25.23	3.51	2.02	2020
	A340-500/600	10660	0.01	0.3	64.45	15.31	0.13	3.37	3370
	707	5890	9.75	0.2	10.96	92.37	87.71	1.86	1860
	717	2140	0.01	0.1	6.68	6.78	0.05	0.68	680
	727-100	3970	0.69	0.1	9.23	24.44	6.25	1.26	1260
	727-200	4610	0.81	0.1	11.97	27.16	7.32	1.46	1460
	737-100/200	2740	0.45	0.1	6.74	16.04	4.06	0.87	870
	737-300/400/500	2480	0.08	0.1	7.19	13.03	0.75	0.78	780
	737-600	2280	0.10	0.1	7.66	8.65	0.91	0.72	720
	737-700	2460	0.09	0.1	9.12	8	0.78	0.78	780
	737-800/900	2780	0.07	0.1	12.30	7.07	0.65	0.88	880
	747-100	10140	4.84	0.3	49.17	114.59	43.59	3.21	3210
	747-200	11370	1.82	0.4	49.52	79.78	16.41	3.60	3600
	747-300	11080	0.27	0.4	65	17.84	2.46	3.51	3510
	747-400	10240	0.22	0.3	42.88	26.72	2.02	3.24	3240
	757-200	4320	0.02	0.1	23.43	8.08	0.20	1.37	1370
	757-300	4630	0.01	0.1	17.85	11.62	0.10	1.46	1460
	767-200	4620	0.33	0.1	23.76	14.80	2.99	1.46	1460
	767-300	5610	0.12	0.2	28.19	14.47	1.07	1.77	1780
	767-400	5520	0.10	0.2	24.80	12.37	0.88	1.75	1750
	777-200/300	8100	0.07	0.3	52.81	12.76	0.59	2.56	2560
	DC-10	7290	0.24	0.2	35.65	20.59	2.13	2.31	2310
	DC-8-50/60/70	5360	0.15	0.2	15.62	26.31	1.36	1.70	1700
	DC-9	2650	0.46	0.1	6.16	16.29	4.17	0.84	840
	L-1011	7300	7.40	0.2	31.64	103.33	66.56	2.31	2310

الجدول 3-6-9 (تابع)

معاملات انبعاثات الهبوط والإقلاع بالنسبة للطائرات النموذجية

	الطائرة	معاملات انبعاثات الهبوط والإقلاع (كج/دورة هبوط وإقلاع/) (12)							استهلاك الوقود في الهبوط والإقلاع (كج/دورة هبوط وإقلاع)
		CO_2 (11)	الميثان (7)	أكسيد النتروز[9]	أكاسيد النيتروجين	أول أكسيد الكربون	مواد عضوية متطايرة غير الميثان[8]	ثاني أكسيد الكبريت[10]	
	MD-11	7290	0.24	0.2	35.65	20.59	2.13	2.31	2310
	MD-80	3180	0.19	0.1	11.97	6.46	1.69	1.01	1010
	MD-90	2760	0.01	0.1	10.76	5.63	0.06	0.87	870
	TU-134	2930	1.80	0.1	8.68	27.98	16.19	0.93	930
	TU-154-M	5960	1.32	0.2	12	82.88	11.85	1.89	1890
	TU-154-B	7030	11.90	0.2	14.33	143.05	107.13	2.22	2230
الطائرات النفاثة الإقليمية	RJ-RJ85	1910	0.13	0.1	4.34	11.21	1.21	0.60	600
	BAE 146	1800	0.14	0.1	4.07	11.18	1.27	0.57	570
	CRJ-100ER	1060	0.06	0.03	2.27	6.70	0.56	0.33	330
	ERJ-145	990	0.06	0.03	2.69	6.18	0.50	0.31	310
	Fokker 100/70/28	2390	0.14	0.1	5.75	13.84	1.29	0.76	760
	BAC111	2520	0.15	0.1	7.40	13.07	1.36	0.80	800
	Dornier 328 نفاثة	870	0.06	0.03	2.99	5.35	0.52	0.27	280
	Gulfstream IV	2160	0.14	0.1	5.63	8.88	1.23	0.68	680
	Gulfstream V	1890	0.03	0.1	5.58	8.42	0.28	0.60	600
	Yak-42M	2880	0.25	0.1	10.66	10.22	2.27	0.91	910
الطائرات النفاثة منخفضة الدفع[3] (قوة الدفع القصوى < 26.7 كيلو نيوتن)	Cessna 525/560	1070	0.33	0.03	0.74	34.07	3.01	0.34	340
طائرات المحركات المروحية التربينية[4]	بيتش كينج إير[5]	230	0.06	0.01	0.30	2.97	0.58	0.07	70
	DHC8-100 [6]	640	0.00	0.02	1.51	2.24	0.00	0.20	200
	ATR72-500 [7]	620	0.03	0.02	1.82	2.33	0.26	0.20	200

ملاحظات:

(1) بنك بيانات انبعاثات عادم المحرك الخاص بالمنظمة الدولية للطيران المدني (ICAO، 2004) بناءً على متوسط البيانات المقاسة. معاملات الانبعاث التي تنطبق على LTO (الهبوط والإقلاع) فقط.

(2) تم تحديد أنواع المحركات بالنسبة لكل طائرة على أساس اتساق المحرك مع معظم دورات الهبوط والإقلاع. يمكن أن يؤدي استخدام هذا المقترب بالنسبة لبعض أنواع المحركات إلى انخفاض/زيادة تقدير انبعاثات الأسطول غير المرتبطة باستهلاك الوقود مباشرة (مثل النيتروجين وأول أكسيد الكربون والهيدروكربون).

(3) نظام صياغة نماذج الانبعاثات والتبديد (EDMS) (الإدارة الفيدرالية للطيران 2004ب)

(4) قاعدة بيانات FOI (الوكالة السويدية لبحوث الدفاع) لانبعاثات الهبوط والإقلاع الخاصة بطائرات المحركات المروحية التربينية

(5) ممثلة لطائرات المحركات المروحية التربينية التي تصل القدرة الحصانية لعمود الإدارة بها إلى 1000 حصان لعمود الإدارة/المحرك

(6) ممثلة لطائرات المحركات المروحية التربينية التي تتراوح القدرة الحصانية لعمود الإدارة بها ما بين 1000 إلى 2000 حصان لعمود الإدارة/المحرك

(7) ممثلة لطائرات المحركات المروحية التربينية التي تزيد القدرة الحصانية لعمود الإدارة بها عن 2000 حصان لعمود الإدارة/المحرك

(8) تفترض أن الميثان يمثل 10% من إجمالي انبعاثات المواد العضوية المتطايرة في دورات الهبوط والإقلاع (أوليفر، 1991) (وفقًا *للخطوط التوجيهية للهيئة لعام 1996*)

(9) تقديرات مبنية على القيم الافتراضية للمستوى 1 (EF ID 11053) (وفقًا *للخطوط التوجيهية للهيئة لعام 1996*)

(10) يفترض أن محتويات الكبريت في الوقود تساوي 0.05% (وفقًا *للخطوط التوجيهية للهيئة لعام 1996*).

(11) ثاني أكسيد الكربون بالنسبة لكل طائرة هو بناءً على 3.16 كج من ثاني أكسيد الكربون الناتج بالنسبة لكل كج من الوقود المستخدم، ثم يتم تقريبه إلى أقرب 10 كج.

(12) مكن الحصول على المعلومات الخاصة بأوجه عدم التيقن المرتبطة بهذه البيانات من: ليستر أند نورمان، 2003؛ المنظمة الدولية للطيران المدني، 1993.

يمكن الحصول على الجدول المعد في تحديثات عام 2005 من قاعدة بيانات معامل الانبعاثات.

الجدول 3-6-10
معاملات انبعاثات أكاسيد النيتروجين بالنسبة لمختلف الطائرات في مستويات الرحلة

	الطائرة	معامل انبعاثات أكاسيد النيتروجين[1] [5]
الطائرات التجارية الكبيرة	A300	14.8
	A310	12.2
	A319	11.6
	A320	12.9
	A321	16.1
	A330-200/300	13.8
	A340-200	14.5
	A340-300	14.6
	A340-500/600	[2]13
	707	5.9
	717	[3]11.5
	727-100	8.7
	727-200	9.5
	737-100/200	8.7
	737-300/400/500	11
	737-600	12.8
	737-700	12.4
	737-800/900	14
	747-100	15.5
	747-200	12.8
	747-300	15.2
	747-400	12.4
	757-200	11.8
	757-300	9.8 [3]
	767-200	13.3
	767-300	14.3
	767-400	13.7 [3]
	777-200/300	14.1
	DC-10	13.9
	DC-8-50/60/70	10.8
	DC-9	9.1
	L-1011	15.7
	MD-11	13.2
	MD-80	12.4
	MD-90	14.2
	TU-134	8.5
	TU-154-M	9.1
	TU-154-B	9.1
الطائرات النفاثة الإقليمية	RJ-RJ85	15.6
	BAE 146	8.4
	CRJ-100ER	8
	ERJ-145	7.9
	Fokker 100/70/28	8.4
	BAC111	12
	Dornier 328 Jet	[2]14.8
	Gulfstream IV	[2]8
	Gulfstream V	[2]9.5
	Yak-42M	[4]15.6
الطائرات النفاثة منخفضة الدفع (قوة الدفع القصوى < 26.7 كيلو نيوتن)	Cessna 525/560	[4]7.2
طائرات المحركات المروحية التربينية	بيتش كينج إير	8.5
	DHC8-100	12.8
	ATR72-500	14.2

ملاحظات:

(1) Sutkus *et al* 2001، ما لم يصرح بغير ذلك.

(2) بيانات مأخوذة من نموذج نظام تقدير الانبعاثات العالمية من الطيران، كيم، 2005 أ وب؛ مالويتز، 2005

(3) Sutkus، وBaughcum، وDuBois، 2003

(4) متوسط البيانات من نظام تقدير الانبعاثات العالمية من الطيران (كيم، 2005 أ وب؛ مالويتز، 2005) وAERO2k (Eyers *et al*، 2004)

(5) يمكن الحصول على معلومات مفيدة لحساب جوانب عدم التيقن من: Baughcum *et al* ، 1996؛ Sutkus, *et al*، 2001؛ Eyers *et al*, 2004، كيم، 2005 أ وب؛ مالويتز، 2005.

التحقق من بيانات الأنشطة

يجب مراجعة مصدر بيانات الأنشطة للتأكد من قابليتها للتطبيق وملائمتها لفئة المصدر. كما يجب على القائم بتجميع بيانات الحصر أن يقوم قدر الإمكان بمقارنة البيانات الحالية مع بيانات الأنشطة التاريخية أو نتائج النموذج لمعرفة ما إذا كان هناك أي مظهر محتمل من مظاهر عدم التوافق. وخلال إعداد تقديرات الحصر، يجب على القائم بتجميع بيانات الحصر أن يتأكد من موثوقية بيانات الأنشطة المستخدمة للتمييز ما بين انبعاثات الطيران المحلي والطيران الدولي.

ويمكن التحقق من البيانات باستخدام مؤشرات الإنتاجية، مثل نسبة الوقود إلى كل وحدة من الوحدات المستخدمة لقياس أداء النقل الجوي (لكل مسافة يقطعها الراكب أو الطن بالكيلومتر). كما يجب إفراغ تلك البيانات في حيز محدود عند مقارنة البيانات الخاصة بدول مختلفة. تقدم الوكالة الأوروبية للبيئة مجموعة[20] بيانات مفيدة موضحة لحجم الانبعاثات والركاب/الحمولة بالنسبة لكل نمط نقل في أوروبا. فعلى سبيل المثال، تقدر النرويج انبعاثات الطيران المحلي بما يعادل 0.22 كج ثاني أكسيد كربون/راكب-كم. ومع ذلك، يرجى ملاحظة أن الأسطول العالمي يشمل العديد من الطائرات الصغيرة ذات مستوى كفاءة منخفض فيما يتعلق باستهلاك الطاقة. تقدر وزارة النقل بالولايات المتحدة الأمريكية متوسط قوة الطاقة بالنسبة لأسطول الولايات المتحدة بما يعادل 3666 وحدة حرارية بريطانية/راكب - كيلومتر (2403 كيلو جول/راكب كم). كما يقدر الاتحاد الدولي للنقل الجوي متوسط استهلاك الطائرة بما يعادل 3.5 لترات من وقود المحركات النفاثة لكل 100 راكب-كم (67 راكب كيلومتر لكل جالون أمريكي).

يمكن أن يؤدي الاعتماد على العمليات المدرجة لبيانات الأنشطة إلى مستويات أعلى من عدم التيقن عنه في حالة الاعتماد ببساطة على استخدام الوقود بالنسبة لثاني أكسيد الكربون. ومع ذلك، سيؤدي فاقد الوقود واستخدام وقود المحركات النفاثة بالنسبة للأنشطة الأخرى إلى تقديرات زائدة للنسب الخاصة بالطيران.

المراجعة الخارجية

يجب على القائم بتجميع بيانات الحصر أن يقوم بإجراء مراجعة مستقلة وموضوعية للحسابات أو الفرضيات أو توثيق حصر الانبعاثات لتقييم كفاءة برنامج مراقبة الجودة، وينبغي أن تتم المراجعة بواسطة خبير أو أكثر (مثل سلطات النقل، وشركات النقل البحري، والعسكريين) ممن تتوفر لديهم الدراية بفئة المصدر وإدراك لمتطلبات الحصر.

3-6-3 التقارير والتوثيق

من *الممارسة السليمة* أن يتم توثيق وأرشفة جميع المعلومات المطلوبة لإعداد التقديرات الوطنية لحصر الانبعاثات كما هو موضح في الفصل 8 من المجلد 1 من *الخطوط التوجيهية للهيئة لعام 2006*. فيما يلي توضيحًا لبعض الأمثلة على الموضوعات المحددة للتوثيق والتقارير ذات الصلة بفئة المصدر هذه.

يجب على القائمين بتجميع بيانات الحصر أن يقوموا بالإبلاغ عن الانبعاثات التي يسببها الطيران الدولي منفصلة عن تلك الخاصة بالطيران المحلي واستثناء الطيران الدولي من المجاميع المحلية. من المعروف إنه توجد أنشطة للطيران في جميع الدول، وبالتالي يجب على هذه الدول الإبلاغ عن انبعاثات هذه الفئة. وعلى الرغم من عدم وجود طيران محلي في الدول صغيرة المساحة، إلا إنه يجب عليها الإبلاغ عن الانبعاثات التي يسببها الطيران الدولي. كما يجب على القائمين بتجميع بيانات الحصر توضيح كيفية تطبيق تعريفات الطيران الدولي والمحلي في الخطوط التوجيهية.

وفي حالة تقديم القائمين بتجميع بيانات الحصر للبيانات الخاصة بانبعاثات الهبوط والإقلاع منفصلة عن تلك الخاصة بعمليات الرحلة فسيؤدي إلى زيادة مستوى الشفافية. يجب تحديد انبعاثات الطيران العسكري بشكل واضح لتحسين مستوى شفافية قوائم الحصر الوطنية لغاز الاحتباس الحراري. وبالإضافة إلى المعلومات الرقمية المبلغ عنها في الجداول القياسية، فإن توافر البيانات التالية قد يساعد على زيادة مستوى الشفافية.

- مصادر بيانات الوقود والبيانات الجوهرية الأخرى (مثل معاملات استهلاك الوقود) بناءً على الطريقة المستخدمة؛
- عدد التحركات الجوية مقسمًا إلى تحركات محلية ودولية؛
- معاملات الانبعاث المستخدمة، إذا كانت مختلفة عن القيم الافتراضية، كما يجب إسناد مصادر البيانات.
- وفي حالة استخدام طريقة المستوى 3، يمكن تقديم بيانات الانبعاثات منفصلة بالنسبة للطيران التجاري المدرج والأنشطة الأخرى المستخدمة لوقود المحركات النفاثة.

قد يشكل عامل السرية إحدى المعوقات في حالة وجود شركة طيران واحدة فقط أو شركتين تشتغلان بالنقل الجوي المحلي في إحدى الدول. كما يمكن أن تمثل السرية مشكلة أيضًا فيما يتعلق بالإبلاغ عن انبعاثات الطيران العسكري بطريقة شفافة.

3-6-4 جداول الإبلاغ وأوراق العمل

يجب استكمال بيانات الصحائف الجدولية الأربع من أوراق العمل (المرفق الأول) الخاصة بالمقترب القطاعي بالمستوى 1بالنسبة لكل فئة مصدر موضحة في الجدول 3-6-1. يمكن الحصول على جداول الإبلاغ من الفصل 8 بالمجلد 1.

[20] قم بزيارة الموقع http://air-climate.eionet.eu.int/databases/TRENDS/TRENDS_EU15_data_Sep03.xls على شبكة الإنترنت

5-6-3 تعريفات المصطلحات المتخصصة

غازولين طيران - الوقود المستخدم في الطائرات المزودة بمحرك كباسي صغير فقط، وعادةً ما يمثل أقل من 1% من الوقود المستخدم في الطيران.

الصعود – مرحلة الرحلة الجوية للطائرة بعد الإقلاع وأعلى من 914 متر (3000 قدم) من مستوى الأرض حيث يتم تثبيت الطائرة على الارتفاع المطلوب للرحلة.

تجارية مدرجة – جميع عمليات الطائرات التجارية التي توجد جداول خاصة بها متوفرة على المستوى العام (الدليل الرسمي لشركات الطيران، الدليل الرسمي للناقلات الجوية 2006)، والتي تشمل خدمات الركاب بشكل رئيسي. لا يشمل هذا التعريف الأنشطة التي لا توجد جداول أعمال خاصة بها متوفرة على المستوى العام، عمليات النقل غير المدرجة والرحلات الجوية الخاصة والطائرات التاكسي وعمليات الإغاثة في الطوارئ. ملاحظة: يستخدم *الطيران التجاري المدرج* باعتبارها مجموعة فرعية من عمليات الطيران المستخدمة لوقود المحركات النفاثة.

الطيران المستقيم - جميع أنشطة الطائرات التي تتم على ارتفاعات أعلى من 914 مترًا (3000 قدم) بما في ذلك أي عمليات إضافية للصعود لارتفاعات أعلى أو النزول لارتفاعات أقل، لا يوجد حد أعلى موضح.

المحركات التربينية الغازية – محركات دوارة تتزود بالطاقة من تدفق غاز الاحتراق، تضاف الطاقة إلى تيار الغاز في المحرقة حيث يختلط الهواء بالوقود ويتم إشعاله. كما يساعد الاحتراق على زيادة درجة الحرارة وحجم تدفق الغاز، وهو ما يتم توجيهه من خلال إحدى الفوهات فوق ريش مروحة المحرك التربيني، تدوير المحرك التربيني وإمداد الضاغط بالقدرة. وبالنسبة للطائرة، يتم استخلاص الطاقة إما في صورة قوة دفع أو من خلال محرك تربيني يقوم بتشغيل مروحة أو رفاص.

المراجع

النقل البري

ADEME/DIREM (2002). Agence de l'Environnement et de la Maltrlse de l'Energle, La direction des ressources énergétiques et minérales, Ecobilan, PricewaterhouseCoopers, 'Energy and greenhouse gas balances of biofuels' production chains in France.' December, www.ademe.fr/partenaires/agrice/publications/ocuments_anglais/synthesis_energy_and_greenhouse_english.pdf

ARB (2004). 'Technical Support Document for Staff Proposal Regarding Reduction of greenhouse gas emissions from motor vehicles, climate change emissions inventory'. California Air Resources Board (August 6 2004)

Ballantyne, V. F., Howes, P., and Stephanson, L. (1994). 'Nitrous oxide emissions from light duty vehicles.' SAE Tech. Paper Series (#940304), 67–75.

Beer, T., Grant, T., Brown, R., Edwards, J., Nelson, P., Watson, H., Williams, D., (2000). 'Life-cycle emissions analysis of alternative fuels for heavy vehicles'. CSIRO Atmospheric Research Report C/0411/1.1/F2 to the Australian Greenhouse Office, Australia. (March 2000)

Behrentz, E. (2003). 'Measurements of nitrous oxide emissions from light-duty motor vehicles: analysis of important variables and implications for California´s greenhouse gas emission Inventory.' Dissertation Prospectus University of California, USA, (2003). See http://ebehrent.bol.ucla.edu/N2O.pdf

Borsari, V. (2005). 'As emissoes veiculares e os gases de efeito estufa.' SAE - Brazilian Society of Automotive Engineers

CETESB (2004). Air Quality Report (Relatório de Qualidade do Ar 2003, in Portuguese, (Air Quality Report 2003), available at http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/Relatorios/RelatorioAr2003.zip and

CETESB (2005). Personal communication with Oswaldo Lucon, São Paulo State Environment Agency, Mobile Sources Division. Information based on measurements conducted by Renato Linke, Vanderlei Borsari and Marcelo Bales, (Vehicle Inspection Division, ph. +5511 3030 6000). Partially published.

CONCAWE Report 2/02 Brussels, Belgium, (April 2002). 'Energy and greenhouse gas balance of biofuels for Europe - an update.'

Díaz, L. et.al (2001). 'Long-term efficiency of catalytic converters operating in Mexico City.' Air & Waste Management Association, ISSN 1047-3289, Vol 51, pp.725-732,

EEA (2000). European Environment Agency (EEA). 'COPERT III computer programe to calculate emissions from road transport, methodology and emission factors report.' (Version 2.1), Copenhagen, Denmark November 2000. (For more details see http://vergina.eng.auth.gr/mech/lat/copert/copert.htm)

EEA (2005a). EMEP/CORINAIR. Emission Inventory Guidebook – 2005 European Environment Agency, Technical report No 30. Copenhagen, Denmark, (December 2005). Available from web site: http://reports.eea.eu.int/EMEPCORINAIR4/en

EEA (2005b). European Environment Agency (EEA), Computer programme to calculate emissions from road transport (COPERT), http:/vergina.eng.auth.gr/mech/lat/copert/copert.htm

Gamas, D.J., Diaz, L., Rodriguez, R., López-Salinas, E., Schifter, I.,. (1999). 'Exhaust emissions from gasoline and LPG-powered vehicles operating at the altitude of Mexico City.' in Journal of the Air & Waste Management Association, October 1999.

Heeb, Norbert., et al (2003). 'Methane, benzene and alkyl benzene cold start emission data of gasoline-driven passenger cars representing the vehicle technology of the last two decades.' Atmospheric Environment 37 (2003) 5185-5195.

IEA (2004). 'Bioenergy; biofuels for transport: an overview.' IEA Bioenergy.' T39:2004:01 (Task 39); March 2004,

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (1997). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, J.T. Houghton *et al*., IPCC/OECD/IEA, Paris, France.

LAT (2005). 'Emission factors of N2O and NH3 from road vehicles.' LAT Report 0507 (in Greek), Laboratory of Applied Thermodynamics, Aristotle University of Thessaloniki, Greece

Lipman, T. and Delucchi, M (2002). Lipman, Timothy, University of California-Berkeley; and Mark Delucchi, University of California-Davis (2002). 'Emissions of nitrous oxide and methane from conventional and alternative fuel motor vehicles.' Climate Change, 53(4), 477-516, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.

MCT (2002). 'Greenhouse gas emissions inventory from mobile sources in the energy sector.' (in Portuguese: Emissões de gases de efeito estufa por fontes móveis, no setor energético). Brazilian Ministry of Science and Technology, Brasília, 2002, pp. 25-26.

Mitra,A. P., Sharma, Subodh K., Bhattacharya, S., Garg, A., Devotta, S. and Sen, Kalyan (Eds.), (2004). 'Climate Change and India: Uncertainty reduction in GHG inventories.' Universities Press (India) Pvt Ltd, Hyderabad.

Ntziachristos, L and Samaras, Z (2005). Personal Communication Leonidas Ntziachristos and Zissis Samaras based on draft COPERT IV. Laboratory of Applied Thermodynamics, Aristotle University Thessaloniki, PO Box 458, GR 54124, Thessaloniki, GREECE,

Peckham, J. (2003). 'Europe's 'AdBlue' urea-SCR project starts to recruit major refiners - selective catalytic reduction'. Diesel Fuel News, July 7, 2003.

TNO (2002). 'N2O formation in vehicles catalysts.' Report # 02.OR.VM.017.1/NG. Nederlandse Organisatie voor toegepastnatuurwetenschappelijk onderzoek (Netherlands Organisation for Applied Scientific Research), Delft, Netherlands.

TNO (2003). 'Evaluation of the environmental impact of modern passenger cars on petrol, diesel and automotive LPG, and CNG.'

Report. 03.OR.VM.055.1/PHE. Nederlandse Organisatie voor toegepastnatuurwetenschappelijk onderzoek (Netherlands Organisation for Applied Scientific Research) December 24 2003.

UNFCCC (2004). 'Estimation of emissions from road transport.' United Nations Framework Convention on Climate Change, FCCC/SBSTA/2004/INF.3, June 2004

USEPA (1997). 'Conversion factors for hydrocarbon emission components.' prepared by Christian E Lindhjem, USEPA Office of Mobile Sources, Report Number NR-002, November 24.

USEPA (2004a). 'Update of carbon oxidation fraction for GHG calculations.' prepared by ICF Consulting for US Environmental Protection Agency, Washington DC, USA.

USEPA (2004b). 'Update of methane and nitrous oxide emission factors for on-highway vehicles.' Report Number EPA420-P-04-016, US Environmental Protection Agency, Washington DC, USA .November 2004

USEPA (2004c). 'Inventory of greenhouse gas emissions and sinks: 1990-2002'. (April 2004) USEPA #430-R-04-003. Table 3-19 , US Environmental Protection Agency, Washington DC, USA.

USEPA (2005a). U.S. Environmental Protection Agency, 'Motor Vehicle Emission Simulator (MOVES).' See website: http://www.epa.gov/otaq/ngm.htm.

USEPA (2005b). U.S. Environmental Protection Agency: 'MOBILE Model (on-road vehicles).'

See website: http://www.epa.gov/otaq/mobile.htm.

Wenzel, T., Singer, B., Slott, R., (2000). 'Some issues in the statistical analysis of vehicle emissions'. Journal of Transportation and Statistics. pages 1-14, Volume 3, Number 2, September 2000, ISSN 1094-8848

النقل خارج الطرق المعبدة

EEA (2005). EMEP/CORINAIR. Emission Inventory Guidebook – 2005, European Environment Agency, Technical report No 30. Copenhagen, Denmark, (December 2005). Available from web site:

http://reports.eea.eu.int/EMEPCORINAIR4/en

Ntziachristos, L., Samaras. Z., Eggleston, S., Gorißen, N., Hassel, D., Hickman, A.J., Joumard, R., Rijkeboer, R., White, L., and Zierock, K. H. (2000). 'COPERT III computer programme to calculate emissions from road transport methodology and emission factors.' (Version 2.1) European Environment Agency, Technical report No 49. Copenhagen, Denmark, (November 2000). Software available from web site:

http:/vergina.eng.auth.gr/mech/lat/copert/copert.htm

USEPA (2005a). NONROAD 2005 Model, For software, data and information, see website:

http://www.epa.gov/otaq/nonrdmdl.htm.

USEPA (2005b). User's Guide for the Final NONROAD2005 Model. Environment Protection Agency, Report EPA420-R-05-0, 13 December 2005, Washington, DC, USA. (December 2005)

Walsh, M. (2003).'Vehicle emissions trends and forecasts: The lessons of the past 50 years, blue sky in the 21st century conference, Seoul, Korea.' May 2003, see the website:

http://www.walshcarlines.com/pdf/vehicle_trends_lesson.cf9.pdf

السكة الحديد

Dunn, R. (2001). 'Diesel fuel quality and locomotive emissions in Canada'. Transport Canada Publication Number Tp 13783e (Table 8).

EEA (2005). EMEP/CORINAIR. 'Emission Inventory Guidebook – 2005 European Environment Agency.' Technical report No 30. Copenhagen, Denmark, (December 2005). Available from web site: http://reports.eea.eu.int/EMEPCORINAIR4/en

GSTU (1994). 32.001-94. 'Emissions of pollution gases with exhaust gases from diesel locomotive.' Rates and definition methods (GSTU, 32.001-94) – in Russian (ГСТУ 32.001-94. Выбросы загрязняющих веществ с отработавшими газами тепловозных дизелей. Нормы и методы определения).

Hahn, J. (1989). Eisenbahntechnishne Rundschau, № 6, S. 377 - 384.

ISO 8178-4 (1996). 'Reciprocating internal combustion engines – Exhaust emission measurement – Part 4: Test cycles for different engine applications.'

Jorgensen, M.W. and. Sorenson, S.C (1997). 'Estimating emission from railway traffic.' DTU report, N°ET-EO-97-03, Dept of Energy Eng.' Lyngby, Denmark, 135 p.

VTT (2003). RAILI (2003). 'Calculation system for Finnish railway traffic emissions VTT building and transport, Finland.' For information see web site http://lipasto.vtt.fi/lipastoe/railie/

TRANS/SC.2/2002/14/Add.1 13 AUGUST (2002). Economic Commission for Europe. inland Transport Committee. Working Party on rail transport. – Productivity in rail transport. Transmitted by the International Union of Railways (UIC).

UNECE (2002). 'Productivity in rail transport UN Economic Commission For Europe, Inland Transport Committee Working Party on Rail Transport.' (Fifty-sixth session, 16-18 October 2002, agenda item 15) Transmitted by the International Union of Railways (UIC) TRANS/SC.2/2002/14/Add.1

USEPA (1998) http://www.epa.gov/fedrgstr/EPA-AIR/1998/October/Day-23/a24836.htm

USEPA (2005a). NONROAD 2005 Model, For software, data and information. see website: http://www.epa.gov/otaq/nonrdmdl.htm.

USEPA (2005b). User's Guide for the Final NONROAD2005 Model. Environment Protection Agency, Report EPA420-R-05-0, 13 December 2005, Washington DC, USA.

الملاحة البحرية

Baggott, S.L., Brown, L., Cardenas, L., Downes, M.K., Garnett, E., Hobson, M., Jackson, J., Milne. R., Mobbs, D.C., Passant, N., Thistlethwaite, G., Thomson, A. and Watterson, J.D. (2004). 'UK Greenhouse gas inventory 1990 to 2002: Annual report for submission under the Framework Convention on Climate Change.' United Kingdom Department for Environment, Food and Rural Affairs.

EC (2002). 'Quantification of emissions from ships associated with ship movements between ports in the European Community.' Final Report Entec UK Limited (July 2002), page 12. Available from EU web site

http://europa.eu.int/comm/environment/air/pdf/chapter2_ship_emissions.pdf

EEA (2005). EMEP/CORINAIR. Emission Inventory Guidebook – 2005 European Environment Agency, Technical report No 30. Copenhagen, Denmark, (December 2005). Available from web site See: http://reports.eea.eu.int/EMEPCORINAIR4/en

Gunner, T.,(2004). E-mail Correspondence containing estimates of total fuel consumption of the world fleet of ships of 500 gross tons and over, as found in the Fairplay Database of Ships, November 2004. See

http://www.fairplay.co.uk

Lloyd's Register (1995). 'Marine exhaust emissions research programme.' Lloyd's Register House, Croydon, England.

Trozzi, C., Vaccaro, R., (1997): 'Methodologies for estimating air pollutant emissions from ships'. MEET Deliverable No. 19. European Commission DG VII, June 1997. Techne (1997).

U.S. EPA, (2004). 'Inventory of U.S. greenhouse gas emissions and sinks: 1990-2002.' United States Environmental Protection Agency, Washington, DC.

الطيران المدني

Baughcum, S.L., Tritz, T.G., Henderson, S.C. and Pickett, D.C. (1996). 'Scheduled civil aircraft emission inventories for 1992: database development and analysis.' NASA/CR-4700, National Aeronautics and Space Administration, NASA Center for AeroSpace Information, 7121 Standard Drive, Hanover, USA.

Daggett, D.L., Sutkus, D.J., Dubois, D.P. and. Baughcum, S.L. (1999). 'An evaluation of aircraft emissions inventory methodology by comparisons with reported airline data.' NASA/CR-1999-209480, National Aeronautics and Space Administration, NASA Center for AeroSpace Information, 7121 Standard Drive, Hanover, USA, September 1999.

EEA (2002).EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook, 3rd edition (October 2002 Update) EEA Technical Report No 30, Copenhagen, Denmark, 2002.

Eyers, C.J., Norman, P., Plohr, M., Michot, S., Atkinson, K., and Christou, R.A., (2004). 'AERO2k Global aviation emissions inventories for 2002 and 2025.' QINEYIQ/04/01113 UK, December 2004.

FAA (2004a). 'Aviation emissions: a primer.' Federal Aviation Administration, USA, 2004.

FAA (2004b) 'Emissions and dispersion modelling system'. (EDMS) User's Manual FAA-AEE-04-02 (Rev. 1 – 10/28/04) Federal Aviation Administration Office of Environment and Energy, Washington, DC September 2004. Additional information is available from the FAA web site: www.faa.gov.

Kim, B., Fleming, G., Balasubramanian, S., Malwitz, A., Lee, J., Ruggiero, J., Waitz, I., Klima, K., Stouffer, V., Long, D., Kostiuk, P., Locke, M., Holsclaw, C., Morales, A., McQueen, E., Gillett, W., (2005a). 'SAGE: The system for assessing aviation's global emissions'. FAA-EE-2005-01, (September 2005).

Kim, B., Fleming, G., Balasubramanian, S., Malwitz, A., Lee, J., Waitz, I., Klima, K., Locke, M., Holsclaw, C., Morales, A., McQueen, E., Gillette, W., (2005b), 'SAGE: Global aviation emissions inventories for 2000 through 2004'. FAA-EE-2005-02 (September 2005).

Malwitz, A., Kim, B., Fleming, G., Lee, J., Balasubramanian, S., Waitz, I., Klima, K., Locke, M., Holsclaw, C., Morales, A., McQueen, E., Gillette, W., (2005), 'SAGE: Validation assessment, model assumptions and uncertainties FAA-EE-2005-03, (September 2005)'.

Gardner, R. M., Adams, J. K., Cook, T., Larson, L. G., Falk, R., Fleuit, S. E., Förtsch, W., Lecht, M., Lee, D. S., Leech, M. V., Lister, D. H. Massé, B., Morris, K., Newton, P. J., Owen, A., Parker, E., Schmitt, A., ten Have, H.,. Vandenberghe, C. (1998). 'ANCAT/EC2 aircraft emissions inventories for 1991/1992 and 2015'. Final Report., Report by the ECAC/ANCAT and EC working group. EUR No: 18179, ISBN No: 92-828-2914-6.

ICAO (1993). 'International Standards and Recommended Practices Environmental Protection - Annex 16 to the Convention on International Civil Aviation.' - Volume II Aircraft Engine Emissions, 2nd edition (1993) International Civil Aviation Organisation, Montreal.

ICAO (2004a). 'Engine exhaust emissions data bank.' Issue 13 (Doc 9646), ICAO, Montreal, Canada. 1995. Subsequent updates are available from the ICAO web site www.icao.int

ICAO (2004b). 'Statistics data series collection - Montreal, Canada'. For details and access see ICAO web site at http://www.icao.int/icao/en/atb/sea/DataDescription.pdf.

International Register of Civil Aircraft, (2004). For information and acesss see http://www.aviation-register.com/english/.

IPCC (1999). 'Aviation and the global atmosphere.' Eds: Penner, J.E., Lister, D.H., Griggs, D.J., Dokken, D.J., MsFarland, M., Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press 1999.

Lister, D.H., Norman, P.D. (2003). EC-NEPAir: Work Package 1 'Aircraft engine emissions certification – a review of the development of ICAO Annex 16.' Volume II, QinetiQ/FST/CR030440, UK (September 2003)

OAG (2006). OAG Flight Guide – 'Worldwide airline flights schedules'. See web site www.oag.com

Olivier, J.G.J. (1991). 'Inventory of aircraft emissions: a review of recent literature'. RIVM Rapport 736301008, Bilthoven, The Netherlands, 1991.

Olivier, J.G.J. (1995). 'Scenarios for global emissions from air traffic'. Report No. 773 002 003, RIVM, Bilthoven, The Netherlands, 1995

Penman, J., Kruger, D., Galbally, I., Hiraishi, T., Nyenzi, B., Emmanuel, S., Buendia, L., Hoppaus, R., Martinsen, T., Meijer, J., Miwa, K. & Tanabe, K. (2000). 'Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. Hayama: Intergovernmental Panel on Climate Change.' (IPCC). ISBN 4-88788-000-6.

Sutkus, D.J., Baughcum, S.L., DuBois, D.P.,(2001) 'Scheduled civil aircraft emission inventories for 1999: database development and Analysis.' NASA/CR—2001-211216, National Aeronautics and Space Administration, Glenn Research Center, USA, October 2001.

Sutkus, D.J., Baughcum, S.L., DuBois, D.P., (2003). 'Commercial aircraft emission scenario for 2020: Database Development and Analysis.' NASA/CR—2003-212331, National Aeronautics and Space Administration, Glenn Research Center, USA May 2003

US Department of Transportation, Bureau of Transportation Statistics, National Transportation Statistics (2002). (BTS 02-08), Table 4-20: Energy Intensity of Passenger Modes (Btu per passenger-mile), page 281, http://www.bts.gov/publications/national_transportation_statistics/2002/pdf/entire.pdf.

USEPA (2005). 'Inventory of U.S. greenhouse gas emissions and sinks: 1990-2003 U.S'. Environmental Protection Agency, Washington, U.S.A.

Wiesen, P., Kleffmann, J., Kortenbach, R. and Becker, K.H (1994). 'Nitrous oxide and methane emissions from aero engines.' *Geophys. Res. Lett. 21:18 2027-2030.*