الفصل 10

الانبعاثات الصادرة من المواشي ومعالجة الروث

المؤلفون

هونجمين دونج (الصين)، جو مانجينو (الولايات المتحدة الأمريكية)، تيم إيه ماك أليستر (كندا)

جيري إل هاتفيلد (الولايات المتحدة الأمريكية)، دونالد إي جونسون (الولايات المتحدة الأمريكية)، كيث آر لاسي (نيوزيلندا)، ماغدا ابرسيدا دي ليما (البرازيل)، آنا رومانو فسكايا (الاتحاد الروسي)

المؤلفون المشاركون

ديبورا بارترام (الولايات المتحدة الأمريكية)، داريل جيب (كندا)، جون إتش مارتن، الابن (الولايات المتحدة الأمريكية)

المحتويات

10 الانبعاثات الصادرة عن المواشي ومعالجة الروث
10 الانبعاثات الصادرة من المواشي ومعالجة الروث 10-7
10-1 مقدمة 10-7
10-2 وصف مجموعات المواشي والغذاء 10-7
10-2-1 خطوات لتحديد الفئات والفئات الفرعية للمواشي 10-7
10-2-2 اختيار الطريقة 10-8
10-2-3 تقدير عدم التيقن 10-23
10-2-4 وصف أنواع المواشي التي لا يوجد لها طرق لتقدير الانبعاثات 10-23
10-3 انبعاثات الميثان من التخمر المعوي 10-23
10-3-1 اختيار الطريقة 10-24
10-3-2 اختيار معاملات الانبعاث 10-26
10-3-3 اختيار بيانات الأنشطة 10-33
10-3-4 تقدير عدم التيقن 10-33
10-3-5 الاستيفاء والمتسلسلات الزمنية وضمان/مراقبة الجودة والإبلاغ 10-33
10-4 انبعاثات غاز الميثان الناتجة عن معالجة الروث 10-35
10-4-1 اختيار الطريقة 10-35
10-4-2 اختيار معاملات الانبعاث 10-37
10-4-3 اختيار بيانات الأنشطة 10-48
10-4-4 تقدير عدم التيقن 10-48
10-4-5 الاستيفاء والمتسلسلات الزمنية وضمان/مراقبة الجودة والإبلاغ 10-50
10-5 انبعاثات أكسيد النتروز من معالجة الروث 10-52
10-5-1 اختيار الطريقة 10-53
10-5-2 اختيار معاملات الانبعاث 10-57
10-5-3 اختيار بيانات الأنشطة 10-61
10-5-4 تنسيق الإبلاغ عن انبعاثات أكسيد النتروز من أنواع التربة المُدارة 10-64
10-5-5 تقدير عدم التيقن 10-66
10-5-6 الاستيفاء والمتسلسلات الزمنية وضمان/مراقبة الجودة والإبلاغ 10-68
10-5-7 استخدام ورقات العمل 10-69
الملحق 10 أ .1 البيانات الأساسية في وضع معاملات الانبعاث الافتراضية الخاصة بالتخمر المعوي 10-71
الملحق 10 أ .2 البيانات الأساسية لوضع معاملات الانبعاث الافتراضية الخاصة بمعالجة الروث 10-76
المراجع 10-84

المعادلات

المعادلة 10-1 متوسط العدد السنوي 10-8
المعادلة 10-2 معامل حساب الطاقة الصافية للبقاء 10-13
المعادلة 10-3 الطاقة الصافية اللازمة للبقاء 10-15
المعادلة 10-4 الطاقة الصافية للنشاط (للأبقار والجاموس) 10-16
المعادلة 10-5 الطاقة الصافية للنشاط (للضأن) 10-16
المعادلة 10-6 الطاقة الصافية للنمو (للأبقار والجاموس) 10-17
المعادلة 10-7 الطاقة الصافية اللازمة للنمو (للضأن) 10-17
المعادلة 10-8 الطاقة الصافية اللازمة للإدرار (لأبقار اللحم وأبقار الألبان والجاموس) 10-18
المعادلة 10-9 الطاقة الصافية اللازمة للإدرار بالنسبة للضأن (إنتاج اللبن معلوم) 10-18
المعادلة 10-10 الطاقة الصافية اللازمة للإدرار للضأن (إنتاج اللبن غير معلوم) 10-19
المعادلة 10-11 الطاقة الصافية المبذولة في العمل (للأبقار والجاموس) 10-19
المعادلة 10-12 الطاقة الصافية اللازمة لإنتاج الصوف (للضأن) 10-19
المعادلة 10-13 الطاقة الصافية للحمل (للأبقار/الجاموس والضأن) 10-19
المعادلة 10-14 نسبة الطاقة الصافية المتاحة في الغذاء للبقاء إلى الطاقة القابلة للهضم المستهلكة 10-20
المعادلة 10-15 نسبة الطاقة الصافية المتاحة للنمو في الغذاء إلى الطاقة القابلة للهضم المستهلكة 10-21
المعادلة 10-16 الطاقة الإجمالية للأبقار/الجاموس والضأن 10-21
المعادلة 10-17 تقدير مدخول المادة الجافة للأبقار النامية وأبقار التسمين 10-22
المعادلة 10-18أ تقدير مدخول المادة الجافة لأبقار اللحم الناضجة 10-22
المعادلة 10-18ب تقدير مدخول المادة الجافة لأبقار الألبان الناضجة 10-22
المعادلة 10-19 الانبعاثات الناجمة عن التخمر المعوي من إحدى فئات المواشي 10-28
المعادلة 10-20 الانبعاثات الإجمالية من التخمر المعوي في المواشي 10-28
المعادلة 10-12 معاملات انبعاث الميثان من التخمر المعوي في إحدى فئات المواشي 10-31
المعادلة 10-22 انبعاثات الميثان من معالجة الروث 10-37
المعادلة 10-23 معامل انبعاث الميثان من معالجة الروث 10-41
المعادلة 10-24 معدلات إفراز المواد الصلبة المتطايرة 10-42
المعادلة 10-25 انبعاثات أكسيد النتروز المباشرة من معالجة الروث 10-53
المعادلة 10-26 عمليات فقد النتروجين نتيجة التطاير من معالجة الروث 10-54
المعادلة 10-27 انبعاثات أكسيد النتروز غير المباشرة نتيجة تطاير النتروجين من معالجة الروث 10-56
المعادلة 10-28 عمليات فقد النتروجين نتيجة التسرب من أنظمة معالجة الروث 10-56
المعادلة 10-29 انبعاثات أكسيد النتروز غير المباشرة نتيجة التسرب من معالجة الروث 10-56
المعادلة 10-30 المعدلات السنوية لإفراز النتروجين 10-57
المعادلة 10-30 المعدلات السنوية لإفراز النتروجين (المستوى 2) 10-58
المعادلة 10-32 معدلات استهلاك النتروجين بالنسبة للأبقار 10-58
المعادلة 10-33 معدلات تناول النتروجين بالنسبة للأبقار 10-60
المعادلة 10-34 نتروجين الروث المعالج المضاف إلى أنواع التربة المدارة أو المستخدم في أغراض التغذية أو الوقود أو الإنشاء 10-65

الأشكال التوضيحية

الشكل 10-1 شجرة قرار لوصف مجموعات المواشي 10-9

الشكل 10- 1 شجرة قرار لانبعاثات الميثان من التخمر المعوي 10-25

الشكل 10-3 شجرة قرار لانبعاثات غاز الميثان من معالجة الروث 10-36

الشكل 10-4 شجرة قرار لانبعاثات أكسيد النتروز من معالجة الروث (الملاحظة 1) 10-55

الجداول

الجدول 10-1 فئات المواشي التمثيلية[1، 2] 10-11

الجدول 10-2 قابلية الانهضام للغذاء لفئات المواشي المختلفة 10-14

الجدول 10-3 ملخص بالمعادلات المستخدمة في حساب المعدل اليومي لمدخول الطاقة الإجمالية للأبقار والجاموس والضأن 10-15

الجدول 10-4 معاملات حساب الطاقة الصافية اللازمة للبقاء (NE_m) 10-16

الجدول 10-5 معاملات النشاط المطابقة لوضع التغذية الخاص بالحيوان 10-17

الجدول 10-6 الثوابت المستخدمة في حساب الطاقة الصافية اللازمة للنمو بالنسبة للضأن 10-18

الجدول 10-7 الثوابت المستخدمة في حساب NE_p في المعادلة 10-13 10-20

الجدول 10-8 أمثلة لمحتوى NE_{ma} من أنواع غذاء نموذجية للأبقار لتقدير مدخول المادة الجافة في المعادلتين 10-17 و10-18 10-23

الجدول 10-9 الطرق المقترحة لحصر الانبعاثات الناجمة عن التخمر المعوي 10-27

الجدول 10-10 معاملات الانبعاث الخاصة بالتخمر المعوي لطريقة المستوى 1[1] (كجم ميثان لكل رأس في العام) 10-28

الجدول 10-11 معاملات الانبعاث الخاصة بالتخمر المعوي في المستوى 1 بالنسبة للأبقار[1] 10-29

الجدول 10-12 معاملات تحويل الميثان للأبقار/الجاموس (Y_m) 10-30

الجدول 10-13 معاملات تحويل الميثان للضأن (Y_m) 10-31

الجدول 10-14 معاملات انبعاث الميثان من معالجة الروث حسب درجات الحرارة للأبقار والخنازير والجاموس[أ] (كجم ميثان لكل رأس في العام) 10-38

الجدول 10-15 معاملات انبعاث الميثان من معالجة الروث حسب درجة الحرارة للضأن والماعز والجمال والخيول والبغال والحمير والدواجن (كجم ميثان لكل رأس في العام) 10-40

الجدول 10-16 معاملات انبعاث الميثان من معالجة الروث للأيل والرنة والأرانب وحيوانات الفراء 10-41

الجدول 10-17 قيم معامل تحويل الميثان حسب درجة الحرارة لأنظمة معالجة الروث 10-44

الجدول 10-17 (تابع) قيم MCF حسب درجة الحرارة لأنظمة معالجة الروث 10-45

الجدول 10-17 (تابع) قيم MCF حسب درجة الحرارة لأنظمة معالجة الروث 10-46

الجدول 10-17 (تابع) قيم MCF حسب درجة الحرارة لأنظمة معالجة الروث 10-47

الجدول 10-18 تعريفات أنظمة معالجة الروث 10-49

الجدول 10-19 القيم الافتراضية لمعدل إفراز النتروجين [أ] (كيلو جرام من النتروجين (1000 كيلو جرام من كتلة الحيوان) في اليوم) 10-59

الجدول 10-20 القيم الافتراضية لجزء النتروجين في الغذاء المستهلك والذي تحتفظ به أنواع/فئات المواشي المختلفة (جزء مدخول النتروجين الذي تحتفظ به المواشي) 10-60

الجدول 10-21 معاملات الانبعاث الافتراضية لانبعاثات أكسيد النتروز المباشرة الصادرة من معالجة الروث 10-62
الجدول 10-21 (تابع) معاملات الانبعاث الافتراضية لانبعاثات أكسيد النتروز المباشرة الصادرة من معالجة الروث 10-63
الجدول 10-22 القيم الافتراضية لفقد النتروجين نتيجة التطاير في صورة أمونيا وأكاسيد نتروجين الروث 10-65
الجدول 10-23 القيم الافتراضية لإجمالي فقد النتروجين من معالجة الروث 10-67
الجدول 10أ.1 البيانات المستخدمة في تقدير معاملات انبعاث الميثان من التخمر المعوي في ا لمستوى لأبقار الألبان في الجدول 10-11 10-72
الجدول 10أ.2 البيانات المستخدمة في تقدير معاملات انبعاث الميثان من التخمر المعوي في المستوى 1 للأبقار الأخرى في الجدول 10-11 10-73
الجدول 10أ.2 (تابع) البيانات المستخدمة في تقدير معاملات انبعاث الميثان من التخمر المعوي في المستوى 1 للأبقار الأخرى في الجدول 10-11 10-74
الجدول 10أ.3 البيانات المستخدمة في تقدير معاملات انبعاث الميثان من التخمر المعوي في المستوى 1 للجاموس 10-75
الجدول 10أ.4 اشتقاق معامل انبعاث الميثان من معالجة الروث لأبقار الألبان 10-77
الجدول 10أ.5 اشتقاق معامل انبعاث الميثان من معالجة الروث للأبقار الأخرى 10-78
الجدول 10أ.6 اشتقاق معامل انبعاث الميثان من معالجة الروث للجاموس 10-79
الجدول 10أ.7 اشتقاق معامل انبعاث الميثان من معالجة الروث للخنازير 10-80
الجدول 10أ.8 اشتقاق معامل انبعاث الميثان من معالجة الروث لخنازير إنجاب السلالات 10-81
الجدول 10أ.9 اشتقاق معامل انبعاث الميثان من معالجة الروث 10-82
الجدول 10أ. 9 (تابع) اشتقاق معامل انبعاث الميثان من معالجة الروث للحيوانات الأخرى 10-83

10 الانبعاثات الصادرة من المواشي ومعالجة الروث

1-10 مقدمة

يقدم هذا الفصل إرشادات حول الطرق التي يمكن استخدامها في تقدير انبعاثات الميثان من التخمر المعوي في المواشي وانبعاثات الميثان وأكسيد النتروز من معالجة الروث. ولا يتم تقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من المواشي نظراً للافتراض بأن الانبعاثات الصافية السنوية من ثاني أكسيد الكربون تساوي الصفر – يُعاد ثاني أكسيد الكربون الممتص بواسطة النباتات في عملية البناء الضوئي إلى الغلاف الجوي في عملية التنفس. وتجدر الإشارة إلى أن جزء من الكربون يُعاد في صورة ميثان ولذا يحتاج الميثان إلى التناول على نحو منفصل.

وتؤدي تربية المواشي إلى انبعاث الميثان (CH_4) من التخمر المعوي، وانبعاث كل من الميثان وأكسيد النتروز (N_2O) من أنظمة معالجة الروث. وتعد الأبقار مصدراً هاماً للميثان في الكثير من البلدان نظرا لأعدادها الكبيرة، ولانبعاث الميثان بمعدلات مرتفعة منها بسبب النظام الهضمي المجتر بها. وتعتبر انبعاثات الميثان من معالجة الروث أقل مقارنة بالانبعاثات من التخمر المعوي، وتقترن غالبية الانبعاثات المؤثرة بعمليات تربية الحيوانات في أماكن مغلقة حيث يتم معالجة الروث في أنظمة تعتمد على السائل. وتتباين انبعاثات أكسيد النتروز من معالجة الروث على نحو كبير بين أنواع أنظمة المعالجة المستخدمة، وقد تحدث كذلك انبعاثات غير مباشرة نتيجة الصور الأخرى لفقد النتروجين من النظام. ويعد حساب فقد النتروجين من أنظمة معالجة الروث خطوة هامة في تحديد كمية النتروجين المتاحة بشكل نهائي للإضافة إلى أنواع التربة المدارة، أو للاستخدام في أغراض الغذاء، أو الوقود أو البناء – الانبعاثات التي يتم حسابها في الفصل 11، القسم 11-2 (انبعاثات أكسيد النتروز من أنواع التربة المدارة).

وتتطلب طرق تقدير انبعاثات الميثان وأكسيد النتروز من المواشي إلى وضع تعريفات للفئات الفرعية من المواشي وأعدادها السنوية و، مع طرق المستويات الأعلى، المدخول الغذائي والخصائص. وقد تم إيراد الإجراءات المستخدمة في تحديد الفئات الفرعية من المواشي ووصف المجموعات الحيوانية والغذاء في القسم 10-2 (وصف مجموعات المواشي والغذاء). وقُدمت معاملات قابلية انهضام الغذاء للفئات المتنوعة من المواشي للمساعدة في تقدير المدخول الغذائي لحساب الانبعاثات من مصادر التخمر المعوي والروث. ويجب استخدام عملية وصف المواشي الموضحة في القسم 10-2 لضمان الاتساق عبر فئات المصدر التالية:

- القسم 10-3 انبعاثات الميثان من التخمر المعوي؛
- القسم 10-4 انبعاثات الميثان من معالجة الروث؛
- القسم 10-5، انبعاثات أكسيد النتروز من معالجة الروث (الانبعاثات المباشرة وغير المباشرة)؛
- الفصل 11، القسم 11-2، انبعاثات أكسيد النتروز من أنواع التربة المدارة (الانبعاثات المباشرة وغير المباشرة).

2-10 وصف مجموعات المواشي والغذاء

1-2-10 خطوات لتحديد الفئات والفئات الفرعية للمواشي

من *الممارسة السليمة* أن يتم تحديد الطريقة المناسبة لتقدير الانبعاثات لكل فئة مصدر، ثم بناء الوصف على المتطلبات الأكثر تفصيلا التي تم تحديدها لكل نوع من المواشي. ويرجح أن يحدث تكرار لوصف المواشي المستخدمة من قبل أحد البلدان نظرا لتقييم حاجات كل فئة مصدر أثناء عملية تقدير الانبعاثات (راجع الشكل 10-1، شجرة قرار لوصف مجموعات المواشي). وتتمثل هذه الخطوات فيما يلي:

- تحديد أنواع المواشي التي تنطبق على كل فئة مصدر للانبعاث: ويجب إدراج أنواع المواشي التي تسهم في أكثر من فئة مصدر أولاً. وتشمل هذه الأنواع في العادة: الأبقار والجاموس والضأن والماعز والخنازير، والخيول، والجمال، والبغال/الحمير والدواجن.
- مراجعة طريقة تقدير الانبعاثات لكل فئة ذات صلة من فئات المصدر: وفيما يتعلق بفئات المصدر الخاصة بالتخمر المعوي ومعالجة الروث، يتم تحديد طريقة تقدير الانبعاثات لكل نوع من الأنواع بهذه الفئة. على سبيل المثال، يجب فحص الانبعاثات الناتجة عن التخمر المعوي لكل من الأبقار، والجاموس والضأن من أجل تقدير ما إذا كان اتجاه أو مستوى الانبعاثات يتطلب طريقة تقدير من المستوى 2 أو 3. وبالمثل، يجب مراجعة انبعاثات معالجة الروث من الأبقار، والجاموس، والخنازير والدواجن لتحديد ما إذا كان من الأنسب استخدام طريقة من المستوى 2 أو 3. ويمكن استخدام تقديرات الحصر الموجودة لإجراء هذا التقييم. وإذا لم يكن قد تم القيام بأية عمليات حصر حتى تاريخه، فينبغي حساب تقديرات الانبعاث باستخدام المستوى 1 من أجل توفير التقديرات الأولية المطلوبة لإجراء هذا التقييم. راجع الفصل 4 من المجلد 1 (اختيار المنهجيات وتحديد الفئات الرئيسية) للحصول على إرشادات حول القضايا العامة ذات الصلة بالاختيار المنهجي.

- تحديد الوصف الأكثر تفصيلا المطلوب لكل نوع من المواشي: استناداً إلى التقييمات لكل نوع في كل فئة مصدر، يتم تحديد الوصف الأكثر تفصيلا المطلوب لدعم كل تقدير الانبعاثات في كل نوع. ويمكن عادة استخدام الوصف "الأساسي" عبر كافة فئات المصدر ذات الصلة عند تقدير كل من مصادر التخمر المعوي والروث باستخدام طرق المستوى 1. ويجب استخدام وصف "معزز" لتقدير الانبعاثات عبر كافة المصادر ذات الصلة في حالة استخدام طريقة المستوى 2 لأي من التخمر المعوي أو الروث.

10-2-2 اختيار الطريقة

المستوى 1: الوصف الأساسي لمجموعات المواشي

يرجح أن يكون الوصف الأساسي للمستوى 1 كافيا لكافة الأنواع الحيوانية في غالبية البلدان. ومن *الممارسة السليمة* بهذا المقترب أن يتم جمع بيانات الوصف التالية للمواشي لدعم تقديرات الانبعاث:

أنواع المواشي وفئاتها: يجب وضع قائمة وافية لكل مجموعات المواشي التي لها معاملات انبعاث افتراضية (مثل أبقار اللبن، والأبقار الأخرى، والجاموس، والضأن، والماعز، والجمال، واللامة، والألبكة، والأيل، والخيول، والأرانب، والبغال، والحمير، والخنازير والدواجن) وذلك إذا كانت هذه الفئات ذات أهمية في البلد. ويمكن استخدام فئات أكثر تفصيلا في حالة توافر البيانات. على سبيل المثال، يمكن عمل تقديرات انبعاث أكثر دقة في حالة التقسيم الفرعي لمجموعات الدواجن (مثل الدجاج البيوض، وفروج الشي، والديك الرومي، والبط والدواجن الأخرى) وذلك نظرا لاختلاف خصائص الروث اختلافا بيناً بين هذه المجموعات.

الأعداد السنوية لمجموعات المواشي: ينبغي على القائمين بالحصر، إذا أمكن، استخدام بيانات أعداد الأنواع من الإحصائيات الوطنية الرسمية أو مصادر الصناعة. ويمكن استخدام بيانات وزارة الأغذية والزراعة (الفاو) في حالة عدم توافر البيانات الوطنية. وقد تؤدي المواليد أو عمليات الذبح الموسمية إلى زيادة أو تناقص أعداد النوع الحيواني في أوقات مختلفة من العام، وهو ما يتطلب ضبط بيانات أعداد مجموعات المواشي وفقا لذلك. ومن الأهمية أن يتم توثيق الطريقة المستخدمة في تقدير الأعداد السنوية توثيقاً تاماً، بما في ذلك أية تعديلات يتم إدخالها على النموذج الأصلي لبيانات مجموعات المواشي كما تم استلامها من هيئات الإحصاء الوطنية أو من المصادر الأخرى.

ويتم تقدير المتوسط السنوي لأعداد مجموعات المواشي بطرق عديدة وذلك وفقا للبيانات المتاحة وطبيعة هذه المجموعات. ففي حالة الحيوانات الثابتة (مثل أبقار الألبان وخنازير إنجاب السلالات والدجاج البيوض) فقد لا يحتاج الحصول على الأعداد السنوية لهذه المجموعات لأكثر من مجرد بيانات حصر واحد للمجموعات الحيوانية. رغم ذلك، فإن تقدير متوسط الأعداد السنوية للحيوانات النامية (على سبيل المثال حيوانات اللحم، مثل فروج الشي والديك الرومي وأبقار اللحم والخنازير السوقية) تتطلب إجراءات تقييم أكثر. وتكون غالبية الحيوانات في المجموعات النامية هذه حية لجزء فقط من عام كامل. ويجب تضمين هذه الحيوانات في بيانات أعداد المجموعات الحيوانية بصرف النظر عما إذا كانت قد ذبحت للاستهلاك البشري أو ماتت لأسباب طبيعية. وتُستخدم المعادلة 10-1 في تقدير المتوسط السنوي لأعداد مجموعات المواشي:

المعادلة 10-1
متوسط العدد السنوي

$$AAP = Days_alive \bullet \left(\frac{NAPA}{365} \right)$$

حيث:

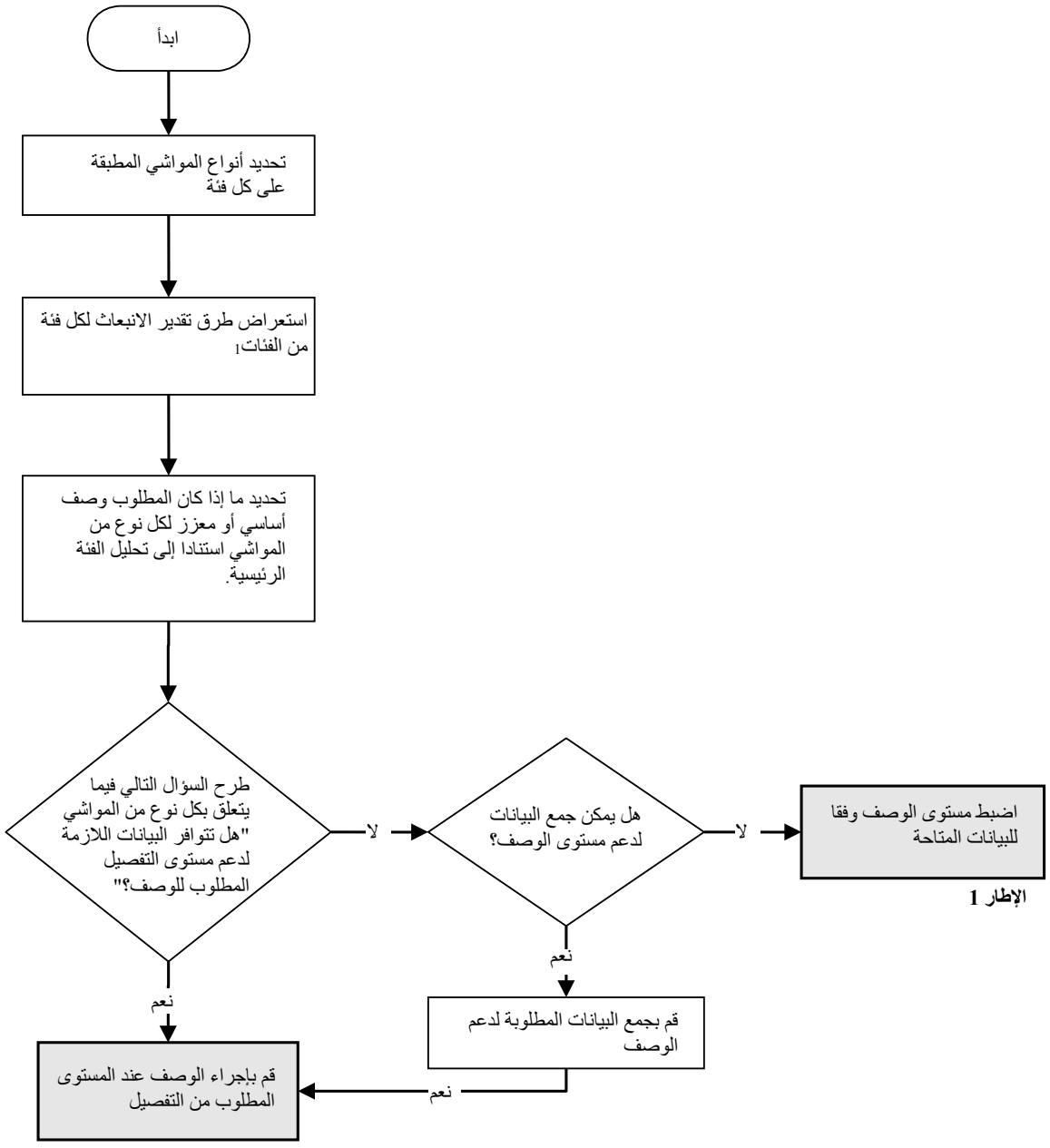
AAP = متوسط العدد السنوي

NAPA = عدد الحيوانات المنتجة سنوياً

وعادةً يتم تربية فروج الشي لمدة 60 يوما تقريبا قبل أن يتم ذبحها. ويؤدي تقدير متوسط العدد السنوي للمجموعة باعتباره عدد الطيور التي يتم تربيتها وذبحها خلال عام إلى التقدير الزائد لعدد النوع الحيواني حيث يفترض ذلك أن كل طائر قد عاش ما يساوي 365 يوماً. وبدلا من ذلك، يجب تقدير متوسط العدد السنوي للمجموعة باعتباره عدد الحيوانات التي بلغت حد النمو مقسوما على عدد دورات التربية في العام. على سبيل المثال، إذا كان يتم تربية فروج الشي عادة في مجموعات لمدة 60 يوما، فقد يكون بإمكان المشروع إنتاج 6 مجموعات من الفروج خلال عام واحد. وبالتالي، إذا كان المشروع يقوم بتربية 60.000 دجاجة في العام، فإن متوسط العدد السنوي سيكون 9.863 دجاجة. ولهذا المثال تكون المعادلة على النحو التالي:

متوسط العدد السنوي = 60 يوما × 60.000 / 365 يوماً / عام = 9.863 دجاجة.

الشكل 10-1 شجرة قرار لوصف مجموعات المواشي



ملاحظة:
1: تشمل هذه الفئات: انبعاث الميثان من التخمر المعوي وانبعاث الميثان من معالجة الروث وانبعاث أكسيد النتروز من معالجة الروث.
2: راجع الفصل 4 من المجلد 1 "الاختيار المنهجي وتحديد الفئات الرئيسية" (مع ملاحظة القسم 4-12 حول المصادر المحدودة) للحصول على مناقشة حول *الفئات الرئيسية* واستخدام شجرات القرار.

أبقار الألبان وإنتاج اللبن: تُقدر أعداد أبقار الألبان على نحو منفصل من أنواع الأبقار الأخرى (راجع الجدول 10-1). وتعرف أبقار الألبان في هذه الطريقة بأنها الأبقار الناضجة التي تدر اللبن بكميات تجارية للاستهلاك البشري. ويتوافق هذا التعريف مع أبقار الألبان المعنية في الكتاب السنوي للإنتاج الصادر عن الفاو. وفي بعض البلدان تتكون مجموعة أبقار الألبان من شريحتين محددتين على نحو جيد: (1) السلالات عالية الإنتاج (تسمى أيضا المحسنة) في المشروعات التجارية؛ و(2) الأبقار قليلة الإنتاج التي تُربى بالطرق التقليدية. ويمكن جمع هاتين الشريحتين معاً، أو تقييمهما على نحو منفصل من خلال تحديد فئتين لأبقار الألبان. ورغم ذلك، لا تشتمل فئة أبقار الألبان على الأبقار التي يكون الغرض الأساسي من تربيتها إنتاج العجول أو كوسيلة للجر. وينبغي إدراج الأبقار منخفضة الإنتاجية متعددة الأغراض في فئة الأبقار الأخرى.

وقد يُصنف جاموس الألبان على نحو مماثل لأبقار الألبان.

وتكون هناك حاجة إلى متوسط إنتاج اللبن من أبقار الألبان. وتستخدم بيانات إنتاج اللبن في تقدير معامل الانبعاث للتخمر المعوي باستخدام طريقة المستوى 2. ويفضل استخدام مصادر البيانات الوطنية، غير أنه يمكن استخدام بيانات الفاو. ويُعبر عن هذه البيانات في صورة كيلوجرامات من اللبن الطازج الذي ينتج في العام لكل بقرة ألبان. وفي حالة تحديد فئتين أو أكثر لأبقار الألبان، ينبغي توفير بيانات متوسط إنتاج اللبن لكل بقرة في كل فئة من الفئتين.

المستوى 2: الوصف المعزز لمجموعات المواشي

يتطلب وصف المواشي باستخدام المستوى 2 معلومات مفصلة حول:

- تعريفات الفئات الفرعية للمواشي؛
- أعداد المواشي حسب الفئة الفرعية، مع مراعاة تقدير الأعداد السنوية مثلما عليه الحال في المستوى 1؛
- تقديرات المدخول الغذائي للحيوان العادي في كل فئة فرعية.

وتُحدد الفئات الفرعية لمجموعة المواشي بما يمكن من إيجاد مجموعات فرعية متجانسة نسبيا من الحيوانات. ومن خلال تقسيم مجموعات المواشي إلى هذه الفئات الفرعية، يمكن إبراز الاختلافات الخاصة بالبلد في هيكل أعمار المواشي وأدائها داخل مجموعة المواشي ككل.

وتسعى منهجية الوصف في المستوى 2 إلى تحديد أعداد الحيوانات وإنتاجية الحيوان وجودة الغذاء وظروف التربية من أجل دعم تقدير أكثر دقة للمدخول الغذائي للاستخدام في تقدير توليد الميثان من التخمر المعوي. ويجب استخدام تقديرات المدخول الغذائي نفسها لتقديم تقديرات متسقة لمعدلات إفراز الروث والنتروجين بما يعمل على تحسين دقة واتساق تقديرات انبعاث الميثان وأكسيد النتروز من معالجة الروث.

تعريفات الفئات الفرعية للمواشي

من *الممارسة السليمة* أن يتم تصنيف مجموعات المواشي في فئات فرعية لكل نوع وفقا للعمر ونوع الإنتاج ونوع الجنس. ويعرض الجدول 10-1 الفئات التمثيلية للمواشي للمساعدة في القيام بمثل هذا التصنيف. ويمكن كذلك القيام بمزيد من التصنيف للفئات الفرعية:

- ينبغي تصنيف مجموعات الأبقار والجاموس إلى ثلاث فئات فرعية عريضة على الأقل: الأبقار الناضجة المدرة للألبان، والأبقار الناضجة الأخرى، والأبقار النامية. واستنادا إلى مستوى التفصيل في طريقة تقدير الانبعاث، يمكن إجراء المزيد من التصنيف للفئات الفرعية استنادا إلى خصائص الحيوان أو الغذاء. على سبيل المثال، يمكن تصنيف الأبقار النامية/أبقار التسمين فرعياً إلى الأبقار التي يتم تغذيتها بنظام يعتمد على الحبوب بصورة عالية وإيواؤها في حظائر جافة مقابل الأبقار التي يتم تربيتها وتسمينها على المرعى فقط.
- يمكن استخدام تقسيم فرعي مشابه لذلك التقسيم المستخدم مع الأبقار والجاموس لتقسيم الضأن من أجل إنشاء فئات فرعية ذات خصائص متجانسة نسبياً. على سبيل المثال، يمكن تقسيم حملان التربية إلى حملان يتم تسمينها على المرعى مقابل الحملان التي يتم تسمينها في المعالف. ويُطبق المقترب نفسه على قطعان الماعز الوطنية.
- يمكن تجزيء الفئات الفرعية من الخنازير وفقاً لظروف الإنتاج. على سبيل المثال، يمكن تقسيم الخنازير النامية إلى خنازير نامية يتم إيواؤها في مرافق الإنتاج المكثف مقابل الخنازير التي يتم تربيتها في ظروف المراعي المفتوحة.
- يمكن تجزيء الفئات الفرعية من الدواجن استنادا إلى ظروف الإنتاج. على سبيل المثال، يمكن تقسيم الدواجن على أساس الإنتاج في أماكن مغلقة أو مراعي مفتوحة.

وفيما يتعلق بالبلدان كبيرة المساحة أو فيما يتعلق بالبلدان ذات الاختلافات الملموسة بين المناطق، قد يكون من الأجدى توزيع المناطق ثم تعريف الفئات في إطار هذه المناطق. وقد تستخدم تقسيمات المناطق لتمثيل الاختلافات في المناخ وأنظمة التغذية وأنواع الغذاء ومعالجة الروث. غير أن هذا التقسيم يكون مجديا فقط في حالة توافر البيانات المفصلة على نحو متوافق فيما يخص استخدام أنظمة التغذية ومعالجة الروث بواسطة فئات المواشي هذه.

الجدول 10-1
فئات المواشي التمثيلية[1، 2]

الفئات الرئيسية	الفئات الفرعية
أبقار أو جاموس الألبان الناضجة	أنواع الأبقار عالية الإدرار والتي أنجبت مرة واحدة على الأقل وتستخدم أساسا لإنتاج الألبان أنواع الأبقار منخفضة الإدرار والتي أنجبت مرة واحدة على الأقل وتستخدم أساسا لإنتاج الألبان
أنواع الأبقار الناضجة الأخرى أو الجاموس الناضج غير المنتج للألبان	الإناث: الأبقار المستخدمة لإنجاب سلالات إنتاج اللحم الأبقار المستخدمة لأكثر من غرض إنتاجي: اللبن، اللحم، جر الأثقال الذكور: الثيران المستخدمة أساسا لأغراض إنتاج السلالات العجول المخصية والمستخدمة أساسا لجر الأثقال
الأبقار أو الجاموس النامية	العجول التي لم تفطم أبقار الألبان الشابة البديلة الأبقار أو الجاموس النامية/المخصصة للتسمين بعد الفطام الأبقار المغذاة في المعالف بأغذية تحتوي على مواد مركزة > 90%
النعاج الناضجة	نعاج السلالات التي تستخدم لإنجاب النسل وإنتاج الصوف النعاج المدرة للبن والتي تستخدم في المقام الأول في الإنتاج التجاري للألبان
مجموعات الضأن الناضجة الأخرى (> عام واحد)	لا يوصى بإجراء تصنيفات فرعية أخرى
الحملان النامية	الذكور غير المخصية الذكور المخصية الإناث
الخنازير الناضجة	الخنازير العشار إناث الخنازير التي ولدت وتقوم بإرضاع صغارها ذكور الخنازير المستخدمة في إنجاب السلالات
الخنازير النامية	المخصصة لحضانة الصغار لأغراض التسمين الخنازير الشابة التي سيتم استخدامها لأغراض إنتاج السلالات الخنازير النامية التي سيتم استخدامها لأغراض إنتاج السلالات
الدجاج	فروج الشي الذي يتم تربيته لإنتاج اللحم الدجاج البيوض الذي يتم تربيته لإنتاج البيض، حيث يتم معالجة الروث في أنظمة جافة (على سبيل المثال، المنازل العالية) الدجاج البيوض الذي يتم تربيته لإنتاج البيض، حيث يتم معالجة الروث في أنظمة رطبة (على سبيل المثال، الأهوار) الدجاج الذي يتم تربيته في ظروف المراعي المفتوحة لإنتاج البيض أو اللحم
الديك الرومي	الديك الرومي الذي يربى في أنظمة مغلقة الديك الرومي الذي يربى لإنتاج اللحم في أنظمة مغلقة الديك الرومي الذي يربى في أنظمة مفتوحة لإنتاج اللحم
البط	البط الذي يتم تربيته لتوليد السلالات البط الذي يتم تربيته لإنتاج اللحم
أخرى (على سبيل المثال)	الجمال البغال والحمير اللامة والألبكة حيوانات الفراء الأرانب الخيول الأيل النعام الإوز

1: المصدر: فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

2: يجب حساب الانبعاثات فيما يتعلق بأنواع المواشي المستخدمة في إنتاج الأغذية أو العلف أو المواد الخام المستخدمة في العمليات الصناعية.

وفيما يتعلق بكل فئة من الفئات التمثيلية المحددة، ينبغي توفير المعلومات التالية:

- المتوسط السنوي لعدد الحيوانات (عدد المواشي أو الدواجن وفقا للحسابات في المستوى 1)؛
- متوسط المدخول الغذائي اليومي (ميجا جول في اليوم و/أو كجم في اليوم من المادة الجافة)؛
- معامل تحويل الميثان (نسبة الطاقة الغذائية المحولة إلى ميثان).

وبصفة عامة، لا تتوافر البيانات حول معدل المدخول الغذائي اليومي، وبالأخص للمواشي التي تعيش على الرعي. وبالتالي، ينبغي جمع البيانات العامة التالية لتقدير المدخول الغذائي لكل فئة تمثيلية من الحيوانات:

- الوزن (كجم)
- متوسط زيادة الوزن في اليوم (كجم)[1]
- وضع التغذية: في مرابط، رعي، عشب
- إنتاج اللبن في اليوم (كجم/يوم) ومحتوى الدهون (%)[2]
- متوسط مقدار العمل المؤدى في اليوم (ساعات في اليوم)
- النسبة المئوية لعدد الإناث التي تقوم بالإنجاب في العام[3]
- نمو الصوف
- عدد النسل
- قابلية الغذاء للانهضام(%)

تقديرات المدخول الغذائي

تتطلب التقديرات في المستوى 2 قيم المدخول الغذائي لحيوان تمثيلي في كل فئة فرعية. ويقاس المدخول الغذائي عادة في صورة طاقة إجمالية (مثل، ميجا جول (MJ) لليوم) أو مادة جافة (مثل، كجم (kg) لليوم). والمادة الجافة هي كمية الغذاء المستهلكة (كجم) بعد ضبطها فيما يتعلق بالمحتوى المائي في الغذاء الكامل. على سبيل المثال، ينتج عن استهلاك 10 كجم من غذاء يحتوي على 70% مادة جافة مدخول مادة جافة قيمته 7 كجم. ولدعم طريقة المستوى 2 للتخمر المعوي بالنسبة للأبقار والجاموس والضأن (راجع القسم 10-3)، تم تضمين متطلبات البيانات المفصلة والمعادلة اللازمة لتقدير المدخول الغذائي في الإرشادات الواردة فيما يلي. وقد تم تجميع الثوابت في المعادلات لتبسيط تنسيقات المعادلة الكلية. ويقدم بقية هذا القسم الفرعي متطلبات البيانات الفعلية والمعادلات المستخدمة في تقدير المدخول الغذائي بالنسبة للأبقار والجاموس والضأن. ويمكن تقدير المدخول الغذائي للأنواع الأخرى باستخدام طرق مماثلة خاصة بالبلد تناسب كل نوع.

ومن *الممارسة السليمة* فيما يتعلق بتقدير المدخول الغذائي أن يتم:

- تجميع البيانات لوصف الغذاء والأداء المعتاد للحيوان في كل فئة فرعية؛
- تقدير المدخول الغذائي من بيانات أداء الحيوان ونظامه الغذائي لكل فئة فرعية.

وفي بعض الحالات، يمكن تطبيق المعادلات على أساس موسمي، على سبيل المثال، في الظروف التي تكتسب فيها الحيوانات الوزن في أحد الفصول وتفقده في موسم آخر. وقد يتطلب هذا المقترب شكلاً أكثر دقة من المستوى 2 أو منهجية أكثر تقدماً من المستوى 3.

وتكون البيانات التالية فيما يتعلق بأداء الحيوانات مطلوبة لكل فئة فرعية من أجل تقدير المدخول الغذائي لهذه الفئة:

- الوزن (W)، كجم: يجب جمع بيانات الوزن الحي لكل فئة فرعية. ليس من الواقعي أن يتم إجراء حصر كامل للأوزان الحية، ولذا يجب الحصول على بيانات الوزن الحي من عينات تمثيلية أو من قواعد البيانات الإحصائية حال وجودها. ويعد مقارنة بيانات الوزن الحي مع بيانات وزن الذبح عملية تدقيق فعالة لتقييم ما إذا كانت بيانات الوزن الحي تعتبر تمثيلية لظروف البلد. ورغم ذلك، لا يجب استخدام بيانات وزن الذبح لتحل محل بيانات الوزن الحي حيث لا تعبر عن الوزن الكامل للحيوان. وإضافة إلى ذلك، يجب مراعاة أن العلاقة بين الوزن الحي ووزن الذبح تختلف حسب السلالة وحالة الجسم. فبالنسبة للأبقار والجاموس والضأن الناضجة، تكون هناك حاجة إلى متوسط الوزن السنوي لكل فئة داخل النوع (على سبيل المثال، أبقار اللحم الناضجة). وفيما يتعلق بالضأن الصغير، يلزم توافر الأوزان عند الولادة أو الفطام، أو عند عام واحد من العمر أو عند الذبح إذا حدث الذبح خلال العام الأول.
- متوسط زيادة الوزن في اليوم (WG)، كجم في اليوم: يتم جمع بيانات متوسط الزيادة في الوزن بصفة عامة من الحيوانات المغذاة في المعالف والحيوانات النامية الصغيرة. ويفترض بصفة عامة أن الحيوانات الناضجة لا يحدث بها زيادة صافية أو فقد صاف خلال عام كامل. وغالباً، تفقد الحيوانات الناضجة الوزن في الموسم الجاف أو خلال درجات الحرارة المتطرفة، فيما يزيد وزنها في الموسم التالي. ورغم ذلك، فإنه يرجح أن تكون الانبعاثات المتزايدة المقترنة بهذا التغير في الوزن بسيطة. ويتم إلى حد بعيد موازنة عمليات الاستهلاك والانبعاث المنخفضة المقترنة بفقد الوزن بعمليات الاستهلاك والانبعاث المتزايدة أثناء فترات اكتساب الجسم للوزن.
- الوزن الناضج (MW)، كجم: يكون الوزن الناضج للحيوان البالغ في المجموعة المعنية مطلوباً لتحديد نمط النمو، بما في ذلك الغذاء والطاقة المطلوبة للنمو. على سبيل المثال، يكون الوزن الناضج لإحدى سلالات أو فئات البقر أو الجاموس بصفة عامة هو

[1] يمكن افتراض أنه يساوي الصفر بالنسبة للحيوانات الناضجة.
[2] تكون بيانات إنتاج اللبن مطلوبة فيما يتعلق بحيوانات الألبان. ويمكن تقديرها للحيوانات غير المنتجة للبن التي تقوم بإرضاع الصغار في حالة توافر البيانات.
[3] فيما يتصل بالإناث فقط.

- متوسط عدد ساعات العمل في اليوم: فيما يتعلق بحيوانات جر الأثقال، يجب تحديد عدد ساعات العمل في اليوم.

- وضع التغذية: يجب تحديد وضع التغذية الأكثر دقة في تمثيل الفئة الفرعية للحيوان باستخدام التعريفات الموضحة فيما يلي (الجدول 10-5). وإذا كان وضع التغذية محدداً بين التعريفات، فينبغي عندئذٍ وصفه على نحو مفصل. وقد يتم الاحتياج إلى هذه المعلومات المفصلة عند حساب الانبعاثات من التخمر المعوي، حيث قد يكون الاستيفاء بين أوضاع التغذية ضرورياً لتخصيص المعامل الأنسب. ويحدد الجدول 10-5 أوضاع التغذية بالنسبة للأبقار والجاموس والضأن. أما فيما يتعلق بالدواجن والخنازير، فإنه يُفترض أن وضع التغذية يكون في ظروف مغلقة وبالتالي يفترض أن معامل النشاط (C_a) يساوي الصفر حيث يكون مقدار الطاقة المستهلكة للحصول على الغذاء في هذه الظروف ضئيلاً للغاية. ولم يتم وضع معاملات النشاط فيما يتعلق بالدواجن أو الخنازير في ظروف المراعي المفتوحة، غير أنه في أغلب الحالات يرجح أن تمثل فئات الحيوانات الفرعية هذه نسبة صغيرة من الحصر الوطني.

- متوسط درجة الحرارة في الشتاء (ºC): تراعي نماذج المدخول الغذائي درجات الحرارة المحيطة وسرعة الرياح وعزل الشعر والأنسجة وسخونة التخمر (NRC, 2001; AAC, 1990) وتكون أكثر ملاءمة في تطبيقات المستوى 3. وهناك اقتراح تم تبنيه من بيانات أمريكا الشمالية يقضي بضبط قيمة Cf_i في المعادلة 10-3 لمتطلبات البقاء الخاصة بالأبقار المغذاة في معالف مفتوحة في المناطق المناخية الباردة وفقا للمعادلة التالية (Johnson, 1986):

المعادلة 10-2
معامل حساب الطاقة الصافية للبقاء

$$Cf_i(in_cold) = Cf_i + 0.0048 \bullet (20 - °C)$$

حيث:

Cf_i = معامل يختلف لكل فئة من الحيوانات كما هو موضح في الجدول 10-4 (معاملات لحساب NE_m)، ميجا جول في اليوم لكل كجم

°C متوسط درجة الحرارة اليومية أثناء الشتاء

وبمراعاة متوسط درجة الحرارة أثناء الشتاء، قد تتزايد متطلبات الطاقة الصافية اللازمة للبقاء (NE_m) بنسبة قد تصل إلى 30% في المناطق الشمالية من أمريكا الشمالية. ويرجح أن تقترن هذه الزيادة في استهلاك الغذاء للحفاظ على البقاء بمعدلات أكبر من انبعاثات الميثان.

- متوسط الإنتاج اليومي من اللبن (كجم في اليوم): تكون هذه البيانات مطلوبة فيما يتعلق بالنعاج والأبقار والجاموس المنتجة للبن. ويجب حساب متوسط الإنتاج اليومي عن طريق قسمة الإنتاج الإجمالي السنوي على عدد أيام السنة 365، أو الإبلاغ عنها كمتوسط للإنتاج اليومي إلى جانب عدد أيام الإدرار في العام، أو تقديرها باستخدام الإنتاج الموسمي مقسوماً على عدد الأيام في الموسم. وفي حالة استخدام بيانات الإنتاج الموسمي، يجب تطوير معامل انبعاث لهذه الفترة الموسمية.

- محتوى الدهون (%): يكون محتوى الدهون في اللبن مطلوبا بالنسبة للجاموس والأبقار المدرة للألبان والنعاج المدرة للبن لأغراض الاستهلاك البشري.

- النسبة المئوية لعدد الإناث التي تقوم بالإنجاب في عام: يتم جمع هذه البيانات لحيوانات الأبقار والجاموس والضأن الناضجة.

- عدد النسل المنتج في العام: تكون هذه البيانات مطلوبة فيما يتصل بالإناث من الحيوانات التي تلد أكثر من مرة في العام (مثل النعاج).

- قابلية الغذاء للانهضام (%): تعرف نسبة الطاقة الإجمالية (GE) في الغذاء والتي لا يتم إخراجها في الفضلات بالغذاء القابل للهضم. ويعبر عن قابلية الغذاء للانهضام كنسبة مئوية (%) من الطاقة الإجمالية أو إجمالي المغذيات القابلة للانهضام (TDN). وتمثل النسبة المئوية التي لا تُهضم من الغذاء النسبة المئوية للمادة الجافة المستهلكة التي يتم طردها من الجسم في صورة فضلات. ويشتمل الجدول 10-2 على القيم النموذجية لقابلية الانهضام لمجموعة من فئات الماشية وأنواع الغذاء للاسترشاد بها. وفيما يتعلق بالحيوانات المجترة، فإن النطاقات المشتركة لقابلية الغذاء للانهضام هي 45-55% لمنتجات المحاصيل الثانوية والمراعي المفتوحة؛ و55-75% للمراعي الجيدة، والأعلاف المجهزة جيدا، والأغذية القائمة على العلف والمكملة بالحبوب، و75-85% بالنسبة لأنواع الغذاء المعتمدة على الحبوب التي يتم التغذية بها في المعالف. وتؤدي الاختلافات في قابلية الغذاء للانهضام إلى اختلافات كبرى في تقدير الغذاء اللازم لتلبية متطلبات الحيوانات وبالتالي انبعاثات الميثان المقترنة وكميات الروث المخرجة. ومن الأهمية كذلك ملاحظة أن القابلية للانهضام والمدخول الغذائي والنمو هي ظواهر مترابطة. على سبيل المثال، تؤدي القابلية المنخفضة للانهضام إلى مدخول غذائي منخفض وبالتالي نمو أقل. وعلى العكس، تؤدي التغذية بمواد ذات قابلية انهضام عالية إلى معدل مدخول غذائي مرتفع ونمو أكبر. ويزيد الخطأ المقدر بـ 10% في تقدير القابلية للانهضام ليتراوح بين 12 إلى 20% عند تقدير انبعاثات الميثان بل أكثر (20 إلى 45%) لإفراز الروث (المواد الصلبة المتطايرة).

وينبغي أن تستند بيانات القابلية للانهضام إلى قيم مقاسة للأنواع السائدة من الأغذية أو الأعلاف التي يتم استهلاكها بواسطة المواشي مع مراعاة الاختلاف الموسمي. وبصفة عامة، تتناقص قابلية العلف للانهضام مع النضج المتزايد وتكون عادة أقل أثناء الموسم الجاف. ونظراً للاختلاف المؤثر، ينبغي الحصول على معاملات القابلية للانهضام من البيانات العلمية المحلية ما أمكن. ورغم إن إجراء حصر كامل للقابلية للانهضام يعتبر أمراً غير واقعي، إلا أنه ينبغي كحد أدنى الرجوع إلى بيانات القابلية للانهضام من الدراسات البحثية. وأثناء وضع بيانات القابلية للانهضام، يجب كذلك تسجيل خصائص الغذاء المقترن حال توافرها، مثل القيم المقاسة لمكون الألياف المتعادلة (NDF)، ومكون الألياف الحامضية (ADF)، والبروتين الخام ووجود المعاملات المضادة للمغذيات (على سبيل المثال، المركبات شبه القلوية، والراتينج الفينولي، % رماد). ويعتبر كل من NDF وADF من خصائص الغذاء التي يتم قياسها معملياً والتي تستخدم لقياس القيمة التغذوية لغذاء

- متوسط الإنتاج السنوي من الصوف للرأس الواحدة من الضأن (كجم في العام): يلزم توافر بيانات كمية الصوف المنتج بالكيلوجرام (بعد التجفيف وقبل التنظيف) لتقدير كمية الطاقة المخصصة لإنتاج الصوف.

الجدول 10-2
قابلية الانهضام للغذاء لفئات المواشي المختلفة

الفئات الرئيسية	الفئة الفرعية	القابلية للانهضام (DE%)
الخنازير	الخنازير الناضجة - مرابط	70 - 80%
	الخنازير النامية- مرابط	80 - 90%
	الخنازير – مراعي مفتوحة	50 - 70% [1]
الأبقار والحيوانات المجترة الأخرى	الحيوانات في المعالف والمغذاة بنسبة > 90% مواد مركزة	75 - 85%
	الحيوانات المغذاة على العشب	55 - 75%
	الحيوانات المغذاة على الأعلاف منخفضة الجودة	45 - 55%
الدواجن	فروج الشي - حظائر	85 - 93%
	الدجاج البيوض - حظائر	70 - 80%
	الدواجن – مراعي مفتوحة	55 - 90% [1]
	الديك الرومي - حظائر	85 - 93%
	الإوز - حظائر	80 - 90%

1 يعد نطاق القابلية للانهضام في الغذاء المستهلك بواسطة الخنازير والدواجن في المراعي المفتوحة متغيرا بصورة شديدة نظراً للطبيعية الانتقائية لأنظمة الغذاء هذه. ويرجح في الغالب أن يكون مقدار الروث المنتج في هذه الفئات الفرعية محدودا بواسطة كمية الغذاء المتاحة للاستهلاك في مقابل درجة القابلية للانهضام الخاصة به. وفي الحالات التي لا يكون فيها الغذاء محدوداً وتكون مصادر الأغذية عالية الجودة متوافرة للاستهلاك، فقد تقترب القابلية للانهضام من القيم المقاسة في ظروف المرابط.

حسابات الطاقة الإجمالية

تُستخدم بيانات الأداء الحيواني والغذاء لتقدير كميات المدخول الغذائي, والتي تشكل كمية الطاقة (ميجا جول في اليوم) التي يحتاج إليها الحيوان للبقاء والقيام بالأنشطة المعهودة المتعلقة بالنمو والإرضاع والحمل. وتعتبر الاستعانة بالطرق الخاصة بالبلد من *الممارسة السليمة* بالنسبة للقائمين بالحصر الذين لديهم طرق موثقة ومعروفة خاصة بالبلد المعني والتي تستخدم في تقدير معدلات المدخول الغذائي بناء على البيانات المتعلقة بالأداء.
وفي القسم التالي, يتم التعرف على طرق تقدير معدلات مدخول الطاقة الإجمالية بالنسبة للفئات الرئيسية للحيوانات المجترة؛ وهي الأبقار والجاموس والضأن. وتستخدم المعادلات المدرجة في الجدول 10-3 لاشتقاق هذا التقدير- وفي حالة عدم توافر طرق خاصة بالبلد, يتعين حساب المدخول من خلال استخدام المعادلات الواردة بالجدول 10-3.
وكما هو موضح في الجدول, تستخدم معادلات منفصلة لتقدير متطلبات الطاقة الصافية بالنسبة للضأن مقارنة بالأبقار والجاموس. والمعادلات المستخدمة لحساب الطاقة الإجمالية هي كالتالي:

الجدول 10-3
ملخص بالمعادلات المستخدمة في حساب المعدل اليومي لمدخول الطاقة الإجمالية للأبقار والجاموس والضأن

الوظائف الأيضية والتقديرات الأخرى	المعادلات الخاصة بالأبقار والجاموس	المعادلات الخاصة بالضأن
البقاء (NE_m)	المعادلة 10-3	المعادلة 10-3
النشاط (NE_a)	المعادلة 10-4	المعادلة 10-5
النمو (NE_m)	المعادلة 10-6	المعادلة 10-7
الإدرار (NE_l)*	المعادلة 10-8	المعادلتان 10-9 و10-10
طاقة الجر (NE_{work})	المعادلة 10-11	غير مطبق
إنتاج الصوف (NE_{wool})	غير مطبق	المعادلة 10-12
الحمل (NE_p)*	المعادلة 10-13	المعادلة 10-13
نسبة الطاقة الصافية المتاحة في الغذاء للبقاء إلى الطاقة القابلة للهضم المستهلكة (REM)	المعادلة 10-14	المعادلة 10-14
نسبة الطاقة الصافية المتاحة للنمو في الغذاء إلى الطاقة القابلة للهضم المستهلكة (REG)	المعادلة 10-15	المعادلة 10-15
الطاقة الإجمالية	المعادلة 10-16	المعادلة 10-16

المصدر: معادلات الأبقار والجاموس اعتماداً على NRC (1996) ومعادلات الضأن AFRC (1993)-

تعني NA "غير مطبق".

* تنطبق فقط على نسبة الإناث التي تلد.

الطاقة الصافية اللازمة للبقاء: تشير قيمة (NE_m) إلى الطاقة الصافية التي يحتاجها الحيوان للمحافظة على حياته, وهي مقدار الطاقة اللازمة للحفاظ على توازن الحيوان بحيث لا يحدث اكتساب أو فقد في طاقة الجسم (Jurgen, 1988).

المعادلة 10-3
الطاقة الصافية اللازمة للبقاء

$$NE_m = Cf_i \bullet (Weight)^{0.75}$$

حيث:

NE_m = الطاقة الصافية التي يحتاجها الحيوان للبقاء, ميجا جول يوميا

Cf_i = المعامل الذي يتباين بالنسبة لكل فئة حيوان كما هو موضح بالجدول 10-4 (معاملات حساب الطاقة الصافية اللازمة للبقاء (NE_m)) ميجا جول في اليوم كجم

الوزن = الوزن الحي للحيوان, كجم

الطاقة الصافية للنشاط: تشير NE_a إلى الطاقة الصافية للنشاط، أو الطاقة التي يحتاج إليها الحيوان للحصول على الطعام والماء والمأوى. ويعتمد ذلك على وضع التغذية لا على خصائص الغذاء ذاتها. وكما يوضح الجدول 10-3, تختلف المعادلة المستخدمة في تقدير الطاقة الصافية للنشاط (NE_a) للأبقار والجاموس عن المعادلة الخاصة بالضأن. وتعد كلتا المعادلتين من النوع التجريبي مع وجود تعريفات مختلفة للمعامل C_a.

المعادلة 10-4
الطاقة الصافية للنشاط (للأبقار والجاموس)

$$NE_a = C_a \bullet NE_m$$

حيث:

NE_a – الطاقة الصافية اللازمة للنشاط الذي يقوم به الحيوان, ميجا جول في اليوم

C_a = معامل مطابق لوضع تغذية الحيوان (الجدول 10-5, معاملات النشاط)

NE_m = الطاقة الصافية اللازمة للبقاء (المعادلة 10-3) ميجا جول في اليوم

المعادلة 10-5
الطاقة الصافية للنشاط (للضأن)

$$NE_a = C_a \bullet (weight)$$

حيث:

NE_a – الطاقة الصافية اللازمة للنشاط الذي يقوم به الحيوان, ميجا جول في اليوم

C_a = معامل مطابق لوضع التغذية الخاصة بالحيوان (الجدول 10-5,) ميجا جول في اليوم لكل كجم

الوزن = الوزن الحي للحيوان, كجم

بالنسبة للمعادلتين 10-4 و10-5, يتطابق المعامل C_a مع وضع التغذية التمثيلية للحيوان وفقاً لما هو موضح أعلاه. يوضح الجدول 10-5 القيم الخاصة بالمعامل C_a. وفي حالة وجود مزيج من أوضاع التغذية خلال العام, فيجب قياس الطاقة الصافية اللازمة للبقاء وفقا لذلك.

الجدول 10-4
معاملات حساب الطاقة الصافية اللازمة للبقاء (NE_m)

فئة الحيوان	Cf_i (ميجا جول يوميا كجم)	تعليقات
الأبقار/الجاموس (الأبقار غير المدرة للبن)	0.322	
الأبقار/الجاموس (الأبقار المدرة للبن)	0.386	هذه القيمة تكون أعلى 20% للبقاء أثناء فترة الإدرار
الأبقار /الجاموس (ذكور)	0.370	هذه القيمة تكون أعلى 15% للبقاء بالنسبة للذكور غير المخصية
الضأن (حَمَل إلى عام واحد)	0.236	هذه القيمة تكون أعلى 15% للذكور غير المخصية
الضأن (أكبر من عام)	0.217	هذه القيمة تكون أعلى 15% للذكور غير المخصية.

المصدر: المجلس القومي للبحوث (1996)، ومجلس بحوث الزراعة والأغذية (1993).

الجدول 10-5
معاملات النشاط المطابقة لوضع التغذية الخاص بالحيوان

الوضع	التعريف	C_a
الأبقار والجاموس (وحدة C_a بلا أبعاد)		
المرابط	تُحصر الحيوانات في منطقة صغيرة (مثل المراعي التي تستخدم الحبال لتقييد حركة الحيوان, والحظائر, والزرائب) مما يؤدي إلى عدم بذل طاقة أو بذل طاقة قليلة في تحصيل الغذاء.	0.00
المراعي	تُقيد الأبقار في مناطق بها كميات كافية من العلف ولا تحتاج سوى لبذل طاقة بسيطة لتحصيل الغذاء.	0.17
الرعي في مناطق شاسعة	تُرعى الحيوانات في مساحات مفتوحة أو مناطق ذات تضاريس جبلية مما يتطلب بذل طاقة هائلة في الحصول على الغذاء.	0.36
الضأن (وحدة C_a = ميجا جول في اليوم $^{-1}$ كجم $^{-1}$)		
إيواء النعاج	تُحصر حركة الحيوانات العشار في الفترة الأخيرة (50 يوما قبل الولادة).	0.0090
الرعي في مناطق مسطحة	تسير الحيوانات مسافة تصل إلى 1000 متر في اليوم وتبذل طاقة قليلة للحصول على الغذاء.	0.0107
الرعي فوق التلال	تسير الحيوانات مسافة تصل إلى 5000 متر يوميا وتبذل طاقة هائلة للحصول على الغذاء.	0.0240
إيواء الحملان للتسمين	يتم إيواء الحيوانات للتسمين.	0.0067

المصدر: المجلس القومي للبحوث (1996)، ومجلس بحوث الزراعة والأغذية (1993).

الطاقة الصافية اللازمة للنمو: تشير (NE_g) إلى الطاقة الصافية التي يحتاج إليها الحيوان للنمو (مثل اكتساب الوزن). وتستند المعادلة 10-6 إلى بيانات المجلس القومي للبحوث (1996). فيما تستند المعادلة 10-7 على *بيانات جيبس وآخرين* (2002). علماً بأن المعاملات الثابتة الخاصة بالتحول من الكالوريات إلى الجول ومن الوزن الحي للجسم إلى وزن الجسم المنكمش والأجوف قد تم دمجها في المعادلة.

المعادلة 10-6
الطاقة الصافية للنمو (للأبقار والجاموس)

$$NE_g = 22.02 \bullet \left(\frac{BW}{C \bullet MW} \right)^{0.75} \bullet WG^{1.097}$$

حيث:

NE_g = الطاقة الصافية اللازمة للنمو, ميجا جول في اليوم

BW = متوسط الوزن الحي للحيوانات في المجموعة, كجم

C = معامل بقيمة 0.8 للإناث و1.0 للذكور المخصية و1.2 للعجول (NRC, 1996)

MW = الوزن الحي الناضج للإناث البالغة التي تتمتع بحالة متوسطة, كجم

WG = متوسط الزيادة اليومية في الوزن للحيوانات في المجموعة, كجم في اليوم

المعادلة 10-7
الطاقة الصافية اللازمة للنمو (للضأن)

$$NE_g = \frac{WG_{lamb} \bullet \left(a + 0.5b\left(BW_i + BW_f \right) \right)}{365}$$

حيث:

NE_g = الطاقة الصافية اللازمة للنمو, ميجا جول في اليوم

WG_{lamb} = زيادة الوزن ($BW_f - BW_i$), كجم في العام

BW_i = الوزن الحي للجسم عند الفطام, كجم

BW_f = الوزن الحي للجسم عند بلوغ عام أو عند الذبح (الوزن الحي) إذا تم الذبح قبل بلوغ الحيوان عامه الأول, كجم

a, b = الثوابت الموضحة بالجدول 10-6.

يُلاحظ أن الحملان يتم فطامها بعد أسابيع حيث تستكمل غذاءها من اللبن بغذاء المراعي أو الغذاء المقدم. ويحدد وقت الفطام باعتباره الوقت الذي يصبح بمقدور الحملان الاعتماد على اللبن في نصف طاقتها الغذائية فقط.

تشمل معادلة NE_g المستخدمة للضأن معاملين ثابتين تجريبيين (أ وب) يختلفان حسب النوع/الفئة (الجدول 10-6).

الجدول 10-6
الثوابت المستخدمة في حساب الطاقة الصافية اللازمة للنمو بالنسبة للضأن

نوع/فئة الحيوان	أ (ميجا جول كجم)	ب (ميجا جول كجم^2)
الذكور غير المخصية	2.5	0.35
الذكور المخصية	4.4	0.32
الإناث	2.1	0.45

المصدر: مجلس البحوث والزراعة (1993).

الطاقة الصافية اللازمة للإدرار: تشير (NE_l) إلى الطاقة الصافية اللازمة للإدرار. وفيما يتعلق بالأبقار والجاموس, يتم التعبير عن الطاقة الصافية للإدرار في صورة دالة لكمية اللبن التي يتم إنتاجها, كما يتم التعبير عن محتوى الدهون في صورة نسبة مئوية (مثل 4%) (NRC, 1989):

المعادلة 10-8
الطاقة الصافية اللازمة للإدرار (لأبقار اللحم وأبقار الألبان والجاموس)

$$NE_l = Milk \bullet (1.47 + 0.40 \bullet Fat)$$

حيث:

NE_l = الطاقة الصافية اللازمة للإدرار, ميجا جول في اليوم

Milk = كمية الألبان التي يتم إنتاجها, كجم من اللبن في اليوم

Fat = محتوى الدهون باللبن, % حسب الوزن.

وهناك طريقتان لتقدير الطاقة الصافية اللازمة للإدرار بالنسبة للضأن. تُستخدم الطريقة الأولى (المعادلة 10-9) عند تكون كمية الألبان المنتجة معلومة, وأما الثانية (المعادلة 10-8) فتستخدم عندما تكون كميات اللبن المنتجة غير معلومة. وبوجه عام, يكون إنتاج اللبن معلوماً فيما يتعلق بالنعاج المخصصة للإنتاج التجاري للألبان, في حين يكون غير معلوم بالنسبة للنعاج التي تقوم بإرضاع صغارها لحين الفطام. وعند المعرفة بكمية اللبن المنتجة, يتم قسمة إجمالي إنتاج الألبان السنوي على 365 يوماً لتقدير المعدل المتوسط للإنتاج اليومي للألبان بالكيلوجرام/يوم (المعادلة 10-9). وفي حالة عدم معرفة إنتاج الألبان, تشير بيانات المجلس القومي لبحوث الزراعة والأغذية (1990) إلى أن إنتاج اللبن بالنسبة لإنجاب مولود واحد يقدر بحوالي خمس مرات من اكتساب وزن الحملان. وبالنسبة للإنجاب المتعدد, يمكن تقدير إجمالي إنتاج الألبان السنوي بحوالي خمس مرات من الزيادة المجمعة في وزن كافة الحملان التي تنجبها نعجة واحدة. ويقدر معدل متوسط الإنتاج اليومي من خلال قسمة التقدير الناتج على 365 يوماً كما هو موضح بالمعادلة 10-10.

المعادلة 10-9
الطاقة الصافية اللازمة للإدرار بالنسبة للضأن (إنتاج اللبن معلوم)

$$NE_l = Milk \bullet EV_{milk}$$

حيث:

NE_l = الطاقة الصافية اللازمة للإدرار, ميجا جول في اليوم

Milk = كمية اللبن المنتجة, كجم من اللبن في اليوم

EV_{milk} = الطاقة الصافية اللازمة لإنتاج 1 كجم من اللبن. يمكن استخدام القيمة الافتراضية 4.6 ميجا جول/كجم (AFRC, 1993) التي تتطابق مع نسبة تصل إلى 7% من محتوى الدهون باللبن حسب الوزن.

المعادلة 10-10
الطاقة الصافية اللازمة للإدرار للضأن (إنتاج اللبن غير معلوم)

$$NE_l = \left[\frac{(5 \bullet WG_{wean})}{365}\right] \bullet EV_{milk}$$

حيث:

NE_l = الطاقة الصافية اللازمة للإدرار, ميجا جول في اليوم

WG_{wean} = الزيادة في وزن الحملان في الفترة ما بين الولادة والفطام, كجم

EV_{milk} = الطاقة التي يحتاجها الحيوان لإنتاج 1 كجم من اللبن، ميجا جول كجم. يمكن استخدام القيمة الافتراضية 4.6 ميجا جول كجم.

الطاقة الصافية المبذولة في العمل: تشير (NE_{work}) إلى الطاقة الصافية المبذولة في العمل, والتي تستخدم لتقدير الطاقة اللازمة للقيام بالعمل بالنسبة للأبقار والجاموس. وهناك العديد من المؤلفين (أمثال Bamualim ,Lawrence, 1985 وKartiarso, 1985، وIbrahim, 1985) الذين قاموا بتلخيص متطلبات مدخول الطاقة اللازمة للقيام بالأعمال. يُذكر أن مدى الجهد الذي يتكبده الحيوان للقيام بالعمل تؤثر على المتطلبات الخاصة بالطاقة, ومن ثم يتم تقدير مجموعة كبيرة من متطلبات الطاقة. وتوضح القيم التي حددها كل من باموليم وكارتيارسو أن حوالي 10% من متطلبات NE_m في اليوم يحتاج إليها الحيوان في الساعة للقيام بالعمل العادي بالنسبة لحيوانات الجر. وتستخدم هذه القيمة على النحو التالي:

المعادلة 10-11
الطاقة الصافية المبذولة في العمل (للأبقار والجاموس)

$$NE_{work} = 0.10 \bullet NE_m \bullet Hours$$

حيث:

NE_{work} = الطاقة الصافية المبذولة في العمل, ميجا جول في اليوم

NE_m = الطاقة الصافية التي يحتاجها الحيوان للبقاء (المعادلة 10-3), ميجا جول في اليوم

Hours = عدد ساعات العمل اليومية

الطاقة الصافية اللازمة لإنتاج الصوف: تشير (NE_{wool}) إلى متوسط الطاقة الصافية اليومية التي يحتاجها الضأن لإنتاج الصوف في العام. ويتم حساب NE_{wool} على النحو التالي:

المعادلة 10-12
الطاقة الصافية اللازمة لإنتاج الصوف (للضأن)

$$NE_{wool} = \left(\frac{EV_{wool} \bullet Production_{wool}}{365}\right)$$

حيث:

NE_{wool} = الطاقة الصافية التي يحتاجها الضأن لإنتاج الصوف, ميجا جول في اليوم

EV_{wool} = قيمة الطاقة لكل كجم من الصوف المنتج (والذي يتم وزنه بعد التجفيف وقبل التنظيف), ميجا جول كجم. ويمكن استخدام القيمة الافتراضية 24 ميجا جول كجم (AFRC, 1993) لهذا التقدير.

$Production_{wool}$ = المعدل السنوي لإنتاج الصوف لكل رأس من الضأن, كجم في العام

الطاقة الصافية اللازمة للحمل: تشير (NEp) إلى الطاقة التي يحتاجها الحيوان للحمل. وبالنسبة للأبقار الجاموس, يحسب متطلب إجمالي الطاقة التي يحتاج إليها الحيوان لفترة حمل تبلغ 281 يوما كمتوسط لعام كامل بنسبة 10% من NE_m. وبالنسبة للضأن, يتم تقدير متطلب NE_p بنفس الطريقة لفترة حمل تصل إلى 147 يوماً, على الرغم من أن النسبة تختلف حسب عدد الحملان المولودة (الجدول 10-7, الثوابت المستخدمة في حساب NE_p في المعادلة 10-13). وتوضح المعادلة 10-13 كيفية تطبيق هذه التقديرات.

المعادلة 10-13
الطاقة الصافية للحمل (للأبقار/الجاموس والضأن)

$$NE_p = C_{pregnancy} \bullet NE_m$$

حيث:

NE_p = الطاقة الصافية اللازمة للحمل, ميجا جول في اليوم

$C_{pregnancy}$ = معامل الحمل (راجع الجدول 10-7)

NE_m = الطاقة الصافية التي يحتاجها الحيوان للبقاء (المعادلة 10-3), ميجا جول في اليوم

الجدول 10-7
الثوابت المستخدمة في حساب NE_p في المعادلة 10-13

فئة الحيوان	معامل الحمل ($C_{pregnancy}$)
الأبقار والجاموس	0.10
الضأن	
الإنجاب الفردي	0.077
إنجاب التوائم	0.126
إنجاب ثلاثة مواليد أو أكثر	0.150

المصدر: تم وضع تقدير الأبقار والجاموس من بيانات المجلس القومي للبحوث (1996). وتم وضع تقديرات الضأن من بيانات المجلس القومي لبحوث الزراعة والأغذية (1993)، مع الوضع في الاعتبار عدم فاعلية تحويل الطاقة.

عند استخدام NE_p لحساب الطاقة الإجمالية بالنسبة للأبقار والضأن, يجب قياس تقدير NE_p حسب نسبة الإناث الناضجة التي تخطت مرحلة الحمل في أحد الأعوام. فعلى سبيل المثال, إذا أنجبت 80% من الإناث الناضجة في إحدى فئات الحيوانات في أحد الأعوام, يتم استخدام 80% من قيمة NE_p في معادلة الطاقة الإجمالية الواردة أدناه.

ولتحديد المعامل الملائم الخاص بالضأن, يجب تحديد نسبة النعاج التي تنجب مولوداً واحدا، والنعاج التي تنجب مولودين، وتلك التي تنجب ثلاثة من أجل تقدير القيمة المتوسطة لمعامل الحمل. وفي حالة عدم توافر هذه البيانات, يمكن حساب المعامل على النحو التالي:

- إذا كان عدد الحملان المولودة في أحد الأعوام مقسوماً على عدد النعاج العشار في عام، أقل من أو يساوي 1.0، فمن الممكن في هذه الحالة استخدام معامل الإنجاب الفردي.
- إذا كان عدد الحملان المولودة في أحد الأعوام مقسوماً على عدد النعاج العشار في العام ذاته, أكثر من 1.0 وأقل من 2.0, فلا بد من حساب المعامل على النحو التالي:

$C_{pregnancy}$ = [(0.126 × جزء إنجاب التوأم) + (0.077 × جزء الإنجاب الفردي)]

حيث:

جزء إنجاب التوأم = [(الحملان المولودة / النعاج العشار)]

جزء الإنجاب الفردي [(1 – جزء إنجاب التوأم)]

نسبة الطاقة الصافية المتاحة في الغذاء للبقاء إلى الطاقة القابلة للهضم المستهلكة (REM): بالنسبة للأبقار والجاموس والضأن, يتم تقدير نسبة الطاقة الصافية المتاحة في الغذاء واللازمة للبقاء إلى الطاقة القابلة للهضم المستهلكة باستخدام المعادلة التالية (Gibbs and Johnson, 1993):

المعادلة 10-14
نسبة الطاقة الصافية المتاحة في الغذاء للبقاء إلى الطاقة القابلة للهضم المستهلكة

$$REM = \left[1.123 - \left(4.092 \bullet 10^{-3} \bullet DE\%\right) + \left[1.126 \bullet 10^{-5} \bullet \left(DE\%\right)^2\right] - \left(\frac{25.4}{DE\%}\right)\right]$$

حيث:

REM = نسبة الطاقة الصافية المتاحة في الغذاء للبقاء إلى الطاقة القابلة للهضم المستهلكة

DE% = الطاقة القابلة للهضم مُعبر عنها كنسبة مئوية من الطاقة الإجمالية

نسبة الطاقة الصافية المتاحة للنمو في الغذاء إلى الطاقة القابلة للهضم المستهلكة (REG): فيما يتعلق بالأبقار والجاموس والضأن, يتم تقدير نسبة الطاقة الصافية المتاحة للنمو (بما في ذلك نمو الصوف) في الغذاء إلى الطاقة القابلة للهضم المستهلكة (REG) باستخدام المعادلة التالية Gibbs and Johnson, 1993):

المعادلة 10-15
نسبة الطاقة الصافية المتاحة للنمو في الغذاء إلى الطاقة القابلة للهضم المستهلكة

$$REG = \left[1.164 - \left(5.160 \bullet 10^{-3} \bullet DE\%\right) + \left[1.308 \bullet 10^{-5} \bullet \left(DE\%\right)^2\right] - \left(\frac{37.4}{DE\%}\right)\right]$$

حيث:

REG = نسبة الطاقة الصافية المتاحة للنمو في الغذاء إلى الطاقة القابلة للهضم المستهلكة

DE% = الطاقة القابلة للهضم مُعبر عنها كنسبة مئوية من الطاقة الإجمالية

الطاقة الإجمالية: كما هو موضح بالمعادلة 10-16, يُشتق متطلب الطاقة الإجمالية استنادا إلى متطلبات الطاقة الصافية المجمعة وخصائص توافر الطاقة في الغذاء. وتمثل المعادلة 10-16 *الممارسة السليمة* لحساب متطلبات الطاقة الإجمالية للأبقار والضأن من خلال استخدام نتائج المعادلات الواردة أعلاه.

وعند استخدام المعادلة 10-16 فقط, تُستخدم الأطراف ذات الصلة بالفئة المعنية فقط (راجع الجدول 10-3).

المعادلة 10-16
الطاقة الإجمالية للأبقار/الجاموس والضأن

$$GE = \left[\frac{\left(\frac{NE_m + NE_a + NE_1 + NE_{work} + NE_p}{REM}\right) + \left(\frac{NE_g + NE_{wool}}{REG}\right)}{\frac{DE\%}{100}}\right]$$

حيث:

GE = الطاقة الإجمالية, ميجا جول في اليوم

NE_m = الطاقة الصافية التي يحتاجها الحيوان للبقاء (المعادلة 10-3), ميجا جول في اليوم

NE_a = الطاقة الصافية اللازمة للنشاط الذي يقوم به الحيوان (المعادلتان 10-4, و10-5), ميجا جول في اليوم

NE_l = الطاقة الصافية اللازمة للإدرار (المعادلات 10-8 و10-9 و10-10), ميجا جول في اليوم

NE_{work} = الطاقة الصافية المبذولة في العمل (المعادلة 10-11), ميجا جول في اليوم

NE_p = الطاقة الصافية اللازمة للحمل (المعادلة 10-13), ميجا جول في اليوم

REM = نسبة الطاقة الصافية المتاحة في الغذاء للبقاء إلى الطاقة القابلة للانهضام المستهلكة (المعادلة 10-14)

NE_g = الطاقة الصافية التي يحتاجها الحيوان للنمو (المعادلتان 10-6 و10-7), ميجا جول في اليوم

NE_{wool} = الطاقة الصافية اللازم لإنتاج عام من الصوف (المعادلة 10-12), ميجا جول في اليوم

REG = نسبة الطاقة الصافية المتاحة للنمو في الغذاء إلى الطاقة القابلة للهضم المستهلكة (المعادلة 10-15)

DE% = الطاقة القابلة للهضم مُعبر عنها كنسبة مئوية من الطاقة الإجمالية

وبعد حساب قيم الطاقة الإجمالية لكل فئة حيوان فرعية, يتعين أيضاً حساب المدخول الغذائي بوحدات الكيلوجرام من المادة الجافة لكل يوم (كجم في اليوم). للتحويل من طاقة إجمالية في وحدات الطاقة إلى مدخول مادة جافة, قم بقسمة الطاقة الإجمالية على كثافة الطاقة في الغذاء. ويمكن استخدام القيمة الافتراضية 18.45 ميجا جول كجم للمواد الجافة في حالة عدم توافر المعلومات الخاصة بالغذاء. وينبغي أن يتراوح المدخول اليومي من المادة الجافة بين 2% و3% من وزن جسم الحيوانات الناضجة أو البالغة. وبالنسبة للأبقار التي تدر كميات كبيرة من الألبان, فقد تزيد نسبة المدخول عن 4% من وزن الجسم.

تقديرات المدخول الغذائي باستخدام طريقة مبسطة للمستوى 2

التنبؤ بمدخول المادة الجافة بواسطة الأبقار اعتماداً على وزن الجسم وتركيز الطاقة الصافية للغذاء (NE_{ma}) أو قيم الطاقة القابلة للهضم (DE%):
يمكن التنبؤ بمعدل مدخول المادة الجافة بالنسبة للأبقار الناضجة أو البالغة اعتماداً على وزن جسم الحيوان إلى جانب تركيز NE_{ma} في الغذاء (NRC, 1996) أو DE%. وقد يتنوع تركيز NE_{ma} الغذائي بين 3.0 إلى 9.0 ميجا جول كجم من المواد الجافة. يوضح الجدول 10-18 القيم النموذجية للأغذية منخفضة ومتوسطة وعالية الجودة. ويمكن استخدام هذه الأرقام أيضاً في تقدير قيم NE_{ma} بالنسبة للأغذية المختلطة اعتماداً على تقدير جودة الغذاء. فعلى سبيل المثال, يمكن افتراض أن أغذية الأعلاف والحبوب المختلطة تتمتع بنفس قيمة NE_{ma} التي تتمتع بها أغذية الأعلاف ذات الجودة المرتفعة. كما يمكن افتراض أن أغذية الحبوب والقش المختلطة لها نفس قيمة NE_{ma} مثل أغذية الأعلاف ذات الجودة المتوسطة. ويمكن الرجوع إلى أخصائيي التغذية في مناطق جغرافية معينة للمشورة فيما يتعلق باختيار قيم NE_{ma} التي تمثل أنواع الغذاء المتوافر محلياً بشكل أكبر.

ويقدر مدخول المادة الجافة للأبقار النامية وأبقار التسمين باستخدام المعادلة التالية:

المعادلة 10-17
تقدير مدخول المادة الجافة للأبقار النامية وأبقار التسمين

$$DMI = BW^{0.75} \bullet \left[\frac{\left(0.2444 \bullet NE_{ma} - 0.0111 \bullet NE_{ma}^{\ 2} - 0.472\right)}{NE_{ma}} \right]$$

حيث:

DMI = مدخول المادة الجافة, كجم في اليوم

BW = الوزن الحي للجسم, كجم

NE_{ma} = تركيز الطاقة الصافية للغذاء أو القيم الافتراضية في الجدول 10-8, ميجا جول كجم

يقدر مدخول المادة الجافة لأبقار اللحم باستخدام المعادلة التالية:

المعادلة 10-18أ
تقدير مدخول المادة الجافة لأبقار اللحم الناضجة

$$DMI = BW^{0.75} \bullet \left[\frac{\left(0.0119 \bullet NE_{ma}^{\ 2} + 0.1938\right)}{NE_{ma}} \right]$$

حيث:

DMI = مدخول المواد الجافة, كجم في اليوم

BW = الوزن الحي للجسم, كجم

NE_{ma} = تركيز الطاقة الصافية للغذاء أو القيم الافتراضية الموضحة في الجدول 10-18, ميجا جول

بالنسبة لأبقار الألبان الناضجة التي تستهلك غذاءاً منخفضاً الجودة, أعلاف استوائية في الغالب, يمكن استخدام المعادلة البديلة التالية لتقدير مدخول المادة الجافة استنادا إلى النسبة المئوية للطاقة القابلة للهضم (NRC, 1989):

المعادلة 10-18ب
تقدير مدخول المادة الجافة لأبقار الألبان الناضجة

$$DMI = \left[\frac{\left(\frac{(5.4 \bullet BW)}{500} \right)}{\left(\frac{(100 - DE\%)}{100} \right)} \right]$$

حيث:

DMI = مدخول المادة الجافة, كجم في اليوم

BW = الوزن الحي للجسم, كجم

DE% = الطاقة القابلة للهضم مُعبر عنها كنسبة مئوية من الطاقة الإجمالية (نموذجياً 45.55% للأعلاف منخفضة الجودة)

تقدم المعادلات 1.17 و10-18أ و10-18ب مراجعة جيدة لطريقة المستوى 2 الرئيسية من أجل التنبؤ بالمدخول الغذائي. ويمكن النظر إليها باعتبارها تطرح السؤال التالي: "ما هو المدخول الغذائي المتوقع لجودة غذاء معين؟" كما يمكن استخدامها للتنبؤ بمدخول المادة الجافة بشكل مستقل من وزن الجسم وجودة الغذاء (NE_{ma} أو DE%). وعلى العكس من ذلك, تستخدم طريقة المستوى 2 الرئيسية للتنبؤ بمدخول المادة الجافة اعتماداً على كمية الغذاء التي يجب استهلاكها لتلبية المتطلبات المقدرة (أي NE_m وNE_g) كما أنها لا تراعي القدرة البيولوجية للحيوان على الاستهلاك الحقيقي لكمية الغذاء المتوقعة. وبناءاً على ذلك, يمكن استخدام طريقة المستوى 2 المبسطة للتأكد من أن قيم مدخول المادة الجافة المشتقة من طريقة المستوى 2 الرئيسية قيم واقعية من الناحية البيولوجية. وتخضع هذه التقديرات أيضاً للتدقيق المقارن للتحقق من أن مدخول المادة الجافة ينبغي أن يكون في نطاق 2% إلى 3% من وزن جسم الحيوانات الناضجة أو النامية.

الجدول 10-8
أمثلة لمحتوى NE_{ma} من أنواع غذاء نموذجية للأبقار لتقدير مدخول المادة الجافة في المعادلتين 10-17 و10-18

نوع الأغذية	NE_{ma} (ميجا جول (كجم مادة جافة))
أغذية تحتوي على نسبة حبوب مرتفعة > 90%	8.5 - 7.5
أعلاف عالية الجودة (مثل البقوليات الخضرية والأعشاب)	7.5 - 6.5
أعلاف متوسطة الجودة (مثل البقوليات والأعشاب في منتصف الموسم)	6.5 - 5.5
أعلاف منخفضة الجودة (مثل القش والأعشاب الناضجة)	5.5 - 3.5

المصدر: تم الحصول على التقديرات من النماذج التنبوية لدى المجلس القومي للبحوث (1996), ويمكن أيضاً تقدير NE_{ma} باستخدام المعادلة: $NE_{ma} = REM \times 18.45 \times DE\% / 100$.

10-2-3 تقدير عدم التيقن

ينبغي أن تكون الخطوة الأولى في جمع البيانات هي تقصي الإحصائيات الوطنية الحالية والمصادر الصناعية والدراسات البحثية فضلاً عن الإحصائيات الصادرة عن منظمة الفاو. وعلى الرغم من أن نسبة عدم التيقن المرتبطة بالمجموعات سوف تختلف اختلافاً كبيراً تبعاً للمصدر, غير أنها تكون معروفة في حدود ± 20%. وفي أغلب الأحيان, تكون هناك تقديرات عدم تيقن مقترنة بإحصائيات مجموعات المواشي الوطنية حيث يجب استخدامها. وفي حالة عدم توافر البيانات المنشورة من هذه المصادر, يمكن إجراء مقابلات مع الخبراء المعروفين في الصناعة والخبراء الأكاديميين. ومن ناحية أخرى, تمثل التقديرات الخاصة بالقابلية للانهضام أهمية خاصة بالنسبة لتقديرات المستوى 2 المتعلقة بمدخول الطاقة الإجمالية. وقد تكون تقديرات عدم التيقن المقترنة بتقديرات القابلية للانهضام مرتفعة لتصل إلى ± 20%. ويوضح الفصل 3 من المجلد 1 كيفية الحصول على معرفة الخبراء فيما يتعلق بنطاقات عدم التيقن. ويمكن استخدام بروتوكولات مشابهة للحصول على رأي الخبراء من أجل التوصل إلى المعلومات اللازمة لوصف المواشي في حالة عدم توافر بيانات وإحصائيات منشورة.

10-2-4 وصف أنواع المواشي التي لا يوجد لها طرق لتقدير الانبعاثات

قد يوجد في بعض البلدان حيوانات مستأنسة لا يوجد لها في الوقت الحاضر طرق من المستوى 1 أو 2 لتقدير الانبعاثات (مثل اللامة والألبكة والوبيت والأمو والنعام). ومن *الممارسة السليمة* في تقدير الانبعاثات الناجمة عن هذه الحيوانات أن يتم أولاً تقييم ما إذا كان يرجح أن تكون هذه الانبعاثات مؤثرة، بما يستدعي وصف هذه الأنواع ووضع معاملات انبعاثات خاصة بالبلد لها. ويقدم الفصل 4 (اختيار المنهجيات وتحديد الفئات الرئيسية) من المجلد 1 إرشادات فيما يتعلق بتقييم أهمية فئات المصدر الفردية في إطار الحصر الوطني. ويمكن استخدام مقتربات مشابهة لتقدير أهمية فئات المصادر الفرعية (أي الأنواع) المندرجة تحت فئة مصدر. وإذا وجد أن الانبعاثات الصادرة من أنواع فرعية معينة تعتبر هامة، فينبغي عندئذ تحديد معاملات انبعاثات خاصة بالبلد وإجراء عملية وصف لدعم وضع معاملات الانبعاث. وينبغي تشجيع الأبحاث المعنية بتقدير مستويات الانبعاث من هذه الأنواع غير الموصوفة. ولابد من توثيق البيانات والطرق المستخدمة في وصف الحيوانات توثيقاً جيداً.

ونظراً لعدم توافر طرق لتقدير الانبعاثات لهذه الأنواع من الحيوانات، فمن الملائم استخدام معاملات انبعاث تقريبية تستند إلى "حسابات رتبة الحجم" لإجراء تقييم لأهمية هذه الانبعاثات. ويتمثل أحد مقتربات وضع معاملات انبعاث تقريبية في استخدام معامل انبعاث من المستوى 1 للحيوانات المتشابهة في النظام الهضمي ثم تعديل معامل الانبعاث باستخدام نسبة أوزان الحيوانات مرفوعة إلى القوة 0.75. ويمكن تصنيف معاملات الانبعاث المستخدمة في المستوى 1 حسب النظام الهضمي على النحو التالي:

- الحيوانات المجترة: الأبقار، والجاموس، والضأن، والماعز والجمال
- آكلات الأعشاب غير المجترة: الخيول والبغال/الحمير
- الدواجن: الدجاج، والبط ، والديك الرومي والإوز
- الحيوانات أحادية المعدة غير الدواجن: الخنازير

وعلى سبيل المثال، يمكن تقدير معامل تقريبي لانبعاثات غاز الميثان الناجمة عن التخمر المعوي في الألبكة استناداً إلى معامل الانبعاث الخاص بالضأن (وهي أيضا من المجترات) على النحو التالي:

معامل الانبعاث التقريبي = [(وزن الألبكة) / (وزن الضأن)] $^{0.75}$ × معامل الانبعاث للضأن

وعلى نفس النحو، يمكن تقدير معامل تقريبي لانبعاث الميثان من روث النعام باستخدام معامل الانبعاث الخاص بالدجاج في المستوى 1. ولا يمكن استخدام معاملات الانبعاث التقريبية المحددة على هذا النحو إلا لتقييم أهمية الانبعاثات الناجمة عن هذه الحيوانات ولا تعتبر دقيقة بما يكفي لتقدير الانبعاثات كجزء من الحصر الوطني.

10-3 انبعاثات الميثان من التخمر المعوي

يصدر الميثان عن آكلات العشب كمنتج ثانوي لعملية التخمر المعوي، وهي عملية هضمية يتم خلالها تفكيك الكربوهيدرات بواسطة الكائنات الدقيقة إلى جزيئات صغيرة يسهل امتصاصها في الدم. وتعتمد الكمية المنبعثة من الميثان على نوع الجهاز الهضمي والعمر ووزن الجسم وجودة الغذاء المستهلك وكميته. وتعتبر المواشي المجترة (مثل الأبقار والضأن) مصادر كبرى للميثان، فيما ينتج الميثان بكميات معتدلة من المواشي غير المجترة (مثل الخنازير والخيول). ويعزز تركيب القناة الهضمية للحيوانات المجترة التخمر المعوي الممتد للأغذية التي تتناولها هذه الحيوانات.

الجهاز الهضمي

يؤثر نوع الجهاز الهضمي بشكل ملموس على معدل انبعاث الميثان. فالحيوانات المجترة مزودة بحجرة واسعة، المعدة الأولى، في مقدمة القناة الهضمية تدعم التخمر الميكروبي الممتد لغذائها مما يترتب عليه فوائد غذائية عديدة من بينها القدرة على هضم السليلوز الموجود في الغذاء. وتتمثل الأنواع المجترة الرئيسية في الأبقار، والجاموس، والماعز، والضأن، والأيل والجمال. وتعتبر الحيوانات غير المجترة مثل (الخيول والبغال والحمير) والحيوانات أحادية المعدة (الخنازير) ذات معدلات انبعاث ميثان أقل نسبياً، نظرا لأن التخمر الذي يحدث في أجهزتها الهضمية لا يولد سوى كميات ضئيلة للغاية من الميثان.

المدخول الغذائي

ينتج الميثان نتيجة تخمر الغذاء في الأجهزة الهضمية للحيوانات. وبصفة عامة، كلما كان المدخول الغذائي أعلى، كان انبعاث الميثان أعلى كذلك. ورغم ذلك، فإن حجم إنتاج الميثان يتأثر أيضاً بتركيب الغذاء. ويرتبط المدخول الغذائي إيجابياً بحجم الحيوان ومعدل النمو والإنتاج (مثل إنتاج اللبن أو نمو الصوف أو الحمل).

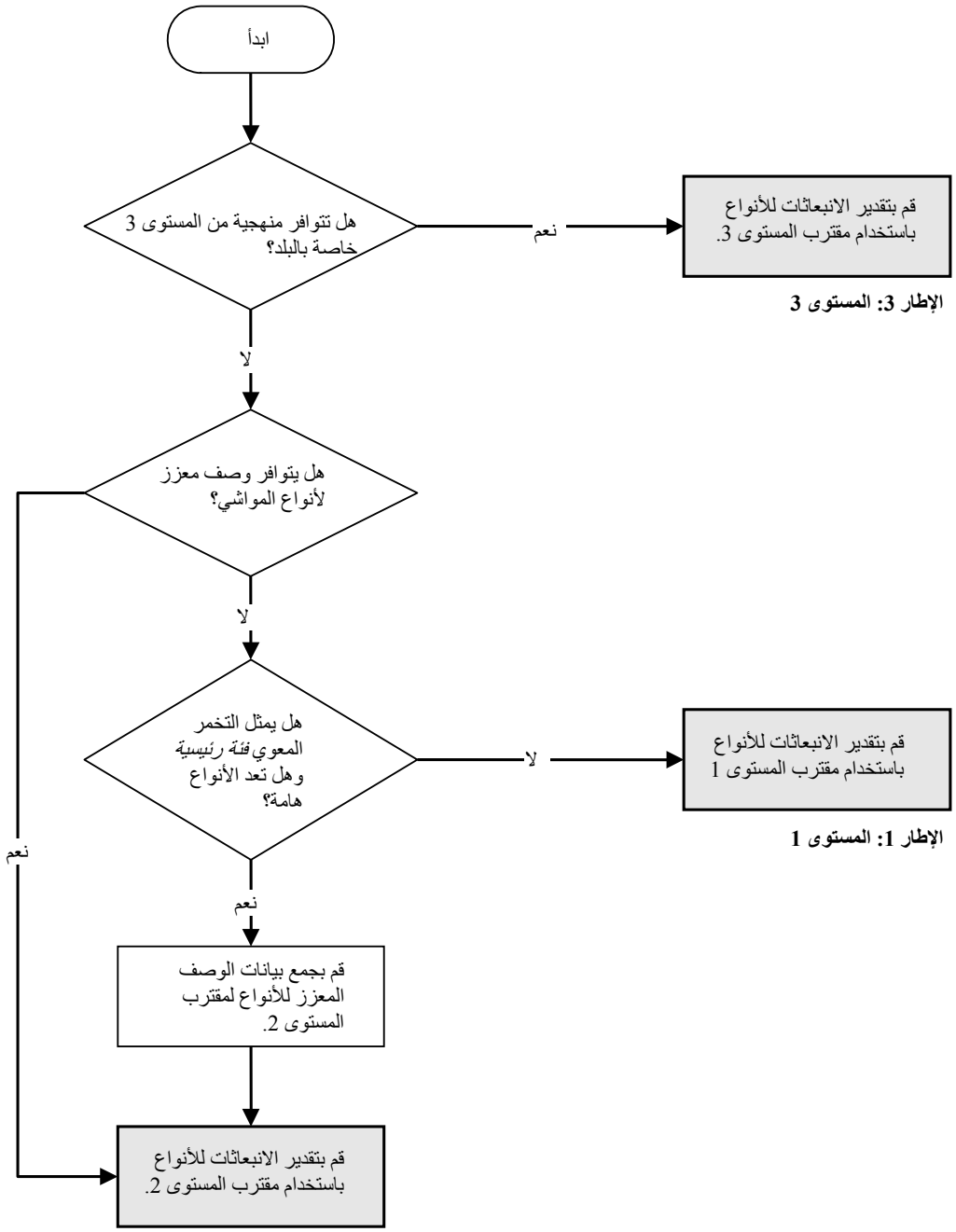
ولكي يتم التعبير عن الاختلاف في معدلات الانبعاث بين الأنواع الحيوانية، يجب تقسيم الحيوانات إلى مجموعات فرعية وتقدير معدل انبعاث لكل حيوان في كل مجموعة فرعية. ويمكن الحصول على أنواع المجموعات الفرعية من القسم 10-2 (وصف مجموعات المواشي والغذاء). وتحسب كمية الميثان المنبعثة من مجموعة فرعية بضرب معدل الانبعاث للحيوان في عدد الحيوانات التي تنتمي إلى المجموعة الفرعية.

ولا تدخل الحيوانات المجترة الطبيعية البرية في اشتقاق البلد لتقديرات الانبعاث. حيث ينبغي حساب الانبعاثات من الحيوانات الخاضعة للإدارة المنزلية فقط (مثل الأيائل والإلكة والجاموس التي يتم تربيتها في المزارع).

10-3-1 اختيار الطريقة

من *الممارسة السليمة* أن يتم اختيار طريقة تقدير انبعاثات الميثان نتيجة التخمر المعوي وفقا لشجرة القرار في الشكل 10-2. وتتطلب طريقة تقدير انبعاثات الميثان من التخمر المعوي ثلاث خطوات رئيسية:

الشكل 10- 1 شجرة قرار لانبعاثات الميثان من التخمر المعوي



ملاحظة:
1: راجع الفصل 4 من المجلد 1 "الاختيار المنهجي وتحديد الفئات الرئيسية" (مع ملاحظة القسم 4-12 حول المصادر المحدودة) للحصول على مناقشة حول *الفئات الرئيسية* واستخدام شجرات القرار.
2: كقاعدة عامة، تكون أ،واع المواشي هامة إذا كانت تسهم بنسبة 25-30% أو أكثر من الانبعاثات من الفئة المصدر.

الخطوة 1: تقسيم أعداد الحيوانات في مجموعات فرعية ووصف كل مجموعة كما هو موضح في القسم 10-2. ويوصى أن يستخدم الخبراء الوطنيون المتوسطات السنوية المقدرة مع مراعاة أثر دورات الإنتاج والتأثيرات الموسمية على أعداد الحيوانات.

الخطوة 2: تقدير معاملات الانبعاث لكل مجموعة فرعية والتي يعبر عنها في صورة كيلوجرامات من الميثان للحيوان في العام.

الخطوة 3: ضرب معاملات انبعاث المجموعة الفرعية في أعداد رؤوس الحيوانات بالمجموعة من أجل تقدير الانبعاث الناجم عنها، ثم تجميع قيم الانبعاث عبر المجموعات الفرعية للحصول على الانبعاث الإجمالي.

ويمكن القيام بهذه الخطوات الثلاث وفق مستويات مختلفة من التفصيل والتعقيد. ويقدم هذا الفصل المقتربات الثلاث التالية:

المستوى 1
مقترب مبسط يعتمد على معاملات الانبعاث الافتراضية التي تكون إما مستمدة من الدراسات السابقة أو محسوبة باستخدام منهجية المستوى 2 الأكثر تفصيلا. ويرجح أن تكون طريقة المستوى 1 ملائمة لمعظم الأنواع الحيوانية التي لا يمثل التخمر المعوي بها فئة مصدر رئيسية، أو في الحالات التي لا تتوافر فيها بيانات الوصف المعزز. وعند اشتقاق الانبعاثات التقريبية للتخمر المعوي عن طريق الاستقراء من فئات المواشي الرئيسية فإنه يجب اعتبار هذه الانبعاثات طريقة من المستوى 1.

المستوى 2
مقترب أكثر تعقيداً يتطلب بيانات تفصيلية خاصة بالبلد حول مدخول الطاقة الإجمالية ومعاملات تحويل الميثان لفئات معينة من المواشي. وينبغي استخدام طريقة المستوى 2 إذا كان التخمر المعوي يمثل فئة مصدر رئيسية بالنسبة للفئة الحيوانية التي تمثل جزء كبير من الانبعاثات الكلية في البلد.

المستوى 3
قد ترغب بعض البلدان التي تمثل انبعاثات الحيوانات أهمية خاصة بالنسبة لها في توسيع طريقة المستوى 2 ودمج معلومات إضافية خاصة بالبلد في تقديراتها. ويمكن لهذا المقترب أن يعتمد على النماذج المعقدة التي تتناول تركيب الغذاء بالتفصيل وتركيزات المنتجات الناشئة عن التخمر في المجترات، والاختلاف الموسمي في أعداد الحيوانات، أو جودة وتوافر الغذاء واستراتيجيات التخفيف المحتملة. والكثير من هذه التقديرات يتم اشتقاقها من القياسات التجريبية المباشرة. ورغم أنه يوصى بأن تسعى البلدان لتوسيع طريقة المستوى 2 المقدمة فيما يلي في حالة توافر البيانات، إلا أن هذه التحليلات الأكثر تعقيداً يتم تناولها هنا على نحو مختصر فقط. وينبغي أن تخضع طريقة المستوى 3 إلى درجة موسعة من المراجعة بواسطة النظراء الدوليين على النحو الذي يحدث في المؤلفات التي يتم مراجعتها من قبل النظراء وذلك ضمانا لتحسين دقة و/أو استبانة التقديرات.

أما البلدان التي توجد بها أعداد كبيرة من أنواع الحيوانات المستأنسة والتي لا يوجد لها معاملات انبعاث افتراضية من هيئة IPCC (مثل اللامة والألبكة) فإنه يجدر بها أن تعمل على وضع طرق وطنية تشبه طريقة المستوى 2 وتستند إلى الأبحاث الموثقة جيدا (وذلك إذا تبين أن الانبعاثات من هذه الأنواع تعتبر هامة). وقد تم وصف هذا المقترب في القسم 10-2.4 المعنون "وصف أنواع المواشي التي لا يوجد لها طرق لتقدير الانبعاثات" ويمكن الرجوع إليه لمزيد من المعلومات.

ويلخص الجدول 10-9 المقتربات المقترحة لانبعاثات المواشي المضمنة في هذا الحصر.

10-3-2 اختيار معاملات الانبعاث

مقترب المستوى 1 لانبعاثات الميثان من التخمر المعوي
تتسم طريقة المستوى 1 بالبساطة ولا تحتاج لتقدير الانبعاثات سوى إلى بيانات أعداد الحيوانات المتاحة بالفعل. وقد تم تقديم معاملات انبعاث افتراضية لكل مجموعة من المجموعات الفرعية الموصى بها للحيوانات. ويتم تناول كل خطوة وفقا لتسلسل الخطوات.

الخطوة 1: أعداد الحيوانات

يجب الحصول على بيانات أعداد الحيوانات باستخدام المقترب الموضح في القسم 10-2.

الخطوة 2: معاملات الانبعاثات

يتمثل الغرض من هذه الخطوة في اختيار معاملات الانبعاث الأنسب لخصائص المواشي التي توجد في البلد. وقد تم اشتقاق معاملات الانبعاث الافتراضية للتخمر المعوي من الدراسات السابقة وهي منظمة حسب المنطقة لسهولة الاستخدام.

وقد تم تقديم البيانات المستخدمة في تقدير معاملات الانبعاث الافتراضية للتخمر المعوي في الملحق 10أ.1 في نهاية هذا القسم.

الجدول 10-9
الطرق المقترحة لحصر الانبعاثات الناجمة عن التخمر المعوي

نوع المواشي	الطرق المقترحة لحصر الانبعاثات
أبقار الألبان	المستوى 2[أ] / المستوى 3
الأبقار الأخرى	المستوى 2[أ] / المستوى 3
الجاموس	المستوى 1/المستوى 2
الضأن	المستوى 1/المستوى 2
الماعز	المستوى 1
الجمال	المستوى 1
الخيول	المستوى 1
البغال والحمير	المستوى 1
الخنازير	المستوى 1
الدواجن	لم يتم وضعها
أخرى (مثل اللامة والألبكة والأيل)	المستوى 1

[أ] يوصى باستخدام طريقة المستوى 2 بالنسبة للبلدان التي توجد بها أعداد كبيرة من المواشي. قد يكون تطبيق طريقة المستوى 2 لمجموعات المواشي الفرعية الإضافية مطلوباً إذا كانت انبعاثات الفئة تمثل جزءاً هاماً من الانبعاثات الإجمالية للميثان في البلد.

يعرض الجدول 10-10 معاملات الانبعاث الخاصة بالتخمر المعوي لكل نوع حيواني باستثناء الأبقار. ومثلما هو موضح في الجدول، تختلف معاملات الانبعاث لكل من الضأن والخنازير فيما بين البلدان المتقدمة والنامية. وتنشأ الاختلافات في معاملات الانبعاث نتيجة الاختلافات في افتراضات المدخول الغذائي وخصائص الغذاء (راجع الملحق 10أ-1). ويقدم الجدول 10-11 معاملات الانبعاث الناجمة عن التخمر المعوي بالنسبة للأبقار. ويشتمل الجدول على مجموعة من معاملات الانبعاث التي تتوافق مع ظروف المناطق. وكما هو موضح في الجدول، تتباين معاملات الانبعاث بما يزيد على معامل أربعة على أساس كل رأس.

ورغم أن معاملات الانبعاث الافتراضية الموضحة في الجدول 10-11 تعتبر تمثيلية على نحو واسع لمعدلات الانبعاث داخل كل منطقة من المناطق المحددة، فإن معاملات الانبعاث تتباين داخل كل منطقة. ويعد كل من حجم الحيوان وإنتاج اللبن عوامل هامة في تحديد معدلات الانبعاث بالنسبة لأبقار الألبان. وتوجد أبقار الألبان صغيرة الحجم نسبيا والتي تتسم بمستويات منخفضة من الإدرار في أسيا وأفريقيا وشبه القارة الهندية. فيما توجد أبقار اللبن الأكبر حجماً والتي تتسم بمستويات مرتفعة من إدرار اللبن في أمريكا الشمالية وأوروبا الغربية.

كذلك يعتبر كل من حجم الحيوان وتركيب المجموعة الحيوانية من العوامل الهامة التي تحدد معدلات الانبعاث فيما يتعلق بالأبقار الأخرى. وتوجد الأبقار الأخرى صغيرة الحجم نسبيا في كل من أسيا وأفريقيا وشبه القارة الهندية. يضاف إلى ذلك أن الكثير من الأبقار الأخرى في هذه المناطق تعد صغيرة. وتتسم الأبقار الأخرى في أمريكا الشمالية وأوروبا الغربية وأوقيانوسيا بأنها أكبر حجماً، وتمثل الأبقار الصغيرة نسبة بسيطة منها.

لاختيار معاملات الانبعاث من الجدولين 10-10 و10-11، حدد المنطقة الأكثر مطابقة للبلد الذي يجري تقييمه. تحقق من الجداول في الملحق 10أ.1 للتأكد من أن الخصائص الأساسية للحيوان المستخدمة في وضع معاملات الانبعاث، مثل الوزن ومعدل النمو وإنتاج اللبن، تماثل الظروف الخاصة بالبلد المعني. ويجب استخدام البيانات المجمعة حول متوسط الإنتاج السنوي من اللبن بواسطة أبقار الألبان للمساعدة في اختيار معامل انبعاث خاص بمجموعة أبقار الألبان. وإذا لزم الأمر، يمكن استقراء ما بين معاملات الانبعاث الموضحة في الجدول باستخدام البيانات حول متوسط الإنتاج السنوي من اللبن لكل رأس.

وينبغي مراعاة أن استخدام معاملات انبعاث المستوى 1 نفسها لعمليات الحصر في سنوات متتابعة يعني عدم السماح بوقت لتغير إنتاجية المواشي مثل زيادة الإنتاجية من اللبن أو الاتجاه في الوزن الحي. وإذا كان من الأهمية أن يتم تسجيل الاتجاه في انبعاثات الميثان التي تنشأ عن اتجاه في إنتاجية المواشي، فعندئذ يمكن أن تصبح انبعاثات المواشي فئة مصدر رئيسية استناداً إلى الاتجاه، وينبغي استخدام طريقة حساب من المستوى 2.

الجدول 10-10
معاملات الانبعاث الخاصة بالتخمر المعوي لطريقة المستوى 1[1]
(كجم ميثان لكل رأس في العام)

نوع المواشي	البلدان المتقدمة	البلدان النامية	الوزن الحي
الجاموس	55	55	300 كجم
الضأن	8	5	65 كجم – البلدان المتقدمة 45 كجم– البلدان النامية
الماعز	5	5	40 كجم
الجمال	46	46	570 كجم
الخيول	18	18	550 كجم
البغال والحمير	10	10	245 كجم
الأيل	20	20	120 كجم
الألبكة	8	8	65 كجم
الخنازير	1.5	1.0	
الدواجن	لا توجد بيانات كافية لحساب معامل	لا توجد بيانات كافية لحساب معامل	
أخرى (مثل اللامة)	[1]يحدد لاحقاً	[1]يحدد لاحقاً	

كافة المعاملات ذات مستوى عدم تيقن ± 30-50%.

المصادر: معاملات الانبعاث الخاصة بالجاموس والجمال من جيبس وجنسون (1993). معاملات الانبعاث الخاصة بأنواع المواشي الأخرى من كروتزن *وآخرين*، (1986)، الألبكة من بينياريس-باتينو وآخرين، 2003، الأيل من كلارك *وآخرين*، 2003.

1 يتمثل أحد المقتربات المعنية بوضع معاملات انبعاث تقريبية في استخدام معامل انبعاث من المستوى 1 للحيوانات المتشابهة في النظام الهضمي ثم تعديل معامل الانبعاث باستخدام نسبة أوزان الحيوانات مرفوعة إلى القوة 0.75. وقد تم تضمين قيم الوزن الحي لهذا الغرض. يجب اشتقاق معاملات الانبعاث على أساس خصائص المواشي والغذاء المعنية ويجب ألا تقتصر فقط على خصائص المناطق.

الخطوة 3: الانبعاث الإجمالي

لتحديد الانبعاث الإجمالي، يتم ضرب معاملات الانبعاث المحددة في عدد الحيوانات المقترن (المعادلة 10-19) ثم جمع القيم (المعادلة 10-20):

المعادلة 10-19
الانبعاثات الناجمة عن التخمر المعوي من إحدى فئات المواشي

$$Emissions = EF_{(T)} \bullet \left(\frac{N_{(T)}}{10^6} \right)$$

حيث:

Emissions = انبعاثات الميثان من التخمر المعوي، جيجا جرام ميثان في العام

$EF_{(T)}$ = معامل الانبعاث لفئة المواشي المحددة، كجم ميثان للرأس في العام

$N_{(T)}$ = عدد رؤوس نوع / فئة المواشي T في البلد

T = نوع / فئة المواشي

المعادلة 10-20
الانبعاثات الإجمالية من التخمر المعوي في المواشي

$$\text{Total } CH_{4\text{Enteric}} = \sum_i E_i$$

حيث:

Total $CH_{4\text{Enteric}}$ = انبعاثات الميثان من التخمر المعوي، جيجا جرام ميثان في العام

E_i = انبعاثات الفئات والفئات الفرعية i^{th} من المواشي

الجدول 10-11
معاملات الانبعاث الخاصة بالتخمر المعوي في المستوى 1 بالنسبة للأبقار[1]

خصائص المناطق	فئة الأبقار	معامل الانبعاث[2] (كجم ميثان لكل رأس في العام	تعليقات
أمريكا الشمالية: قطاع إنتاج ألبان يتمتع بالإدرار العالي ويقوم على التسويق التجاري ويوفر غذاءاً عالي الجودة من العلف والحبوب. قطعان منفصلة من أبقار اللحم، تتغذى في المراعي بصفة رئيسية مع مكملات غذائية بصفة موسمية. يتم تسمين الثيران المخصية/الأبقار الصغيرة سريعة النمو المخصصة لإنتاج اللحم في المعالف على الحبوب. تمثل أبقار الألبان جزءا صغيرا من عدد الحيوانات.	الألبان	121	متوسط إنتاج اللبن يبلغ 8.400 كجم لكل رأس في العام
	أبقار أخرى	53	تشمل أبقار اللحم والثيران والعجول والثيران المخصية/الأبقار الصغيرة المسمنة والأبقار التي تغذى في المعالف.
أوروبا الغربية: قطاع إنتاج ألبان تجاري يتمتع بالإدرار العالي ويوفر غذاءاً عالي الجودة من العلف والحبوب. أبقار الألبان التي تستخدم كذلك لإنتاج اللحم وإنجاب السلالات. قطعان صغيرة للغاية من الأبقار المخصصة لإنتاج اللحم. كميات قليلة من التغذية بالحبوب في المعالف.	الألبان	109	متوسط إنتاج اللبن يبلغ 6.000 كجم لكل رأس في العام
	أبقار أخرى	57	تشمل الثيران والعجول والثيران المخصية/الأبقار الشابة
أوروبا الشرقية: قطاع إنتاج تجاري للألبان يعتمد على الأعلاف بصفة رئيسية في التغذية. قطيع منفصل من أبقار اللحم، يربى على المرعى. كميات قليلة من التغذية بالحبوب في المعالف.	الألبان	89	متوسط إنتاج من اللبن يبلغ 2.550 كجم لكل رأس في العام
	أبقار أخرى	58	تشمل أبقار اللحم والعجول والصغار
أوقيانوسيا: قطاع إنتاج ألبان تجاري قائم على المرعى. قطيع منفصل من أبقار إنتاج اللحم، قائم على المرعى في المراعي ذات جودة واسعة التباين. كميات متزايدة من التغذية بالحبوب في المعالف. تمثل أبقار الألبان جزءا صغيرا من عدد الحيوانات.	الألبان	81	متوسط إنتاج من اللبن يبلغ 2.200 كجم لكل رأس في العام
	أبقار أخرى	60	تشمل أبقار اللحم والعجول والصغار.
أمريكا اللاتينية: قطاع إنتاج ألبان تجاري يعتمد على المرعى. قطيع أبقار لحم منفصل يعتمد على المرعى والمراعي المفتوحة. كميات قليلة من التغذية بالحبوب في المعالف. تمثل أبقار التربية غير المدرة للألبان جزءا كبيرا من أعداد الحيوانات في المجموعة.	الألبان	63	متوسط إنتاج اللبن يبلغ 800 كجم لكل رأس في العام
	أبقار أخرى	56	تشمل أبقار اللحم والعجول والصغار
أسيا: قطاع ألبان تجاري صغير. غالبية الأبقار متعددة الأغراض، توفر قوة الجر وبعض اللبن في المناطق الزراعية. مجموعة صغيرة تعتمد على المرعى. تعتبر الأبقار من كافة الأنواع بهذه المنطقة أصغر من تلك الموجودة في غالبية المناطق الأخرى.	الألبان	61	متوسط إنتاج لبن يبلغ 1.650 كجم لكل رأس في العام
	أبقار أخرى	47	تشمل الأبقار متعددة الأغراض والعجول والصغار
أفريقيا والشرق الأوسط: قطاع ألبان تجاري يعتمد على المرعى ويتسم بإنتاجية صغيرة للرأس من الأبقار. غالبية الأبقار متعددة الأغراض، توفر قوة الجر وبعض اللبن في المناطق الزراعية. بعض الماشية التي ترعى في مساحات كبيرة للغاية. تعتبر الأبقار في هذه المنطقة أصغر من الأبقار في غالبية المناطق الأخرى.	الألبان	40	متوسط إنتاج اللبن يبلغ 475 كجم لكل رأس في العام
	أبقار أخرى	31	تشمل الأبقار متعددة الأغراض والعجول والصغار
شبه القارة الهندية: قطاع ألبان تجاري يعتمد على المنتجات الثانوية للمحاصيل ويتسم بإنتاجية منخفضة للرأس من الأبقار. غالبية الثيران المخصية توفر قوة الجر فيما توفر الأبقار بعض اللبن في المناطق الزراعية مجموعة صغيرة قائمة على المرعى. تعتبر الأبقار في هذه المنطقة الأصغر حجماً مقارنة بالأبقار في المناطق الأخرى.	الألبان	51	متوسط إنتاج اللبن يبلغ 900 كجم لكل رأس في العام
	أبقار أخرى	27	تشمل الأبقار والعجول والصغار. يمثل الصغار نسبة كبيرة من عدد الحيوانات في المجموعة

1 يجب اشتقاق معاملات الانبعاث على أساس خصائص المواشي والغذاء ذات الصلة ويجب ألا تقتصر فقط على خصائص المناطق.

2 تمثل القيم المقدمة من فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ متوسطات داخل المنطقة، وينبغي ما أمكن استخدام بيانات إنتاج اللبن الخاصة بالمنطقة. القيم الموجودة تم اشتقاقها باستخدام طريقة المستوى 2 والبيانات الواردة في الجدولين 10أ.1 و10أ.2.

مقترب المستوى 2 لتقدير انبعاثات الميثان من التخمر المعوي

تطبق طريقة المستوى 2 على فئات الحيوانات الأكثر تجزيئاً وتُستخدم لحساب معاملات الانبعاث بدلاً من استخدام القيم الافتراضية. وتتمثل الاعتبارات الرئيسية لطريقة المستوى 2 في وضع معاملات الانبعاث وجمع بيانات الأنشطة المفصلة.

الخطوة 1: مجموعات المواشي

يجب الحصول على بيانات الحيوانات وبيانات الأنشطة ذات الصلة باستخدام المقترب الموضح في القسم 10-2.

الخطوة 2: معاملات الانبعاثات

عند استخدام طريقة المستوى 2، تقدر معاملات الانبعاث لكل فئة حيوانات باستخدام البيانات المفصلة التي تم وضعها في الخطوة 1.

وتقدر معاملات الانبعاث لكل فئة من المواشي استنادا إلى مدخول الطاقة الإجمالية ومعاملات تحويل الميثان للفئة المعنية. ويجب الحصول على بيانات مدخول الطاقة الإجمالية باستخدام المقترب الموضح في القسم 10-2. وينبغي القيام بالخطوتين الفرعيتين التاليتين لحساب معامل الانبعاث باستخدام طريقة المستوى 2:

1. *الحصول على معامل تحويل الميثان* (Y_m)

يعتمد الحد الذي يتم إليه تحويل طاقة الغذاء إلى ميثان على العديد من العوامل المترابطة الخاصة بالتغذية والحيوان. وفي حالة عدم توافر معاملات تحويل الميثان من الدراسات البحثية الخاصة بالبلد، يمكن استخدام القيم المقدمة في الجدول 10-12، معاملات تحويل الميثان للأبقار/الجاموس، لكل من الأبقار والجاموس. وتعتبر هذه التقديرات العامة قيم تقريبية تستند إلى خصائص الغذاء العامة وممارسات الإنتاج التي يمكن وجودها في الكثير من البلدان المتقدمة والنامية. وفي حالة توافر الغذاء الجيد (أي الذي يتمتع بقابلية انهضام وقيمة طاقة عاليتين) يجب استخدام الحدود الدنيا. أما في حالة التغذية السيئة، فإن الحدود العليا تكون أكثر ملاءمة. ويتم افتراض معامل تحويل ميثان يساوي الصفر لكافة الصغار التي تستهلك الحليب فقط (أي الحملان والعجول الصغيرة المغذاة على اللبن).

ونظرا لأهمية معامل تحويل الميثان (Y_m) في تحفيز الانبعاثات، فإن جزءاً كبيراً من البحث المستمر يهدف إلى تحسين تقديرات Y_m لتوليفات الحيوانات والغذاء المختلفة. ويعتبر مثل هذا التحسين ضرورة ملحة بالنسبة للحيوانات المغذاة على العشب الاستوائي نظرا لأن البيانات المتاحة تعتبر محدودة ومتفرقة. على سبيل المثال، لاحظت دراسة حديثة (Kurihara *et al.*, 1999) قيم Y_m تقع خارج النطاقات الموضحة في الجدول 10-12.

الجدول 10-12
معاملات تحويل الميثان للأبقار/الجاموس (Y_m)

فئة المواشي	Y_m [ب]
الأبقار المغذاة في المعالف [أ]	%1.0 ± %3.0
أبقار الألبان (الأبقار والجاموس) وصغارها	%1.0 ± %6.5
مجموعات الأبقار والجاموس الأخرى التي يتم إطعامها بصفة رئيسية ببقايا المحاصيل ومنتجاتها الثانوية منخفضة الجودة	%1.0 ± %6.5
مجموعات الأبقار أو الجاموس الأخرى المعتمدة على المرعى	%1.0 ± %6.5

أ في حالة اشتمال الغذاء على 90% أو أكثر من المواد المركزة.

ب تمثل القيم ± النطاق.

المصدر: فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ.

تعتمد التقديرات الإقليمية والوطنية والعالمية لانبعاثات الميثان من التخمر المعوي على تحديدات صغيرة النطاق لكل من معامل تحويل الميثان Y_m وتأثير خصائص الغذاء والحيوانات على هذا المعامل. وتشمل الطرق التقليدية لقياس Y_m استخدام أجهزة قياس السعرات الحرارية لتربية الحيوانات الفردية (Johnson and Johnson, 1995). ويمكن استخدام طريقة تعقب سادس فلوريد الكبريت (SF_6) في تقدير انبعاثات الميثان من الحيوانات الفردية في ظروف التربية بأماكن الإيواء أو المراعي (Johnson *et al.*, 1994). وقد قام لاسي (2006) بإجراء مسح لنتائج القياسات الحديثة وكذلك درس إمكانية "توسيع" هذه القياسات إلى عمليات الحصر الوطنية والعالمية.

ومن الأهمية كذلك أن يتم فحص تأثيرات خصائص الغذاء وسمات الحيوان على قيمة Y_m. وهذه التأثيرات تعد هامة من أجل فهم آليات الكائنات الدقيقة التي تسهم في عملية تكوين الميثان على نحو أفضل سعياً لوضع استراتيجيات التخفيف من الانبعاثات، وكذلك لتحديد قيم مختلفة للمعامل Y_m وفقا لممارسات العناية بالحيوان. وحتى تاريخ كتابة هذا التقرير، يمكن القول بأن البحث فيما يتعلق بهذه التأثيرات لا يزال غير قاطع وبالتالي فإن التغيرية الواضحة تعتبر محدودة سواءاً في القيم المبلغ عنها في الجدول 10-12 على النحو الذي يدعمه المسح الحديث لقياسات Y_m في المؤلفات المنشورة (لاسي، 2006).

ويقدم الجدول 10-13 قيمة مشتركة لمعامل تحويل الميثان لكافة الضأن الناضج بصرف النظر عن جودة الغذاء، لكن مع قيم مختلفة للضأن الناضج والصغير إلى جانب التمييز عند عام واحد من العمر. وتستند هذه القيم إلى البيانات المقدمة بواسطة لاسي *وآخرين* (1997) وجود *وآخرين* (1999)، وأوليات *وآخرين* (2002أ، 2002ب، 2005)، ورغم أنها تتسق مع القياسات المقدمة من باحثين آخرين (Murray *et al.*, 1978; Leuning *et al.*, 1999)، فقد لا تغطي الأنواع المختلفة للمراعي التي يمكن العثور عليها. وتعتبر قيمة الوسيط ملائمة لغالبية التطبيقات، غير أنه بالنسبة للغذاء منخفض الجودة تعتبر الحدود الأعلى أكثر ملاءمة، فيما يمكن استخدام الحدود الدنيا مع قابلية الانهضام العالية وأنواع الغذاء مرتفعة الطاقة.

الجدول 10-13 معاملات تحويل الميثان للضأن (Y_m)	
الفئة	Y_m [أ]
الحملان (< عام واحد من العمر)	%4.5 ± %1.0
الضأن الناضج	%6.5 ± %1.0
أ تمثل القيم ± النطاق.	

وينبغي ملاحظة أنه في بعض الحالات، قد لا تتوافر معاملات تحويل الميثان لأنواع معينة من المواشي. وفي هذه الحالات، يمكن استخدام معاملات تحويل الميثان الخاصة بأكثر الأنواع تشابهاً مع أنواع المواشي هذه. على سبيل المثال، يمكن تطبيق معاملات تحويل الميثان لمجموعات الأبقار الأخرى أو الجاموس لتقدير معامل انبعاث خاص بالجمال.

2- وضع معامل الانبعاث

ينبغي وضع معامل انبعاث لكل فئة من الحيوانات باستخدام المعادلة 10-12:

المعادلة 10-12
معاملات انبعاث الميثان من التخمر المعوي في إحدى فئات المواشي

$$EF = \left[\frac{GE \bullet \left(\frac{Y_m}{100} \right) \bullet 365}{55.65} \right]$$

حيث:

EF = معامل الانبعاث، كجم ميثان لكل رأس في العام

GE = مدخول الطاقة الإجمالية، ميجا جول لكل رأس في اليوم

Y_m = معامل تحويل الميثان، النسبة المئوية للطاقة الإجمالية في الغذاء المحولة إلى ميثان

ويعتبر المعامل 55.65 (ميجا جول/كجم ميثان) هو محتوى طاقة الميثان

وتفترض معادلة معامل الانبعاث أنه يتم وضع معاملات الانبعاث الخاصة بإحدى الفئات للعام كاملاً (365 يوماً). ورغم أنه عادة ما يتم استخدام معامل انبعاث عام كامل، ففي بعض الظروف قد يتم تحديد فئة الحيوانات لفترة أقصر (على سبيل المثال، للموسم المطير من العام أو لفترة تغذية في المعالف تبلغ 150 يوماً). وفي هذه الحالة، يتم تقدير معامل الانبعاث للمدة المحددة (على سبيل المثال، الموسم المطير) ويتم استبدال عدد أيام العام البالغة 365 يوماً بعدد أيام هذه الفترة. ويمكن الحصول على التحديد الخاص بالفترة الزمنية التي ينطبق عليها معامل الانبعاث من القسم 10-2.

الخطوة 3: الانبعاثات الإجمالية

لتقدير الانبعاثات الإجمالية، يتم ضرب معاملات الانبعاث المحددة في عدد الحيوانات بالمجموعة المعنية ثم جمع القيم. وكما هو موضح أعلاه في المستوى 1، يجب الإبلاغ عن تقديرات الانبعاثات بوحدة الجيجا جرام (Gg).

إمكانية زيادة الدقة في المستوى 2 أو وضع طريقة من المستوى 3 لعمليات حصر الميثان المنبعث من التخمر المعوي

يعد كل من زيادة الدقة وتحديد أسباب التفاوت في الانبعاثات من المرتكزات الأساسية في عملية الحصر. وينبغي للبلدان العمل على إدخال تحسينات على المنهجية التي تستخدمها سواء كمكونات من طرق المستوى 1 أو 2 الحالية أو كوسائل متقدمة إضافية (المستوى 3).

وتستند معاملات انبعاث وإجراءات تقدير الميثان من التخمر المعوي في المستويين 1 و2 أولاً على تقدير الاستهلاك اليومي والسنوي من الطاقة الإجمالية بواسطة الحيوانات الفردية في إحدى فئات الحصر والتي يتم بعد ذلك ضربها في تقدير لمقدار فقد الميثان لكل وحدة الغذاء (Y_m). وهناك مساحة كبيرة للتحسين في توقع المستوى 2 لكل من المدخول الغذائي وقيمة Y_m. وتشمل المعاملات التي يحتمل أن تؤثر على متطلبات و/أو استهلاك الغذاء والتي لم يتم مراعاتها:

- الاختلاف وفقا للسلالة أو التركيب الوراثي في متطلب البقاء؛
- تأثيرات الإجهاد الناتج عن الحرارة والبرودة على متطلبات المدخول الغذائي والبقاء؛
- ضعف القابلية للانهضام مع تزايد مستويات الاستهلاك أو حدود تركيب الغذاء على مدخول الغذاء.

وبالمثل، هناك مجموعة من العوامل المتفاعلة التي تتحكم في اختلاف قيمة Y_m لا تتضمنها منهجية المستوى 2، يشمل ذلك:

- تأثيرات القابلية للانهضام (DE%)؛
- مدخول المادة الجافة الموجودة في الغذاء وعلاقته بوزن الجسم الحي؛
- التكوين الكيميائي لنوع الغذاء؛

- مرور الجزيئات وحركيات الهضم، أو المركبات الدفاعية الميكروبية للنبات؛
- الاختلاف في مجموعات الكائنات الدقيقة داخل القناة الهضمية.

ويعد التقدير الدقيق لقابلية انهضام الغذاء هاما بالأخص في تقدير المدخول الغذائي وبالتالي الانبعاثات، على النحو الذي تم تأكيده سابقا. ويؤدي الخطأ بنسبة10 % في قيمة متوسط نسبة القابلية للانهضام أو نسبة إجمالي المغذيات القابلة للانهضام إلى أخطاء في تقدير الميثان تتراوح من 12 إلى 20% وفقا لظروف البداية. ولا تراعى الطرق المتاحة الانخفاض في القابلية للانهضام مع زيادة الكميات اليومية المستهلكة من الغذاء. وهو ما يؤدي إلى التقدير المنخفض للمدخول الغذائي لدى أبقار الألبان عالية الإدرار والتي تستهلك مزيج من المواد المركزة والأعلاف، على سبيل المثال كما هو شائع في أمريكا الشمالية وأوروبا، على الرغم من أن بعضا من الخطأ الناتج في تقدير انبعاث الميثان يتم تعويضه بالانخفاض في قيمة Y_m مع زيادة المدخول لليوم. وقد تم وصف طرق تقدير الانخفاض في القابلية للانهضام (NRC, 1996; NRC, 2001).

وقد بذلت محاولات كثيرة لرفع مستوى الدقة في تقديرات Y_m من ذلك قيام العديد من الباحثين بوضع نماذج تتناول التركيب الكيميائي لنوع الغذاء المستهلك، أو بتفصيل أكثر، تركيب الكربوهيدرات التي يتم هضمها والمكونات الكيمائية الأخرى لـ Y_m. وتتنبأ هذه النماذج عادة بمعدلات جزيئات الغذاء والمكون الكيميائي للمرور والهضم في كل حجرة معوية عند مدخولات تغذوية مختلفة، وبتوازن الهيدروجين والأحماض الدهنية المتطايرة ونواتج الميثان والنواتج الميكروبية الناتجة. وقد وفرت هذه المقتربات قيم Y_m تتسق مع القياسات المباشرة باستخدام أساليب الغرفة وتتبع سادس فلوريد الكبريت.

وتشتمل المؤلفات على العديد من الأمثلة للعلاقة الإيجابية لهضم جدار خلايا النبات بالمعدلات المرتفعة لنسب المنتج النهائي لحمض الخليك إلى الحامض البروبيوني، وبالنواتج المرتفعة من الميثان. ورغم أن هضم الكربوهيدرات الليفية يعد بلا شك أقوى مؤشر فردي على إنتاج الميثان، إلا أن معدل الميثان بالنسبة للألياف المهضومة لا يعد ثابتا، على سبيل المثال، عند التغذية بقشر الصويا أو لب البنجر كغذاء مفرد عند مستويات مختلفة من المدخول الغذائي، تتباين قيمة Y_m من 8 إلى 11% عند قياسها عند معدلات مدخول محدودة ومن 5 إلى 6% عند القياس عند التغذية حتى الشبع (ad libitum) (Kujawa, 1994; Diarra, 1994). وبالتالي فإن التخمر المعوي لنفس الطبقة الليفية قد يؤدي إلى قيم Y_m مختلفة. وربما يكون العائق الأكبر لوضع نماذج تنبؤ أكثر تقدماً هو صعوبة تطبيقها على عمليات الحصر في البلدان الواسعة. وتتمثل الصعوبة في توفير البيانات المطلوبة لوضع مثل هذه النماذج الأكثر تعقيدا للامتصاص الغذائي أو Y_m. وغالباً ما يصعب تحديد خصائص الحيوان والإنتاجية والقابلية للانهضام على نحو دقيق لمجموعة من المواشي في منطقة معينة داخل البلد، ناهيك عن أجزاء الكربوهيدرات المفصلة ومعدلات المرور والهضم ونحو ذلك.
ويشير كم البحوث العالمية المعنية باستراتيجيات التخفيف المتبعة حاليا مثل اللقاحات وناقلات الأيونات والزيوت النباتية ذات الروابط غير المشبعة المتعددة وحمض التنيك المكثف ونحو ذلك، إلى الحاجة لتناول كيفية التعبير عن هذه الاستراتيجيات في تجميع بيانات الحصر في المستوى 2 أو المستوى 3. أولاً، ينبغي أن يعكس الحصر التقنيات التي تتوافق مع مبادئ ضمان/مراقبة الجودة فقط والتي حظيت بدرجة واسعة من القبول العالمي من خلال، على سبيل المثال، المقالات التي تمت مراجعتها من قبل النظراء والتي تشتمل على وصف للتقنية وفعاليتها والتحقق منها في ضوء الظروف الميدانية. ثانيا، ينبغي أن يكون الحصر مصحوبا بالدليل على استخدام التقنية وتطبيقها فقط على الانبعاثات الصادرة من أنواع المواشي التي يمكن معها التحقق من هذا الاستخدام. ثالثا، بالنسبة للتقنيات حديثة التطبيق (مثل إعطاء جرعة من عامل تخفيف)، يمكن للحصر أن يقوم بتقديم عملية حسابية مصاحبة للانبعاثات في حالة غياب إجراء التخفيف من أجل إضفاء الشفافية على حجم الحد من الانبعاثات التي يتم القول بتحقيقها. وينبغي أن يتم دعم إجراءات التخفيف بالإصدارات التي تمت مراجعتها من قبل النظراء.

كذلك فإن من الأهمية أن يتم العمل على استخدام المقتربات التي من شأنها تحسين تقديرات المدخول الغذائي وقيمة Y_m والتي تضع في الاعتبار مقتربات التخفيف، مع الاهتمام الكافي بالقيود المرتبطة بالنطاق وظروف الإنتاج ونحو ذلك والتي تطبق عليها علاقات التنبؤ.

3-3-10 اختيار بيانات الأنشطة

يجب الحصول على بيانات مجموعات الحيوانات باستخدام المقترب الموضح في القسم 10-2. ويعتبر استخدام وصف أساسي (المستوى 1) لمجموعات الحيوانات كافياً في حالة استخدام معاملات الانبعاث الافتراضية الخاصة بالتخمر المعوي (الجدولان 10-10 و10-11) لتقدير الانبعاثات الناجمة عن التخمر المعوي. أما في حالة تقدير انبعاثات التخمر المعوي من المواشي باستخدام تقدير مدخول الطاقة الإجمالية (المعادلتان 10-16 و10-17 أو 10-18)، فإن ذلك يتطلب وصفاً من المستوى 2. وكما سبق ذكره في القسم 10-2، فإن *الممارسة السليمة* في وصف مجموعات المواشي تقتضي إجراء وصف واحد يوفر بيانات الأنشطة لكافة مصادر الانبعاث التي تعتمد على هذه البيانات.

4-3-10 تقدير عدم التيقن

معاملات الانبعاثات

نظرا لأن معاملات الانبعاث في طريقة المستوى 1 لا تستند إلى البيانات الخاصة بالبلد، فقد لا تمثل هذه المعاملات خصائص الحيوانات في البلد على نحو دقيق وقد تنطوي على قدر كبير من عدم التيقن. ويرجح ألا تتجاوز الدقة في معاملات الانبعاث المقدرة باستخدام طريقة المستوى 1 ± 30% وقد يصل عدم التيقن فيها إلى ±50%. ويعتمد مستوى عدم التيقن عند استخدام طريقة المستوى 2 على دقة وصف المواشي (مثل، تجانس فئات المواشي)، وكذلك على مدى توافق الطرق المستخدمة لتحديد المعاملات في العلاقات المتنوعة التي تؤلف مقترب الطاقة الصافية مع الظروف الوطنية. ويرجح أن يكون مستوى عدم التيقن المقترن بتقديرات معاملات الانبعاث باستخدام المستوى 2 حوالي ±20%. وينبغي على القائمين بالحصر الذين يستخدمون طريقة المستوى 2 إجراء تحليل لأوجه عدم التيقن يعكس الموقف الخاص بهم، وفي غياب ذلك التحليل ينبغي افتراض أن عدم التيقن في طريقة المستوى 2 يماثل عدم التيقن في طريقة المستوى 1.

على الرغم من أن طريقة المستوى 3 تُحسن دقة تقديرات الانبعاث، فإن وضع طريقة قابلة للتطبيق في هذا المستوى يحتاج إلى مجموعة كبيرة من البيانات العلمية. وقد يؤدي استخدام البيانات غير الموثوقة أو غير المحققة في هذا المستوى إلى تقديرات أقل دقة مقارنة بطرق المستوى 2 وربما المستوى 1. وفي الكثير من الحالات، تكون القياسات المباشرة لانبعاثات الميثان من المواشي غير موجودة أو أجريت باستخدام عدد محدود من أنواع الغذاء. ورغم أن هناك الكثير من البحوث الجارية فيما يتعلق باستراتيجيات التخفيف المحتملة، إلا أن القليل منها هو الذي تم التحقق منه إلى درجة تمكن من استقرائها للحصول على الحالات التي لا توجد أبحاث بشأنها. ونظرا لأن البحث التأسيسي حول العلم المتعلق بالانبعاث يتوسع باستمرار، فإن طريقة المستوى 3 ينبغي من الناحية النظرية أن تؤدي إلى أقل درجة من عدم التيقن.

بيانات الأنشطة

يرجح وجود عدم تيقن إضافي مقترن بوصف مجموعات المواشي والغذاء. وينبغي أن يحظى تحسين وصف مجموعات المواشي والغذاء في الغالب بالأولوية فيما يخص الحد من عدم التيقن الإجمالي. كذلك، تعد التقديرات الدقيقة لقابلية الغذاء للانهضام (DE%) بالغة الأهمية للحد من درجة عدم التيقن. ويمكن اشتقاق تقديرات عدم التيقن من مقترب *الممارسة السليمة* المتعلق بالإحصاء الزراعي والمحدد في قسم عدم التيقن لوصف مجموعات المواشي والغذاء (راجع القسم 10-2).

يمكن الحصول على معلومات عامة حول إجراءات تقييم عدم التيقن من الفصل 3 بالمجلد 1 (أوجه عدم التيقن).

5-3-10 الاستيفاء والمتسلسلات الزمنية وضمان/مراقبة الجودة والإبلاغ

لتحقيق الاستيفاء، ينبغي حصر كافة فئات الحيوانات الرئيسية التي يتم تربيتها في البلد. وفي الحالات التي يشتمل فيها الحصر على حيوانات لا تتوافر بصددها بيانات افتراضية ولا توجد لها أية خطوط توجيهية، فإنه ينبغي تقدير الانبعاثات باستخدام المبادئ العامة الواردة في القسم 10-2.

ويجب الحرص على استخدام مجموعة متسقة من التقديرات لمعاملات تحويل الميثان بمرور الوقت. وفي بعض الحالات، قد تكون هناك أسباب لتعديل معاملات تحويل الميثان بمرور الوقت. وقد ترجع هذه التغيرات إلى تطبيق تدابير صريحة للتخفيف من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري أو إلى تغيير الممارسات الزراعية مثل ظروف الغذاء، أو معاملات الإدارة الأخرى دون مراعاة غازات الاحتباس الحراري. وبصرف النظر عن الدافع وراء التغيير، يجب أن تعكس البيانات ومعاملات تحويل الميثان المستخدمة في تقدير الانبعاثات التغير في ممارسات الزراعة. وفي حالة تأثر معاملات تحويل الميثان خلال المتسلسلة الزمنية بالتغير في ممارسة الإدارة و/أو تطبيق تدابير التخفيف من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري، فإنه على القائم بالحصر أن يضمن أن تعكس بيانات الحصر هذه الممارسات. وينبغي أن يشرح نص الحصر على نحو كامل أوجه تأثير التغير في ممارسات الإدارة و/أو تطبيق تدابير التخفيف على المتسلسلة الزمنية لمعاملات تحويل الميثان. يرجى الرجوع إلى الفصل 5 من المجلد 1 للحصول على إرشادات عامة حول *الممارسة السليمة* في وضع متسلسلة زمنية متسقة (اتساق المتسلسلات الزمنية).

ومن *الممارسة السليمة* أن يتم تطبيق عمليات التحقق الهادفة لمراقبة الجودة كما هي محددة في الفصل 6 من المجلد 1، (ضمان الجودة / مراقبة الجودة والتحقق). وإضافة إلى الإرشادات المقدمة في المجلد1، فيما يلي مجموعة من الإجراءات المحددة ذات الصلة بفئة المصدر هذه:

تدقيق بيانات الأنشطة

- ينبغي للقائم بالحصر مراجعة طرق تجميع بيانات المواشي وبالأخص التحقق من أن بيانات الأنواع الفرعية من المواشي قد تم تجميعها وإجمالها على نحو صحيح. كما يلزم التدقيق المقارن للبيانات مع الأعوام السابقة لضمان معقولية البيانات واتساقها مع الاتجاه المتوقع. علاوة على ذلك ينبغي على القائمين بالحصر توثيق طرق تجميع البيانات وتحديد جوانب التحيز المحتملة وتقييم مدى تمثيلية البيانات. ويمكن استخدام نماذج مجموعات أنواع الحيوانات لدعم هذا المقترب.

مراجعة معاملات الانبعاث

- في حالة استخدام طريقة المستوى 2 أو المستوى 3، ينبغي للقائم بالحصر تدقيق المعاملات الخاصة بالبلد من خلال مقارنتها بالقيم الافتراضية الخاصة بالهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. وينبغي شرح الفروق المؤثرة بين المعاملات الخاصة بالبلد والمعاملات الافتراضية وتوثيقها.

المراجعة الخارجية

- في حالة استخدام طريقة المستوى 2 أو المستوى 3، ينبغي للقائم بالحصر إجراء مراجعة من قبل الخبراء الوطنيين والعالميين، بما في ذلك الخبراء من الصناعة والمؤسسات الأكاديمية والهيئات المعنية.
- ومن الأهمية الاحتفاظ بوثائق داخلية حول نتائج المراجعة.

ولتحسين الشفافية، يجب الإبلاغ عن تقديرات الانبعاث من هذه الفئة المصدر جنبا إلى جنب مع بيانات الأنشطة ومعاملات الانبعاث المستخدمة في الوصول إلى التقديرات.

وينبغي توثيق المعلومات التالية:

- كافة بيانات الأنشطة بما في ذلك بيانات مجموعات الحيوانات حسب الفئة والمنطقة.
- ويشتمل توثيق بيانات الأنشطة على:
  1) مصادر كافة بيانات الأنشطة المستخدمة في الحسابات (أي، اقتباسات مرجعية كاملة لكافة قواعد البيانات الإحصائية التي تم جمع البيانات منها)؛
  2) المعلومات والفرضيات المستخدمة في وضع بيانات الأنشطة، في حالة عدم توافر بيانات الأنشطة مباشرة من قواعد البيانات؛
  3) تكرار جمع البيانات وتقديرات الدقة والاستبانة.
- في حالة استخدام طريقة المستوى 1، كافة معاملات الانبعاث الافتراضية المستخدمة في تقدير الانبعاثات للفئات المحددة من الحيوانات.
- في حالة استخدام طريقة المستوى 2:
  1) قيم Ym؛
  2) قيم DE المقدرة أو المستمدة من دراسات أخرى؛
  3) توثيق كامل للبيانات المستخدمة بما ذلك مراجعها.
- فيما يتعلق بعمليات الحصر التي استخدمت فيها معاملات الانبعاث الخاصة بالبلد أو المنطقة أو التي استخدمت فيها طرق جديدة، مثل طرق المستوى 3، ينبغي توثيق الأساس العلمي لهذه المعاملات والمبادئ الخاصة بالطريقة الجديدة على نحو كامل ودقيق. وينبغي أن يشتمل التوثيق على تعريف بارامترات المدخلات ووصف المبادئ والعمليات التي استخدمت في اشتقاق هذه المعاملات والطرق، وكذلك وصف مصادر ومستويات عدم التيقن.

4-10 انبعاثات غاز الميثان الناتجة عن معالجة الروث

يصف هذا القسم كيفية تقدير الميثان المتولد أثناء تخزين ومعالجة الروث والميثان الناتج من الروث المتراكم في المراعي. ويستخدم مصطلح "الروث" هنا على نحو جامع ليضم كل من الفضلات الصلبة والبول (أي، المواد الصلبة والسوائل) التي تفرزها المواشي. ويجب الإبلاغ عن الانبعاثات المقترنة بحرق الروث كوقود في المجلد 2 (الطاقة) أو المجلد 5 (المخلفات) في حالة الحرق دون استرجاع الطاقة. ويؤدي تحلل الروث في ظروف غياب الهواء (أي، في غياب الأكسجين) أثناء التخزين والمعالجة إلى انبعاث الميثان. وتحدث هذه الظروف بالفعل عند تربية أعداد كبيرة من الحيوانات في مساحة مغلقة (مثل مزارع الألبان، ومعالف حيوانات اللحم، ومزارع الدواجن والخنازير) وكذلك عند التخلص من الروث في أنظمة السائل. ويتم الإبلاغ عن انبعاثات الميثان المتصلة بمعالجة الروث وتخزينه تحت "معالجة الروث".

وهناك عوامل رئيسية تؤثر في انبعاثات الميثان مثل كمية الروث المنتجة ونسبة الروث التي تتحلل في عدم وجود الأكسجين. ويعتمد العامل الأول على معدل إنتاج النفايات لكل حيوان وعدد رؤوس الحيوانات، فيما يعتمد العامل الأخير على كيفية معالجة الروث. وعند تخزين الروث أو معالجته كسائل (على سبيل المثال، في الأهوار أو البرك أو الخزانات أو الحفر)، فإنه يتحلل في الظروف اللاهوائية وقد ينتج كمية كبيرة من الميثان. وتؤثر درجة الحرارة وفترة الاحتجاز لوحدة التخزين بشكل كبير على المقدار المنبعث من الميثان. وفي حالة معالجة الميثان كمادة صلبة (مثل، عند التكديس أو التكويم) أو عند تراكمه في المراعي والمراعي المفتوحة، فإنه يتحلل في ظروف هوائية على نحو أكبر ويكون الميثان الناتج أقل.

1-4-10 اختيار الطريقة

يوجد ثلاثة مستويات لتقدير انبعاثات الميثان من روث المواشي. وتقدم شجرة القرار في الشكل 10-3 إرشادات لتحديد المستوى المناسب.

المستوى 1
طريقة مبسطة تتطلب فقط بيانات أعداد الحيوانات حسب أنواع/فئات الحيوانات والمنطقة المناخية أو الحرارة، إلى جانب معاملات الانبعاث الافتراضية الخاصة بالهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، لتقدير الانبعاثات. ونظرا لأن بعض الانبعاثات من أنظمة معالجة الروث تعتبر عالية الاعتماد على الحرارة، فإنه من *الممارسة السليمة* أن يتم تقدير متوسط درجات الحرارة السنوية المقترنة بمواقع معالجة الروث.

المستوى 2
ينبغي استخدام طريقة أكثر تعقيدا لتقدير انبعاثات الميثان من معالجة الروث إذا كانت فئة/أنواع المواشي تمثل جزءاً هاماً من الانبعاثات داخل البلد. وتتطلب هذه الطريقة معلومات مفصلة حول خصائص الحيوانات وممارسات معالجة الروث، وهو ما يُستخدم لوضع معاملات انبعاث ملائمة لظروف البلد.

المستوى 3
قد ترغب بعض البلدان التي تكون انبعاثات المواشي فيها كبيرة استخدام طريقة أكثر تقدماً من طريقة المستوى 2 ووضع نماذج للمنهجيات الخاصة بالبلد أو استخدام مقتربات قائمة على القياس لتحديد معاملات الانبعاث.

وتعتمد الطريقة التي يتم اختيارها على مدى توافر البيانات والظروف الوطنية. وتستلزم *الممارسة السليمة* في تقدير انبعاثات الميثان من أنظمة معالجة الروث بذل كافة الجهود الممكنة لاستخدام طريقة من المستوى 2، بما في ذلك حساب معاملات الانبعاث باستخدام المعلومات الخاصة بالبلد. وينبغي استخدام طريقة المستوى 1 فقط في حالة استنفاذ كافة الوسائل الممكنة لاستخدام طريقة المستوى 2 و/أو تم التوصل إلى أن المصدر لا يعد فئة أو فئة فرعية رئيسية.

وبصرف النظر عن الطريقة التي تم اختيارها، يجب أولاً تقسيم الحيوانات إلى فئات كما هو موضح في القسم 10-2 بما يعس الكميات المختلفة من الروث لكل حيوان.

وتستخدم الخطوات الأربع التالية لتقدير انبعاثات الميثان من معالجة الروث:

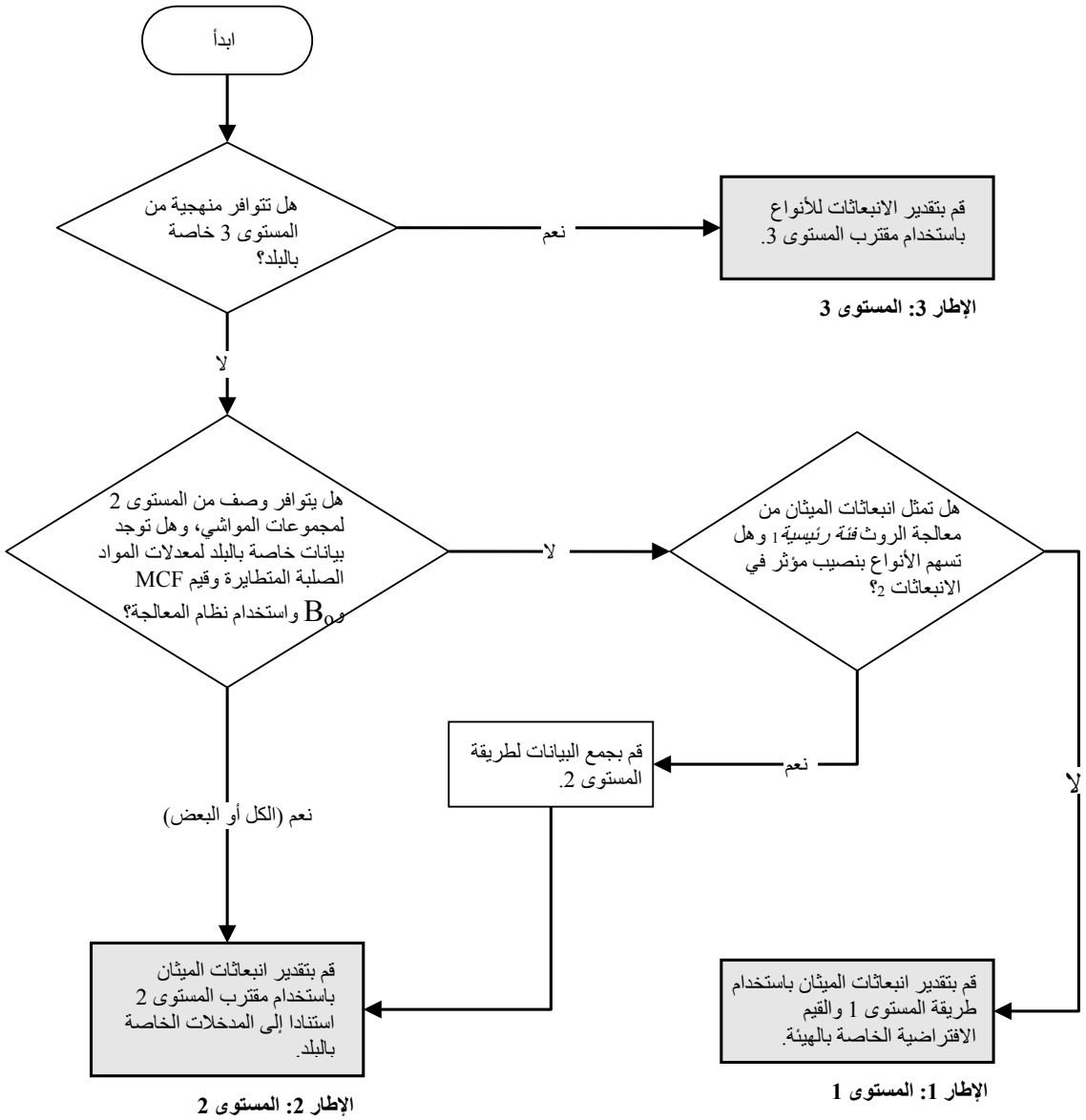
الخطوة 1: تجميع البيانات على النحو الموضح في القسم المعنون وصف مجموعات المواشي (راجع القسم 10-2).

الخطوة 2: استخدام القيم الافتراضية أو وضع معاملات انبعاث خاصة بالبلد لكل فئة فرعية من الحيوانات في صورة كيلوجرامات من الميثان لكل رأس في العام.

الخطوة 3: ضرب معاملات الانبعاث الخاصة بالفئة الفرعية للحيوانات في أعداد الحيوانات ضمن هذه الفئة لتقدير الانبعاثات في الفئة الفرعية، ثم جمع القيم عبر كافة الفئات الفرعية لتقدير الانبعاثات الإجمالية حسب الأنواع الرئيسية من المواشي.

الخطوة 4: جمع الانبعاثات من كافة أنواع المواشي المحددة للوصول إلى قيمة الانبعاثات الوطنية.

الشكل 10-3 شجرة قرار لانبعاثات غاز الميثان من معالجة الروث



1: راجع الفصل 4 من المجلد 1 "الاختيار المنهجي وتحديد الفئات الرئيسية" (مع ملاحظة القسم 4-12 حول المصادر المحدودة) للحصول على مناقشة حول *الفئات الرئيسية* واستخدام شجرات القرار.
2: كقاعدة عامة، تكون أ،واع المواشي هامة إذا كانت تسهم بنسبة 25-30% أو أكثر من الانبعاثات من الفئة المصدر.

توضح المعادلة 10-22 كيفية حساب انبعاثات الميثان من معالجة الروث:

المعادلة 10-22
انبعاثات الميثان من معالجة الروث

$$CH_{4Manure} = \sum_{(T)} \frac{\left(EF_{(T)} \bullet N_{(T)}\right)}{10^6}$$

حيث:

$CH_{4Manure}$ = انبعاثات غاز الميثان الناتجة عن معالجة الروث، لمجموعة محددة من الحيوانات، جيجا جرام ميثان في العام

$EF_{(T)}$ = معامل الانبعاث لمجموعة المواشي المحددة، كجم ميثان للرأس في العام

$N_{(T)}$ = عدد رؤوس نوع / فئة المواشي *T* في البلد

T = نوع / فئة الحيوانات

4.2-10 اختيار معاملات الانبعاث

يعد إجراء القياسات غير الاجتياحية أو غير المثيرة أفضل الطرق لتقدير الانبعاثات في الأنظمة الفعلية التي تمثل الأنظمة المستخدمة في البلد. ويمكن استخدام النتائج الميدانية في وضع النماذج لتقدير معاملات الانبعاث (المستوى 3). غير أن هذه القياسات يصعب إجراؤها وتتطلب موارد وخبرات هامة وأجهزة قد لا تكون غير متوافرة. وبالتالي، فإن هذا المقترب على الرغم من استحسانه لزيادة الدقة، فإنه غير مطلوب *للممارسة السليمة*. ويقدم هذه القسم اثنين من البدائل لوضع معاملات الانبعاث، مع اعتماد اختيار معاملات الانبعاث على الطريقة (أي، المستوى 1 أو 2) التي تم اختيارها لتقدير الانبعاثات.

المستوى 1
عند استخدام طريقة المستوى 1، يتم استخدام معاملات انبعاث الميثان الافتراضية حسب الفئة أو الفئة الفرعية للحيوانات. وقد تم إيراد معاملات الانبعاث الافتراضية حسب المتوسطات السنوية لدرجة الحرارة في الجداول 10-14 و10-15 و10-16 لكل فئة فرعية موصى بها. وتمثل معاملات الانبعاث هذه نطاق محتوى المواد الصلبة المتطايرة في الروث، وكذلك في ممارسات معالجة الروث في كل منطقة، وكذلك الاختلاف في الانبعاثات نتيجة الحرارة. وتقدم الجداول من 10أ.4 إلى 10أ.9 في الملحق 10أ.2 الافتراضات الأساسية المستخدمة لكل منطقة. وينبغي على البلدان التي تستخدم طريقة من المستوى 1 لتقدير انبعاثات الميثان من معالجة الروث مراجعة متغيرات المناطق في هذه الجداول لتحديد المنطقة التي تناسب إلى أبعد حد العمليات الحيوانية في بلدهم واستخدام معاملات الانبعاث الافتراضية لهذه المنطقة.

ويوضح الجدول 10-14 معاملات الانبعاث الافتراضية للأبقار والخنازير والجاموس لكل منطقة وتصنيف درجة الحرارة. وقد تم إدراج معاملات الانبعاث حسب المتوسطات السنوية لدرجات الحرارة للمنطقة المناخية التي يتم فيها معالجة الروث. وينبغي أن تستند بيانات درجات الحرارة على الإحصائيات الوطنية للأحوال الجوية حال توافرها. ويجب على البلدان تقدير النسبة المئوية لمجموعات الحيوانات في المناطق الحرارية المختلفة وحساب متوسط معامل انبعاث مرجح. وإذا لم يكن ذلك ممكناً، يمكن استخدام المتوسط السنوي للحرارة في البلد ككل، رغم أن ذلك قد يعطي تقديرا غير دقيق للانبعاثات التي تتسم بالحساسية العالية للتباين في درجات الحرارة (مثل أنظمة السائل/الرداغ).

يقدم الجدولان 10-15 و10-16 معاملات الانبعاث الافتراضية فيما يتعلق بمعالجة الروث للأنواع الأخرى من الحيوانات. وكما هو موضح تم تقديم معاملات انبعاث منفصلة للدول المتقدمة والنامية في الجدول 10-15 تعكس الفروق العامة في المدخول الغذائي وخصائص الغذاء للحيوانات في المنطقتين. وباستثناء ما يتعلق بالدواجن "البيوض"، تعكس معاملات الانبعاث هذه حقيقة أن كافة روث هذه الحيوانات يعالج فعلياً في أنظمة "جافة" بما في ذلك المراعي والمراعي المفتوحة والمعالف الجافة والنشر اليومي في الحقول (Woodbury and Hashimoto, 1993).

الجدول 10-14
معاملات انبعاث الميثان من معالجة الروث حسب درجات الحرارة للأبقار والخنازير والجاموس[1]
(كجم ميثان لكل رأس في العام)

خصائص المناطق	نوع المواشي	معاملات انبعاث الميثان حسب متوسط درجة الحرارة السنوية (درجة مئوية)[2]																				
		باردة					معتدلة												دافئة			
		≤ 10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	≤ 28
أمريكا الشمالية: أنظمة مائية تستخدم عادة لمعالجة الروث من أبقار الألبان والخنازير. ويتم معالجة الروث للأبقار الأخرى في العادة كمادة صلبة ويترك في مواطن المرعي أو المراعي المفتوحة.	أبقار الألبان	48	50	53	55	58	63	65	68	71	74	78	81	85	89	93	98	105	110	112
	الأبقار الأخرى	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	الخنازير السوقية	10	11	11	12	12	13	13	14	15	15	16	17	18	18	19	20	22	23	23
	خنازير إنتاج السلالات	19	20	21	22	23	24	26	27	28	29	31	32	34	35	37	39	41	44	45
أوروبا الغربية: تستخدم أنظمة السائل/الرداغ والتخزين في الحفر على نطاق واسع لمعالجة الروث للأبقار والخنازير. وتتاح مساحات زراعية محدودة لنشر الروث.	أبقار الألبان	21	23	25	27	29	34	37	40	43	47	51	55	59	64	70	75	83	90	92
	الأبقار الأخرى	6	7	7	8	8	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20	21	24	25	26
	الخنازير السوقية	6	6	7	7	8	9	9	10	11	11	12	13	14	15	16	18	19	21	21
	خنازير إنتاج السلالات	9	10	10	11	12	13	14	15	16	17	19	20	22	23	25	27	29	32	33
	الجاموس	4	4	5	5	5	6	7	7	8	9	9	10	11	12	13	14	15	16	17
أوروبا الشرقية: تُستخدم الأنظمة السائلة لمعالجة غالبية أنواع الروث. ويتم معالجة حوالي ثلث الروث من الحيوانات في هذه الأنظمة.	أبقار الألبان	11	12	13	14	15	20	21	22	23	25	27	28	30	33	35	37	42	45	46
	الأبقار الأخرى	6	6	7	7	8	9	10	11	11	12	13	14	15	16	18	19	21	23	23
	الخنازير السوقية	3	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	10	10	10
	خنازير إنتاج السلالات	4	5	5	5	5	6	7	7	7	8	8	9	9	10	11	12	16	17	17
	الجاموس	5	5	5	6	6	7	8	8	9	10	11	11	12	13	15	16	17	19	19
أوقيانوسيا: يتم معالجة الروث لغالبية أنواع الأبقار كمادة صلبة في المراعي أو المراعي المفتوحة، باستثناء أبقار الألبان حيث يكون هناك استخدام محدود للأهوار. ويتم معالجة حوالي نصف روث الخنازير في الأهوار اللاهوائية.	أبقار الألبان	23	24	25	26	26	27	28	28	28	29	29	29	29	29	30	30	31	31	31
	الأبقار الأخرى	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	الخنازير السوقية	11	11	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	خنازير إنتاج السلالات	20	20	21	21	22	22	23	23	23	23	23	24	24	24	24	24	24	24	24
أمريكا اللاتينية: يعالج الروث لكافة الحيوانات تقريبا كمادة صلبة في المراعي والمراعي المفتوحة. يُخلف روث الجاموس في المراعي والمراعي المفتوحة.	أبقار الألبان	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
	الأبقار الأخرى	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	الخنازير	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
	الجاموس	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2

خصائص المناطق	نوع المواشي	باردة					معتدلة															
		≤ 10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	≤ 28
أفريقيا: يدار الروث لغالبية الحيوانات كمادة صلبة على مواطن الكلأ والمراعي. ويحرق جزء صغير، لكن مؤثر، كوقود.	أبقار الألبان	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	الأبقار الأخرى	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	الخنازير	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
الشرق الأوسط: حوالي ثلثي الروث للأبقار يخلف على مواطن الكلأ والمراعي. ويدار حوالي ثلث الروث للخنازير في أنظمة سائلة. يحرق الروث كوقود أو يدار كمادة صلبة.	أبقار الألبان	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
	الأبقار الأخرى	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	الخنازير	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6
	الجاموس	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
أسيا: يستخدم حوالي نصف الروث يستخدم كوقود فيما يدار الباقي في أنظمة جافة. حوالي 40% من الروث للخنازير يدار كسائل. يدار الروث للجاموس في حظائر جافة ويُخلف في مواطن الكلأ والمراعي.	أبقار الألبان	9	10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20	21	23	24	26	28	31	31
	الأبقار الأخرى	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	الخنازير	2	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	7	7
	الجاموس	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
شبه القارة الهندية: يُستخدم نصف الروث للأبقار والجاموس تقريبا للوقود فيما يتم معالجة الباقي في أنظمة جافة. حوالي ثلث الروث للخنازير يُدار كسائل.	أبقار الألبان	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6
	الأبقار الأخرى	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	الخنازير	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	6	6	6
	الجاموس	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

المصدر: راجع الملحق 10أ.2، الجداول من 10أ.4 إلى 10أ.8 للتعرف على كيفية اشتقاق هذه المعاملات.

يبلغ مستوى عدم التيقن في هذه المعاملات ±30%.

أ- عند اختيار معامل انبعاث افتراضي، يرجى التحقق من الرجوع إلى الجداول المساعدة في الملحق 10أ.2 للتعرف على توزيع أنظمة معالجة الروث وخصائص مخلفات الحيوانات المستخدمة في تقدير الانبعاثات. اختر معامل الانبعاث الخاصة بالمنطقة الأكثر تشابهاً مع المنطقة التي تنتمي إليها البلد في هذه الخصائص.

ب. كافة درجات الحرارة ليست بالضرورة ممثلة داخل كل منطقة. على سبيل المثال، لا توجد مناطق دافئة مؤثرة في أوروبا الشرقية أو الغربية. وبالمثل، لا توجد مناطق باردة مؤثرة في أفريقيا والشرق الأوسط.

ملاحظة: لا توجد أعداد مؤثرة من الجاموس في أمريكا الشمالية أو أقيانوسيا أو أفريقيا.

الجدول 10-15
معاملات انبعاث الميثان من معالجة الروث حسب درجة الحرارة للضأن والماعز والجمال والخيول والبغال والحمير والدواجن
(كجم ميثان لكل رأس في العام)

نوع المواشي	معامل انبعاث الميثان حسب متوسط درجة الحرارة (درجة مئوية)		
	باردة (<15 درجة مئوية)	معتدلة (15 إلى 25 درجة مئوية)	دافئة (>25 درجة مئوية)
الضأن			
البلدان المتقدمة	0.19	0.28	0.37
البلدان النامية	0.10	0.15	0.20
الماعز			
البلدان المتقدمة	0.13	0.20	0.26
البلدان النامية	0.11	0.17	0.22
الجمال			
البلدان المتقدمة	1.58	2.37	3.17
البلدان النامية	1.28	1.92	2.56
الخيول			
البلدان المتقدمة	1.56	2.34	3.13
البلدان النامية	1.09	1.64	2.19
البغال والحمير			
البلدان المتقدمة	0.76	1.10	1.52
البلدان النامية	0.60	0.90	1.20
الدواجن			
البلدان المتقدمة			
البيوض (جافة)[ب]	0.03	0.03	0.03
البيوض(رطبة)[ج]	1.2	1.4	1.4
فروج الشي	0.02	0.02	0.02
الديك الرومي	0.09	0.09	0.09
البط	0.02	0.03	0.03
البلدان النامية	0.01	0.02	0.02

يبلغ مستوى عدم التيقن في هذه المعاملات ±30%.

المصادر: تم تحديد معاملات الانبعاث من: قيم المدخول الغذائي وقابلية انهضام الأغذية المستخدمة في وضع معاملات الانبعاث للتخمر المعوي (راجع الملحق 10أ-1)، باستثناء معاملات الدواجن في البلدان المتقدمة، ومعامل تحويل الميثان (MCF)، والقدرة القصوى على إنتاج الميثان ((B_o المبلغ عنها في وودبري وهاشيموتو (1993). تقسم الدواجن في البلدان المتقدمة فرعيا إلى خمس فئات. تمثل البيوض (جافة) الدجاج البيوض في نظام "بدون فراش" لمعالجة النفايات، فيما تمثل البيوض (رطبة) الدجاج البيوض في نظام أهوار لاهوائية لمعالجة المخلفات. بالنسبة للدجاج البيوض، تعتبر المواد الصلبة المتطايرة (VS) القيم التي تم الإبلاغ عنها في وزارة الزراعة الأمريكية (1996)، فيما تعد قيم الكتلة النموذجية للحيوان مستمدة من ASAE (1999)، وقيم B_o للدجاج البيوض هي قيم تم الإبلاغ عنه بواسطة هيل (1982). بالنسبة لفروج الشي والديوك الرومي، قيم B_o من هيل (1984)، وقيم الكتلة النموذجية للحيوان من ASAE (1999)، وقيم المواد المتطايرة تم الإبلاغ عنها في وزارة الزراعة (1996). قيم B_o للبط تم تحويلها من فروج الشي والديك الرومي/ قيم كتلة الحيوان العادي من MWPS-18، وقيم المواد المتطايرة من وزارة الزراعة الأمريكية، AWMFH. تم تحديث الكتلة النموذجية للضأن والماعز والخيول، وقيم المواد المتطايرة و B_o للماعز والخيول بالنسبة للبلدان المتقدمة وفقا لتحليل عمليات حصر غازات الاحتباس الحراري لبلدان الملحق I. كافة الروث، باستثناء الدجاج البيوض (رطبة)، يفترض أن يدار في أنظمة جافة، وهو ما يتسق مع استخدام نظام معالجة الروث الذي تم الإبلاغ عنها في وودبيري وهاشيموتو (1993).

أ عند اختيار معامل انبعاث افتراضي، يرجى التحقق من الرجوع إلى الجداول المساعدة في الملحق 10أ-2 للتعرف على توزيع أنظمة معالجة الروث وخصائص مخلفات الحيوانات المستخدمة في تقدير الانبعاثات. اختر معامل الانبعاث الخاصة بالمنطقة الأكثر تشابهاً مع المنطقة التي تنتمي إليها البلد في هذه الخصائص.

ب عمليات الدجاج البيوض التي تعالج الروث الجاف.

ج عمليات الدجاج البيوض التي تعالج الروث كسائل مثل التخزين في هور لاهوائي.

الجدول 10-16
معاملات انبعاث الميثان من معالجة الروث للأيل والرنة والأرانب وحيوانات الفراء

المواشي	معامل انبعاث الميثان (كجم ميثان لكل رأس في العام)
الأيل[أ]	0.22
الرنة[ب]	0.36
الأرانب[ج]	0.08
حيوانات الفراء (مثل الثعالب والمنك)[ب]	0.68

يبلغ مستوى عدم التيقن في هذه المعاملات ±30%.

أ Sneath *et al.* (1997)

ب تقديرات جامعة الزراعة في النرويج، معهد الكيمياء والتكنولوجيا الحيوية، قسم الميكروبيولجي.

ج حكم فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ

المستوى 2

تطبق طريقة المستوى 2 إذا كانت معالجة الروث تمثل فئة مصدر رئيسية أو عندما لا تتوافق البيانات المستخدمة لوضع القيم الافتراضية جيدا مع ظروف الحيوانات ومعالجة الروث في البلد. ونظرا لأن خصائص الأبقار والجاموس والخنازير وأنظمة معالجة الروث قد تختلف على نحو مؤثر حسب البلد، فإنه ينبغي للبلدان التي توجد بها أعداد كبيرة من هذه الحيوانات دراسة إمكانية استخدام طريقة المستوى 2 لتقدير انبعاثات الميثان. وتجدر الإشارة إلى أن طريقة المستوى 2 تعتمد على نوعين رئيسين من المدخلات التي تؤثر على حساب معاملات انبعاث الميثان من الروث:

خصائص الروث: تشمل كمية المواد الصلبة المتطايرة (VS) المنتجة في الروث والحد الأقصى لكمية الميثان التي يمكن إنتاجها من الروث. ويمكن تقدير إنتاج المواد المتطايرة في الروث استناداً إلى المدخول الغذائي والقابلية للانهضام، وهي متغيرات تستخدم كذلك في وضع معاملات الانبعاث من التخمر المعوي في طريقة المستوى 2. وعلى نحو بديل، قد تستند معدلات إنتاج المواد الصلبة المتطايرة على القياسات المعملية لروث المواشي. وتختلف قيمة B_o حسب النوع الحيواني ونظام التغذية وهي نتاج نظري من الميثان استنادا إلى كمية المواد المتطايرة في الروث. ولا يتم تضمين مواد الفرش (القش والنشارة والخراطة وغيرها) في المواد الصلبة المتطايرة التي يتم حسابها في طريقة المستوى 2. وتجدر الإشارة إلى أنه يوجد تباين كبير في نوع واستخدام هذه المواد من بلد لآخر. ونظرا لأنها تقترن نموذجيا بأنظمة التخزين الصلبة، فلن تسهم على نحو مؤثر في الإنتاج الإجمالي للميثان.

خصائص أنظمة معالجة الروث: تشتمل على أنواع الأنظمة المستخدمة لمعالجة الروث وعلى معامل تحويل للميثان خاص بالنظام (MCF) يعبر عن نسبة B_o التي تم تحقيقها. وتستخدم التقييمات الإقليمية لأنظمة معالجة الروث من أجل تقدير نسبة الروث التي يتم معالجتها بكل أسلوب من أساليب المعالجة. ويتضمن الجدول 10-18 وصفا لأنظمة معالجة الروث. وتختلف قيمة معامل تحويل الميثان الخاص بنظام المعالجة وفقا للأسلوب والمناخ الذي يتم فيهما معالجة الروث، ويمكن أن تتراوح نظرياً بين صفر و100%. ويلعب كل من درجة الحرارة وفترة الاحتجاز دورا هاما في حساب قيمة معامل تحويل الميثان. ويُشجع الروث المعالج كسائل في درجات حرارة دافئة لفترة طويلة على تكون الميثان. وفي مثل هذه الظروف قد تتراوح قيم معامل تحويل بين 65 و80%. ولا يؤدي الروث المعالج كمادة جافة في درجات حرارة باردة إلى إنتاج الميثان على نحو مؤثر، ومن ثم فإن معامل الانبعاث المقترن به يقدر بحوالي 1%.

وتتضمن عملية وضع معاملات انبعاث لطريقة المستوى 2 تحديد متوسط مرجح لمعامل التحويل باستخدام تقديرات الروث المعالج في كل نظام لإدارة النفايات حسب المناطق المناخية. بعد ذلك يتم ضرب متوسط معامل التحويل في معدل إفراز المواد الصلبة المتطايرة وقيمة B_o لفئات المواشي. وبصيغة المعادلة، يكون التقدير على النحو التالي:

المعادلة 10-23
معامل انبعاث الميثان من معالجة الروث

$$EF_{(T)} = \left(VS_{(T)} \bullet 365\right) \bullet \left[B_{o(T)} \bullet 0.67\, kg/m^3 \bullet \sum_{S,k} \frac{MCF_{S,k}}{100} \bullet MS_{(T,S,k)} \right]$$

حيث:

$EF_{(T)}$ = معامل الانبعاث السنوي للميثان للفئة T، كجم ميثان للحيوان في العام

$VS_{(T)}$ = المواد الصلبة المتطايرة المفرزة يوميا للفئة T، كجم *مادة جافة للحيوان في اليوم*

365 = أساس حساب المواد الصلبة المتطايرة المولدة سنوياً، أيام في العام

$B_{o(T)}$ = القدرة القصوى على توليد الميثان من الروث للفئة T، متر مكعب ميثان كجم من المادة الصلبة المفرزة

0.67 = معامل التحويل من متر مكعب ميثان إلى كيلوجرامات من الميثان.

$MCF_{(S,k)}$ = معاملات تحويل الميثان لكل نظام من أنظمة معالجة الروث S *حسب المنطقة المناخية* k، %

$MS_{(T,S,k)}$ = جزء الروث لفئة المواشي T والذي يتم معالجته باستخدام النظام S في المنطقة المناخية k، بلا أبعاد

وحتى إذا كان مستوى التفصيل الذي تقدمه طريقة المستوى 2 غير ممكن في بعض البلدان، فيمكن استخدام عناصر البيانات الخاصة بالبلد مثل كتلة الحيوان وإفراز المواد الصلبة المتطايرة وغيرها لتحسين تقديرات الانبعاث. وفي حالة توافر البيانات الخاصة بالبلد لجزء فقط من هذه المتغيرات، فيجدر بالبلدان العمل على حساب معاملات انبعاث خاصة بالبلد باستخدام البيانات الواردة في الجداول من 10أ.4 إلى 10أ.9 لسد الفجوات.

ويمكن استخدام برامج القياس لتحسين الأساس لإجراء التقديرات. وبالأخص، تكون قياسات الانبعاثات من أنظمة معالجة الروث في الظروف الميدانية مفيدة للتحقق من قيم معامل تحويل الميثان. كذلك تكون هناك حاجة إلى قياسات القدرة القصوى على توليد الميثان B_o من المواشي في المناطق الاستوائية لأنظمة غذائية متنوعة من أجل توسيع تمثيلية المعاملات الافتراضية.

ونتيجة لأن الانبعاثات يمكنها أن تتباين على نحو مؤثر حسب المنطقة ونوع/فئة الحيوان، فإن تقديرات الانبعاث ينبغي أن تعكس إلى أبعد حد ممكن، تنوع ونطاق المجموعات الحيوانية وممارسات معالجة الروث بين المناطق المختلفة داخل البلد. وهو ما قد يتطلب وضع تقديرات منفصلة لكل منطقة. وينبغي تحديث معاملات الانبعاث بصفة دورية من أجل مراعاة التغيرات في خصائص الروث وممارسات الإدارة. ويمكن أن تستند هذه المراجعات إلى البيانات الموثوقة التي خضعت للمراجعة العلمية. ويفضل إجراء عمليات مراقبة متكررة للتحقق من بارامترات النماذج الأساسية ولتعقب اتجاهات التغير في صناعة المواشي.

معدلات إفراز المواد الصلبة المتطايرة

المواد الصلبة المتطايرة هي المواد العضوية الموجودة في روث المواشي وتتكون من أجزاء قابلة للتحلل وأجزاء غير قابلة للتحلل البيولوجي. والقيمة التي تحتاجها المعادلة 10-23 هي إجمالي المواد العضوية المتطايرة (كل من الأجزاء القابلة والأجزاء غير القابلة للتحلل البيولوجي) التي يفرزها كل نوع حيواني نظراً لأن قيم B_o تستند إلى إجمالي المواد الصلبة المتطايرة التي تدخل إلى الأنظمة. وتتمثل أمثل الطرق للحصول على معدلات متوسط الإفراز اليومي للمواد الصلبة المتطايرة في استخدام البيانات من المصادر المنشورة على المستوى الوطني. وفي حالة عدم توافر معدلات متوسط الإفراز اليومي للمواد الصلبة المتطايرة، فإن بالإمكان تقدير معدلات إفراز خاصة بالبلد من مستويات المدخول الغذائي. ويمكن تقدير المدخول الغذائي للأبقار والجاموس باستخدام طريقة الوصف "المعزز" الموضحة في القسم 10-2. وهو ما يضمن الاتساق في البيانات التي تقوم عليها تقديرات الانبعاثات. وفيما يتعلق بالخنازير، قد تكون هناك حاجة لبيانات إنتاج الخنازير الخاصة بالبلد لتقدير المدخول الغذائي.
ويساوي محتوى المواد الصلبة المتطايرة في الروث جزء الغذاء المستهلك غير المهضوم وبالتالي يتم التخلص منه كفضلات تمثل، عند إضافتها إلى البول، الروث. وينبغي للبلدان العمل على تقدير مدخول الطاقة الإجمالية (GE) (القسم 10-2، المعادلة 10-16) وقيمة القابلية للانهضام، DE، عند تقدير انبعاثات الميثان من التخمر المعوي.

وبعد تقدير هذه المكونات، يتم تقدير معدل إفراز المواد الصلبة المتطايرة على النحو التالي:

المعادلة 10-24
معدلات إفراز المواد الصلبة المتطايرة

$$VS = \left[GE \bullet \left(1 - \frac{DE\%}{100} \right) + (UE \bullet GE) \right] \bullet \left[\left(\frac{1 - ASH}{18.45} \right) \right]$$

حيث:

VS = معدل إفراز المواد الصلبة المتطايرة في اليوم على أساس المادة العضوية الجافة، كجم مادة صلبة متطايرة في اليوم

GE = مدخول الطاقة الإجمالية, ميجا جول في اليوم

DE% = النسبة المئوية لقابلية الغذاء للانهضام (مثل 60%)

(UE • GE) = طاقة البول والتي يعبر عنها كجزء من مدخول الطاقة الإجمالية (GE) وعلى نحو نموذجي يمكن اعتبار القيمة 0.04GE تمثل إفراز لطاقة البول بواسطة غالبية المجترات (يمكن خفضها إلى 0.02 مع المجترات التي يحتوي غذائها على 85% أو أكثر من الحبوب أو بالنسبة للخنازير). وينبغي استخدام القيم الخاصة بالبلد حال توافرها.

ASH = محتوى الرماد في الروث ويحسب كجزء من المادة الجافة بالمدخول الغذائي (على سبيل المثال، 0.08 للأبقار). وينبغي استخدام القيم الخاصة بالبلد حال توافرها.

18.45 = معامل التحويل للطاقة الإجمالية في الغذاء لكل كجم من المادة الجافة (ميجا جول كجم). وتعتبر هذه القيمة ثابتة نسبياً عبر مجموعة متنوعة من الأعلاف والغذاء القائم على الحبوب والذي تستهلكه المواشي عادة.

وقد تم إيراد قيم القابلية للانهضام التي تمثل فئات متنوعة من المواشي في القسم 10-2، الجدول 10-2 من هذا التقرير. وقد تتنوع قيمة جزء محتوى الرماد على نحو كبير بين أنواع المواشي المختلفة وينبغي أن تعكس الظروف الوطنية.

قيم القدرة القصوى على توليد الميثان B_o

تتباين القدرة القصوى لتوليد الميثان للروث (B_o) وفقا للنوع والغذاء. وتتمثل الطريقة المثلى للحصول على قيم قياس B_o في استخدام البيانات من المصادر المنشورة الخاصة بالبلد والمقاسة باستخدام طريقة معيارية. ومن الأهمية أن يتم توحيد قيمة B_o، بما في ذلك طريقة المعاينة، وتأكيد ما إذا كانت القيمة تستند إلى إجمالي المواد الصلبة المتطايرة الكلية التي يتم إفرازها أو قيمة المواد الصلبة المتطايرة القابلة للتحلل بيولوجيا، نظرا لأن الحساب في المستوى 2 يستند إلى القيمة الإجمالية للمواد الصلبة المتطايرة التي يتم إفرازها. وفي حالة عدم توافر قيم قياس B_o الخاصة بالبلد، يمكن استخدام القيم الافتراضية من الجداول من 10أ.4 – 10أ.9.

قيم معامل تحويل الميثان MCF

يشتمل الجدول 10-17 على المعاملات الافتراضية لتحويل الميثان (MCFs) لأنظمة معالجة الروث المختلفة حسب المتوسط السنوي لدرجات الحرارة. وتحدد قيم معامل تحويل الميثان فيما يتعلق بنظام معين لمعالجة الروث وتمثل الدرجة التي تم إليها تحقيق B_o. وتتأثر كمية الميثان التي يتم توليدها بواسطة نظام معين لمعالجة الروث بمدى توافر الظروف اللاهوائية، ودرجة حرارة النظام وفترة احتجاز المادة العضوية الميتة في النظام. وتشمل قيم معامل تحويل الميثان الافتراضية للأهوار والمقدمة في الجدول 10-17 تأثير فترات الاحتجاز الأطول، وكنتيجة لذلك، تعتبر أعلى من الأنظمة الأخرى في غالبية الظروف.

ونظرا لأن أنظمة السائل تعتبر شديدة الحساسية للتأثيرات الحرارية، فقد تم ما أمكن تقديم قيم معامل تحويل الميثان الافتراضية لهذه الأنظمة في الجدول 10-17 لمتوسطات سنوية محددة لدرجات الحرارة في كل نطاق مناخي. ورغم أن نطاقات الحرارة هذه ينبغي أن تغطي معظم الظروف المناخية، فإن المناطق التي تتسم بمتوسطات درجة حرارة سنوية متطرفة مرتفعة أو منخفضة خارج النطاق 10 إلى 28 درجة مئوية ينبغي أن تستخدم قيم نهاية النطاق (أي 10 أو 28 درجة) أو وضع قيم خاصة بالبلد.

وقد لا تتضمن هذه القيم الافتراضية التباين الواسع الممكن داخل الفئات المحددة من أنظمة المعالجة. وبالتالي، يجب وضع قيم MCF خاصة بالبلد تعكس أنظمة المعالجة المحددة المستخدمة في بلدان أو مناطق بعينها. وهو ما يعد ذا أهمية خاصة بالنسبة للبلدان التي يوجد بها أعداد كبيرة من الحيوانات أو التي بها مناطق مناخية متعددة. وفي هذه الحالات، يجب إجراء القياسات الميدانية لكل منطقة مناخية لتحل محل قيم MCF الافتراضية، ما أمكن. ويجب أن تشتمل القياسات على المعاملات التالية:

- توقيت التخزين/الاستعمال
- خصائص الغذاء ومجموعات الحيوانات في موقع القياس (راجع القسم 10-2 لنوع البيانات ذات الصلة)؛
- فترة التخزين
- خصائص الروث (على سبيل المثال، تدفق المواد الصلبة المتطايرة وتركيزات التدفق لأنظمة السائل)؛
- تحديد كمية الروث المتخلف في مرفق التخزين (اللقاح الميثاني)
- المدة وتوزيع الحرارة بين التخزين الداخلي والخارجي
- تقلب درجات الحرارة اليومية
- تفاوت درجات الحرارة الموسمية.

الجدول 10-17
قيم معامل تحويل الميثان حسب درجة الحرارة لأنظمة معالجة الروث

النظام[أ]		قيم MCF حسب المتوسط السنوي لدرجة الحرارة (درجة مئوية)																			المصدر والتعليقات
		باردة					معتدلة										دافئة				
		≤ 10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	≥ 28	
المراعي/المراعي المفتوحة/الحظائر		%1.0					%1.5											%2.0			أحكام فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ إلى جانب هاشيموتو وستيد (1994).
النشر اليومي		%0.1					%0.5											%1.0			هاشيموتو وستيد (1993) .
التخزين الصلب		%2.0					%4.0											%5.0			أحكام فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ إلى جانب أمون *وآخرين* (2001)، وهو ما يشير إلى انبعاثات تقارب 2% في الشتاء و4% في الصيف. تستند تقديرات المناخ الدافئ إلى حكم فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ وأمون *وآخرين* (1998).
المعالف الجافة		%1.0					%1.5											%2.0			أحكام فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ إلى جانب هاشيموتو وستيد (1994) .
السائل/الرداغ	بغطاء طبيعي من قشرة صلبة	%10	%11	%13	%14	%15	%17	%18	%20	%22	%24	%26	%29	%31	%34	%37	%41	%44	%48	%50	أحكام فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ إلى جانب مانجينو *وآخرين* (2001) وسومر (2000). ويعد الانخفاض المقدر نتيجة الغطاء القشري (40%) قيمة المتوسط السنوي استنادا إلى مجموعة محدودة من البيانات وقد يتسم بالتباين الشديد وفقا لدرجات الحرارة وسقوط الأمطار والتركيب. عند استخدام خزانات الرداغ كوسائل تخزين على دفعات/هاضمات، ينبغي حساب MCF وفقا للصيغة 1.
	بدون غطاء طبيعي من قشرة صلبة	%17	%19	%20	%22	%25	%27	%29	%32	%35	%39	%42	%46	%50	%55	%60	%65	%71	%78	%80	أحكام فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ إلى جانب مانجينو *وآخرين* (2001). عند استخدام خزانات الرداغ كوسائل تخزين على دفعات/هاضمات، ينبغي حساب MCF وفقا للصيغة 1.

الجدول 10-17 (تابع)
قيم MCF حسب درجة الحرارة لأنظمة معالجة الروث

النظام[أ]		قيم MCF حسب المتوسط السنوي لدرجة الحرارة (درجة مئوية)																				المصدر والتعليقات
		باردة					معتدلة											دافئة				
		≥ 10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	≥ 28		
أهوار لاهوائية غير مغطاة		%66	%68	%70	%71	%73	%74	%75	%76	%77	%77	%78	%78	%78	%79	%79	%79	%79	%80	%80		أحكام فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المنـــاخ إلـــى جانـــب مـــانجينو *وآخـــرين* (2001). تتباين قيم MCF للأهوار غير المغطاة وفقا لعدة عوامل تشمل درجة الحرارة وفترة الاحتجاز وفقدان المواد الصلبة المتطايرة من النظام (نتيجة إزالة السائل المتدفق و/أو المواد الصلبة من الأهوار).
التخزين في حفرة تحت مرابط الحيوانات	< شهر واحد	%3					%3										%3		%30			أحكام فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ إلى جانب مولر *وآخرين* (2004) وزيمان (1994). يرجى ملاحظة أن درجة الحرارة المحيطة، وليست درجة الحرارة الثابتة هي التي تستخدم لتحديد الظروف المناخية. عند استخدام الحفر كتخزين على دفعات/هاضمات، ينبغي حساب MCF وفقا للصيغة 1.
	> شهر واحد	%17	%19	%20	%22	%25	%27	%29	%32	%35	%39	%42	%46	%50	%55	%60	%65	%71	%78	%80		أحكام فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المنـــاخ إلـــى جانـــب مـــانجينو *وآخـــرين* (2001). يرجى ملاحظة أن درجة الحرارة المحيطة، وليست درجة الحرارة الثابتة هي التي تستخدم لتحديد الظروف المناخية. عند استخدام الحفر كتخزين على دفعات/هاضمات، ينبغي حساب MCF وفقا للصيغة 1.

الجدول 10-17 (تابع)
قيم MCF حسب درجة الحرارة لأنظمة معالجة الروث

النظام[أ]		قيم MCF حسب المتوسط السنوي لدرجة الحرارة (درجة مئوية)																				المصدر والتعليقات
		باردة					معتدلة												دافئة			
		≥ 10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	≤ 28		
حفرة هاضمة لاهوائية		0-100%					0-100%											0-100%				يجب التقسيم الفرعي في فئات مختلفة، م مراعاة كمية استرجاع الغاز الحيوي، وإشعال الغاز الحيوي والتخزين بعد الهضم. يتم الحساب باستخدام الصيغة 1.
الحرق للحصول على الوقود		10%					10%											10%				أحكام فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ إلى جانب سافلي *وآخرين* (1992).
فرش عميق للأبقار والخنازير	< شهر واحد	3%					3%											30%				أحكام فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ إلى جانب مولر *وآخرين* (2004) . يُتوقع أن تكون الانبعاثات تماثل، وربما أكبر من، التخزين في الحفرة وذلك استنادا إلى المحتوى العضوي ومحتوى الرطوبة.
فرش عميق للأبقار والخنازير (تابع)	< شهر واحد	17%	19%	20%	22%	25%	27%	29%	32%	35%	39%	42%	46%	50%	55%	60%	65%	71%	78%	80%		أحكام فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ إلى جانب مانجينو *وآخرين* (2001).
التدمين – في أوعية[ب]		0.5%					0.5%											0.5%				أحكام فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ وأمون *وآخرين* (1998). تكون قيم MCF أقل من نصف القيمة في حالة تخزين المواد الصلبة. غير معتمد على الحرارة.
التدمين – أكوام ثابتة[ب]		0.5%					0.5%											0.5%				أحكام فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ وأمون *وآخرين* (1998). تكون قيم MCF أقل من نصف القيمة في حالة تخزين المواد الصلبة. غير معتمد على الحرارة.
التدمين – أكوام مكثفة[ب]		0.5%					1.0%											1.5%				أحكام فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ وأمون *وآخرين* (1998). تكون قيم MCF أقل قليلاً من القيمة في حالة تخزين المواد الصلبة. معتمد على الحرارة بشكل ضئيل.
التدمين – أكوام هامدة[ب]		0.5%					1.0%											1.5%				أحكام فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ وأمون *وآخرين* (1998). تكون قيم MCF أقل قليلاً من القيمة في حالة تخزين المواد الصلبة. معتمد على الحرارة بشكل ضئيل.

الجدول 10-17 (تابع)
قيم MCF حسب درجة الحرارة لأنظمة معالجة الروث

النظام[a]	قيم MCF حسب المتوسط السنوي لدرجة الحرارة (درجة مئوية)																			المصدر والتعليقات
	باردة					معتدلة										دافئة				
	≥ 10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	≤ 28	
روث الدواجن المشتمل على مهاد	%1.5					%1.5											%1.5			أحكام فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. قيم MCF مماثلة لتخزين المواد الصلبة لكن مع درجات حرارة دافئة ثابتة بصفة عامة.
روث الدواجن غير المشتمل على مهاد	%1.5					%1.5											%1.5			أحكام فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. قيم MCF مماثلة للمعالف الجافة في المناخ الدافئ.
المعالجة الهوائية	%0					%0											%0			قيم MCF تقارب الصفر. قد تؤدي المعالجة الهوائية إلى تراكم الرواسب الطينية والتي قد تتم معالجتها في أنظمة أخرى. تتطلب الرواسب الطينية الإزالة وتشتمل على قيم عالية من المواد الصلبة المتطايرة. ومن الأهمية أن يتم تحديد عملية الإدارة التالية للرواسب الطينية وتقدير الانبعاثات من عملية الإدارة هذه إذا كانت مؤثرة.

الصيغة 1 (يجب أن يعكس الإطار الزمني للمدخلات فترة تشغيل الحفرة الهاضمة):

$$MCF = [\{CH_{4\ prod} - CH_{4\ used} - CH_{4\ flared} + (MCF_{storage}/100 * B_o * VS_{storage} * 0.67)\}/(B_o * VS_{storage} * 0.67)] * 100$$

حيث:

$CH_{4\ prod}$ = توليد الميثان من الحفرة الهاضمة (كجم ميثان). ملاحظة: في حالة استخدام غطاء مانع لنفاذ الغاز من تخزين الروث المهضوم، فيجب تضمين إنتاج الغاز نتيجة التخزين.

$CH4_{used}$ = مقدار غاز الميثان المستخدم للطاقة، (كجم ميثان)

CH4 flared = مقدار غاز الميثان المحروق = مقدار الميثان الذي يتم إشعاله، (كجم ميثان)

MCFstorage = غاز الميثان المنبعث أثناء تخزين الروث المهضوم (%)

VSstorage = مقدار المواد الصلبة المتطايرة المفرزة التي تنقل إلى التخزين قبل الهضم (كجم مادة صلبة متطايرة)

عند حساب الغاز الناتج عن التخزين: $MCF_{storage}$ = صفر، وفي غير ذلك من الحالات MCFstorage = قيمة معامل تحويل غاز الميثان لتخزين السائل

a – تم تقديم تعريفات أنظمة معالجة الروث في الجدول 10-18.

b التدمين هو الأكسدة البيولوجية للفضلات الصلبة ويشمل الروث عادة مع الفرش أو مصدر عضوي آخر للكربون ويكون ذلك نموذجيا عند درجات حرارة مرتفعة من الكائنات الميكروبية المنتجة للحرارة.

3-4-10 اختيار بيانات الأنشطة

يوجد نوعان رئيسيان من بيانات الأنشطة المستخدمة في تقدير انبعاثات غاز الميثان من معالجة الروث، هما: (1) بيانات مجموعات الحيوانات ؛ و(2) بيانات استخدام نظام معالجة الروث.

وينبغي الحصول على بيانات مجموعات الحيوانات باستخدام المقترب الموضح في القسم 10-2. وكما ذُكر سابقاً في القسم 10-2، فإن من *الممارسة السليمة* أن يتم إجراء وصف واحد للحيوانات يوفر بيانات الأنشطة لكافة مصادر الانبعاث اعتمادا على بيانات مجموعات الحيوانات. ومع ذلك، فمن الأهمية مراعاة أن مستوى تجزيء البيانات المطلوبة فيما يخص مجموعات الحيوانات لتقدير الانبعاثات الناجمة عن معالجة الروث قد يختلف عن المستويات المستخدمة للمصادر الأخرى مثل التخمر المعوي. على سبيل المثال، بالنسبة لبعض فئات/أنواع الحيوانات، مثل الأبقار، يمكن إجمال بيانات الوصف المعزز المطلوبة لتقدير التخمر المعوي باستخدام المستوى 2 إلى فئات أشمل تعد كافية لهذه الفئة المصدر. وفيما يتعلق بأنواع الحيوانات الأخرى، مثل الخنازير، فقد يفضل إجراء تجزيء لفئات الوزن عند حساب الانبعاثات من معالجة الروث أكثر مما هو مطلوب لحساب انبعاثات التخمر المعوي. ورغم ذلك، ينبغي الحفاظ على الاتساق في الفئات الإجمالية للحيوانات خلال عملية الحصر كلها.

وينبغي لهيئات الحصر في البلدان التي توجد بها ظروف مناخية متباينة الحصول على بيانات الحيوانات لكل منطقة مناخية رئيسية. علاوة على ذلك، ينبغي الحصول، ما أمكن، على متوسطات الحرارة السنوية للمواقع التي يتم فيها معالجة الروث في أنظمة سوائل (مثل الحفر والخزانات والأهوار). وهو ما من شأنه أن يسمح بمزيد من الاختيار المحدد للمعاملات الافتراضية أو قيم معامل تحويل الميثان فيما يتعلق بالأنظمة الأكثر حساسية للتغيرات في درجة الحرارة. ونموذجيا، يمكن الحصول على تحليل المجموعات الحيوانية في المنطقة من الإحصائيات الوطنية المنشورة المتعلقة بالحيوانات، فيما يمكن الحصول على بيانات الحرارة من الإحصائيات الوطنية الخاصة بالأرصاد الجوية. وفي حالة عدم توافر البيانات الخاصة بالمناطق، ينبغي استشارة الخبراء فيما يتعلق بأنماط الإنتاج في المنطقة (مثل الألبان واللحوم والصوف) أو توزيع الأراضي، وهو ما قد يوفر المعلومات لمطلوبة لتقدير توزيعات الحيوانات على مستوى المناطق.

ولتطبيق طريقة المستوى 2، ينبغي تجميع جزء الروث المعالج في كل نظام من أنظمة معالجة الروث لكل نوع تمثيلي من الحيوانات. ويلخص الجدول 10-18 الأنواع الرئيسية لأنظمة معالجة الروث. وينبغي استخدام البيانات الكمية للتمييز بين ما إذا كان النظام يُعد نظام تخزين صلب أم سائل/رداغ. ويمكن رسم الحد الفاصل بين النظام الجاف والسائل عند 20% محتوى مادة جافة. ويُراعى أنه في بعض الحالات، قد يتم معالجة الروث في عدة أنواع من أنظمة المعالجة. على سبيل المثال، قد يمر الروث المتدفق من حظيرة من مرابط مفتوحة لأبقار الألبان في هور لا هوائي عبر وحدة لفصل المواد الصلبة أولاً حيث يزال بعض المواد الصلبة من الروث وتعالج كمادة صلبة. ومن هنا، فإن من الأهمية أن يتم مراعاة جزء الروث الذي تتم معالجته في كل نوع من الأنظمة.

وأفضل الطرق للحصول على بيانات توزيع أنظمة معالجة الروث هو الرجوع بصورة دورية إلى الإحصائيات الوطنية المنشورة. وفي حالة عدم توافر مثل هذه الإحصائيات، فإن البديل المفضل هو إجراء مسح مستقل لاستخدام نظام معالجة الروث. وإذا تعذر إجراء المسح لعدم توافر الموارد، ينبغي استشارة الخبراء فيما يتعلق بتوزيع الأنظمة. ويصف الفصل 2 من المجلد 1 والمعنون *مقتربات جمع البيانات* كيفية استخلاص حكم الخبراء. ويمكن استخدام بروتوكولات مماثلة لاستخلاص رأي الخبراء فيما يخص بيانات توزيع أنظمة معالجة الروث.

4-4-10 تقدير عدم التيقن

معاملات الانبعاثات

توجد مستويات أكبر من عدم التيقن تقترن بمعاملات الانبعاث الافتراضية للمستوى 1 (راجع الجداول من 10-14 إلى 10-16). ويبلغ النطاق المقدر لمستوى عدم التيقن للمعاملات الافتراضية $\pm$ 30%. ويرجح أن تؤدي عمليات التحسين التي تحققها منهجيات المستوى 2 إلى الحد من نطاقات عدم التيقن في معاملات الانبعاث لتتدنى إلى $\pm$20%. وتساعد قياسات الانبعاث الدقيقة وجيدة التصميم من أنواع الروث وأنظمة معالجة الروث الموصوفة على نحو جيد في مزيد من الحد لمستويات عدم التيقن هذه. وينبغي أن تأخذ هذه القياسات في الحسبان درجة الحرارة وظروف الرطوبة والتهوية ومحتوى المواد الصلبة المتطايرة وفترة التخزين وجوانب المعالجة الأخرى.

وقد تشتمل القيم الافتراضية على مستويات كبيرة من عدم التيقن عند تطبيقها على بلد معين لأنها قد لا تعكس الظروف المحددة لمعالجة الروث داخل هذا البلد. ويمكن الحد من مستويات عدم التيقن من خلال وضع واستخدام قيم معامل تحويل الميثان والقدرة القصوى على توليد الميثان والمواد الصلبة المتطايرة التي تناسب بشكل أكبر الظروف الفريدة الخاصة بالبلد/المنطقة.

الجدول 10-18
تعريفات أنظمة معالجة الروث

النظام	التعريف
المراعي/المراعي المفتوحة/الحظائر	يترك الروث المتخلف من الحيوانات في المراعي والمراعي المفتوحة في مكانه ولا تتم معالجته.
النشر اليومي	يُزال الروث بصفة دورية من مرافق المرابط ويضاف إلى الأراضي الزراعية أو المراعي خلال 24 ساعة من إخراجه.
التخزين الصلب	تخزين الروث، نموذجيا لفترة من عدة شهور، دون تعبئة في أكوام أو أكداس. ويساعد على تكديس الروث وجود كميات كافية من مواد المهاد أو فقد الرطوبة عن طريق التبخر.
المعالف الجافة	منطقة مرابط مفتوحة مرصوفة أو غير مرصوفة لا يوجد بها أي غطاء نباتي مؤثر ويمكن إزالة الروث المتراكم مها بصورة دورية.
السائل/الرُداغ	يخزن الروث كما يفرز أو مع بعض الإضافات الضئيلة من الماء في خزانات أو برك أرضية خارج مكان إيواء الحيوانات، ويكون ذلك عادة لفترات أقل من عام واحد.
الأهوار اللاهوائية غير المغطاة	أحد أنظمة التخزين السائل يصمم ويدار للجمع بين تثبيت المخلفات وتخزينها. ويتم إزالة الروث من المرابط إلى الأهوار عبر قنوات. وتصمم الأهوار اللاهوائية بما يسمح بفترات تخزين مختلفة (تصل إلى عامين أو أكثر) وفقا للمنطقة المناخية ومعدل تحميل المواد الصلبة المتطايرة والعوامل التشغيلية الأخرى. وقد يعاد استخدام الماء المأخوذ من الهور كماء متدفق أو يستخدم للري وتخصيب الحقول.
حفر التخزين أسفل مرابط الحيوانات	تجميع وتخزين الروث عادة مع إضافة قليل من الماء أو بدون أي إضافة ويكون ذلك في العادة أسفل سطح من أضلاع خشبية أو معدنية في مرفق لمرابط الحيوانات المغلقة، ولفترات أقل من عام واحد في الغالب.
الحفرة الهاضمة اللاهوائية	يتم تجميع مخرجات الحيوانات بالقش أو بدون قش وهضمها بمعزل عن الهواء في أوعية كبيرة مغلقة أو هور مغطى. وتصمم الحفر الهاضمة وتدار لتثبيت المخلفات عن طريق الاختزال الميكروبي للمركبات العضوية المعقدة إلى ثاني أكسيد كربون وميثان حيث يتم تجميعه وحرقه أو استخدامه كوقود.
الحرق للحصول على الوقود	يفرز الروث والبول في الحقول. وتحرق أقراص الروث المجففة في الشمس للحصول على الوقود.
الفرش العميق للأبقار والخنازير	مع تراكم الروث، تضاف طبقات المهاد بصورة مستمرة لامتصاص الرطوبة خلال دورة إنتاج وربما لفترات من 6 شهور إلى 12 شهرا. ويعرف هذا النظام كذلك بنظام معالجة الروث بطبقات المهاد وقد يُجمع مع نظام المعالف الجافة أو المراعي.
التدمين في أوعية [أ]	التدمين، عادة في قناة مغلقة، عن طريق التهوية الإجبارية والمزج المستمر.
التدمين – الأكوام الثابتة [أ]	التدمين في أكوام بالتهوية الإجبارية ولكن بدون مزج.
التدمين – الأكوام المكثفة [أ]	التدمين في أكوام مع التقليب الدوري (يوميا على الأقل) للمزج والتهوية.
التدمين – الأكوام الهامدة [أ]	التدمين في أكوام مع عمليات تقليب غير منتظمة للمزج والتهوية.
روث الدواجن المشتمل على مهاد	يماثل الفرش العميق للأبقار والخنازير غير أنه يختلف في أنه عادة لا يُجمع مع المعالف الجافة أو المراعي. ويستخدم هذا النظام نموذجياً لكافة قطعان الدواجن المنتجة للسلالات واللحوم (فروج الشي) والطيور الأخرى.
روث الدواجن غير المشتمل على مهاد	قد يكون مماثلا للحفر المفتوحة في مرافق مرابط الحيوانات المغلقة أو يصمم ويدار لتجفيف الروث مع تراكمه. ويعرف الأخير بنظام معالجة الروث عالي الارتفاع وهو شكل من التدمين في أكوام هامدة عند تصميمه وإدارته على نحو سليم.
المعالجة الهوائية	الأكسدة البيولوجية للروث المجمع كسائل مع التهوية الإجبارية أو الطبيعية. وتقتصر التهوية الطبيعية على البرك الهوائية والاختيارية وأنظمة الأراضي الرطبة وترجع بصفة رئيسية إلى البناء الضوئي. وبالتالي، فإن هذه الأنظمة تعاني عادة من نقص الأكسجين في الأيام غير المشمسة.

ب التدمين هو الأكسدة البيولوجية للفضلات الصلبة بما في ذلك الروث عادة مع الفرش أو مصدر عضوي آخر للكربون ويكون ذلك نموذجياً عند درجات حرارة مرتفعة ناتجة عن التوليد الميكروبي للحرارة.

بيانات الأنشطة – مجموعات الحيوانات

راجع القسم 10-2، وصف مجموعات المواشي والغذاء، للاطلاع على المناقشة المعنية بعدم التيقن في بيانات أنواع ووصف الحيوانات.

بيانات الأنشطة – استخدام نظام معالجة الروث

يعتمد مستوى عدم التيقن في بيانات استخدام نظام معالجة الروث على خصائص صناعة المواشي في كل بلد وكيفية جمع المعلومات ذات الصلة بمعالجة الروث. على سبيل المثال، بالنسبة للبلدان التي تعتمد على نظام معالجة واحد بشكل حصري تقريباً، مثل المراعي والمراعي المفتوحة، فقد يكون عدم التيقن المقترن باستخدام نظام المعالجة 10% أو أقل. أما بالنسبة للبلدان التي تستخدم أنظمة معالجة متعددة مع أنظمة تشغيل مختلفة على المستوى المحلي، فقد يكون نطاق عدم التيقن في بيانات استخدام نظام المعالجة أعلى في نطاق يتراوح بين 25% إلى 50%، وفقا لتوافر بيانات المسح التمثيلية والموثوقة التي تميز بين مجموعات الحيوانات حسب استخدام النظام. ويفضل أن يقوم كل بلد بتقدير عدم التيقن المقترن ببيانات استخدام نظام المعالجة عن طريق الطرق الموضحة في المجلد 1، الفصل 3.

10-4-5 الاستيفاء والمتسلسلات الزمنية وضمان/مراقبة الجودة والإبلاغ

ينبغي للحصر الوافي أن يقوم بتقدير انبعاثات الميثان من كافة أنظمة معالجة الروث لكافة فئات/أنواع المواشي المحددة في القسم 10-2. ويجدر بالبلدان أن تعمل على استخدام تعريفات لأنظمة المعالجة تتسق مع تلك التعريفات المقدمة في الجدول 10-18 لضمان تمثيل كافة أنواع الأنظمة. ويجب التدقيق المقارن لبيانات المجموعات بين آليات الإبلاغ الرئيسية (مثل الفاو وقواعد الإحصائيات الزراعية الوطنية) لضمان استيفاء واتساق المعلومات المستخدمة في الحصر. ونظرا للتوافر الواسع لقاعدة بيانات الفاو حول معلومات المواشي، فإنه يفترض أن غالبية البلدان لديها القدرة لإجراء، على الأقل، تقديرات المستوى 1 لفئات المواشي الرئيسية. ولمزيد من المعلومات فيما يتعلق باستيفاء وصف مجموعات المواشي، راجع القسم 10-2.

ويتطلب وضع متسلسلة زمنية متسقة لتقديرات الانبعاث من هذه الفئة المصدر، على الأقل، مجموعة من متسلسلات زمنية متسقة داخليا لإحصائيات مجموعات المواشي. ويمكن الرجوع إلى الفصل 5، من المجلد 1 (اتساق المتسلسلات الزمنية) للحصول على الإرشادات العامة المتصلة بإعداد متسلسلة زمنية متسقة.

وفي حالة حدوث تغيرات ملموسة في ممارسات معالجة الروث بمرور الوقت، فإن طريقة المستوى 1 لن تقدم متسلسلة زمنية دقيقة للانبعاثات (وذلك نظرا لأن المعاملات الافتراضية المستخدمة في المستوى 1 تستند إلى مجموعة تاريخية من البارامترات)، وينبغي دراسة إمكانية استخدام طريقة المستوى 2. ويجب عند إعداد متسلسلة زمنية لطريقة المستوى 2 جمع بيانات نظام معالجة الروث الخاصة بالبلد. وفي حالة عدم توافر بيانات نظام معالجة الروث لفترة من الوقت أثناء المتسلسلة الزمنية، فإنه يمكن الاستعانة بالاتجاهات لاستقراء البيانات من عينات المساحات أو الأراضي للتعميم على البلد ككل، وذلك إذا كانت الظروف المناخية مماثلة (أي، درجة الحرارة وسقوط الأمطار). علاوة على ذلك، ينبغي الرجوع ما أمكن إلى الخبراء المتخصصين في مجال المواشي لدى المؤسسات الحكومية أو العاملة في الصناعة أو الجامعات لوضع اتجاهات استخدام وخصائص نظام المعالجة.

وعند تغيير طريقة تقدير الانبعاث، ينبغي جمع البيانات التاريخية التي تتطلبها الطريقة الحالية واستخدامها في إعادة حساب الانبعاثات لهذه الفترة. وإذا لم تتوافر مثل هذه البيانات، فقد يكون من الملائم إنشاء اتجاه باستخدام البيانات الحديثة واستخدام هذه الاتجاه في التقدير العكسي لممارسات المعالجة للمتسلسلة الزمنية. على سبيل المثال، قد يكون من المعروف أن بعض صناعات المواشي تقوم بالتحويل إلى أنظمة معالجة أكثر تكثيفا بدلا من الرعي. وتاريخيا، ينبغي تسجيل هذا التغير في المتسلسلة الزمنية للانبعاثات، وذلك عبر تعديل توزيع أنظمة معالجة الروث. وقد يكون من الضروري بناء هذا التوزيع على حكم الخبراء الوطنيين وذلك في حالة عدم توافر بيانات المسوح الموسعة. ويقدم الفصل 5 من المجلد 1 إرشادات إضافية حول كيفية تناول مسائل إعادة الحساب. ويقترح القسم 10-2 مقتربات للجوانب ذات الصلة بالمجموعات الحيوانية. وينبغي أن يشرح نص الحصر على نحو كامل كيفية تأثير تغير ممارسات الزراعة و/أو تطبيق تدابير التخفيف على المتسلسلة الزمنية لبيانات الأنشطة أو معاملات الانبعاث.

ومن *الممارسة السليمة* أن يتم إجراء مراجعات عامة لمراقبة الجودة على النحو المحدد في الفصل 6 من المجلد 1، وكذلك القيام بعمليات ضمان/مراقبة الجودة فيما يتصل بتقديرات الانبعاث والتحقق منها، هذا إضافة إلى مراجعة هذه التقديرات من قبل الخبراء. كذلك يمكن تطبيق مراجعات إضافية لمراقبة الجودة وإجراءات ضمان الجودة وبالأخص في حالة استخدام طرق مستويات أعلى لتحديد الانبعاثات من هذا المصدر. ويجب دعم عمليات مراقبة/ضمان الجودة المتصلة بمعالجة البيانات ومناولتها والإبلاغ عنها بالإجراءات التالية.

تدقيق بيانات الأنشطة

- ينبغي للهيئة القائمة بالحصر مراجعة طرق تجميع بيانات المواشي وبالأخص التحقق من أن بيانات الأنواع الفرعية من المواشي قد تم تجميعها وإجمالها على نحو صحيح. وينبغي التدقيق المقارن للبيانات مع الأعوام السابقة لضمان معقولية البيانات واتساقها مع الاتجاه المتوقع. ينبغي على الهيئات القائمة بالحصر توثيق الطرق المتبعة في تجميع البيانات وتحديد جوانب التحيز المحتملة (على سبيل المثال، الإبلاغ المتدني المنظم لأعداد الحيوانات إلى الهيئات الإحصائية بواسطة مالكي المواشي من الأفراد) وتقييم مدى تمثيلية البيانات.
- ينبغي مراجعة تخصيص نظام معالجة الروث على نحو منتظم لتحديد ما إذا كان يتم تسجيل التغيرات في صناعة المواشي. ينبغي تسجيل التحويل من أحد أنواع أنظمة المعالجة إلى نظام آخر وكذلك التعديلات الفنية لتكوين وأداء النظام في نماذج النظام المتعلقة بالمواشي المتأثرة.
- قد يكون للتشريعات والسياسات الزراعية الوطنية تأثير على البارامترات المستخدمة في حساب انبعاثات الروث، لذا ينبغي مراجعتها بصورة منتظمة لتحديد تأثيرها المحتمل. على سبيل المثال، قد تؤدي التوجيهات الهادفة إلى الحد من وصول الروث إلى المسطحات المائية إلى حدوث تغيير في ممارسات المعالجة، وبالتالي تؤثر على قيمة معامل تحوي الميثان لفئة معينة من المواشي. وينبغي الحفاظ على الاتساق بين الحصر والتغييرات التي تحدث في الممارسات الزراعية.

مراجعة معاملات الانبعاث

- في حالة استخدام طريقة المستوى 1 (استخدام المعاملات الافتراضية الخاصة بالهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ)، فإن على الهيئة القائمة بالحصر أن تعمل على تقييم مدى جودة تمثيل المعدلات الافتراضية لإفراز المواد الصلبة المتطايرة وقيم القدرة القصوى على توليد الميثان وممارسات معالجة الروث للمجموعة الحيوانية المحددة وخصائص الروث في البلد المعني. وهو ما ينبغي القيام به عن طريق مراجعة معلومات السياق الواردة في الجداول من 10أ.4 إلى 10أ.9 للتعرف على مدى مطابقة بارامترات المدخلات الافتراضية لمنطقة الحصر. وإذا تبين عدم وجود مطابقة جيدة، يمكن استخدام بارامترات بديلة خاصة بالبلد تكون أكثر ملاءمة من أجل وضع معامل انبعاث محسن.
- في حالة استخدام طريقة المستوى 2، ينبغي على الهيئة القائمة بالحصر إجراء تدقيق مقارن للبارامترات الخاصة بالبلد (على سبيل المثال، معدلات إفراز المواد الصلبة المتطايرة، وقيم B_o وMCF) في مقابل القيم الافتراضية الخاصة بالهيئة الحكومية الدولية لتغير المناخ. وينبغي شرح الفروق المؤثرة بين المعاملات الخاصة بالبلد والمعاملات الافتراضية وتوثيقها.
- في حالة استخدام طريقة المستوى 2، يجب مقارنة اشتقاق معدلات المواد الصلبة المتطايرة بالافتراضات الأساسية المستخدمة في حصر انبعاثات التخمر المعوي عن طريق المستوى 2 إذا كان ذلك مطبقاً. على سبيل المثال، يمكن استخدام مكوني الطاقة الإجمالية والطاقة القابلة للانهضام في حصر التخمر المعوي من أجل تدقيق معدلات المواد الصلبة المتطايرة المشتقة على نحو مستقل. كما يمكن استخدام تطبيق المعادلة 10-24 (معدلات إفراز المواد الصلبة المتطايرة) في هذه الحالة لإجراء مثل هذه المقارنة فيما يتعلق بالمجترات. وفيما يتعلق بكافة الحيوانات، وعلى أساس إجمالي، ينبغي أن تكون معدلات المواد الصلبة المتطايرة متسقة مع المدخول الغذائي للحيوان (أي أن طاقة الفضلات ينبغي ألا تتجاوز طاقة المدخول) ومتسقة كذلك مع نطاق قيم القابلية للانهضام DE% المبلغ عنها في القسم 10-2، الجدول 10-2 من هذا التقرير.
- ما أمكن، ينبغي مراجعة بيانات القياس المتوافرة، حتى وإن كانت تمثل عينة صغيرة فقط من الأنظمة، فيما يتعلق بالافتراضات الخاصة بقيم MCF وتقديرات إنتاج الميثان. قد تساعد بيانات القياس التمثيلية في الحكم على مدى نجاح الافتراضات الحالية في التنبؤ بإنتاج الميثان من أنظمة معالجة الروث في منطقة الحصر، وكيفية تأثير عوامل معينة (مثل درجة الحرارة وتكوين النظام وفترة الاحتجاز) على الانبعاثات. نظرا لأن بيانات القياس المتاحة لهذه الأنظمة على مستوى العالم تعد محدودة نسبيا، فإن أي نتائج جديدة يمكنها أن تعمل على تحسين فهم هذه الانبعاثات وربما توقعها.

المراجعة الخارجية

- يجب على الهيئة القائمة بالحصر الاستعانة بخبراء في معالجة الروث وتغذية الحيوان للقيام بعملية مراجعة للطرق والبيانات المستخدمة من قبل النظراء الذي يتمتعون بالخبرة الكافية. ورغم أن هؤلاء الخبراء قد لا يكونوا على دراية تامة بانبعاثات غازات الاحتباس الحراري، إلا أنهم سيكونون على دراية كافية ببارمترات المدخلات الرئيسية في حساب الانبعاث بما يساعد على التحقق الكلي من الانبعاث. على سبيل المثال، يمكن للخبراء في تغذية الحيوان تقييم معدلات إخراج المواد الصلبة المتطايرة لتحديد ما إذا كانت متسقة مع الأبحاث المعنية بالاستفادة من الغذاء لأنواع معينة من المواشي. قد يقدم المزارعون المتمرسون آراءاً قيمة فيما يتعلق بأساليب معالجة الروث الفعلية مثل فترات التخزين واستخدام الأنظمة المختلطة. ويجب ما أمكن أن يكون هؤلاء الخبراء غير مشاركين بأي وجه في عملية الحصر من أجل إجراء عملية مراجعة خارجية حقيقية.

ومن *الممارسة السليمة* أن يتم توثيق وأرشفة كافة المعلومات المطلوبة لإنتاج تقديرات الحصر الوطني للانبعاث كما هي محددة في الفصل 6 من المجلد 1 (ضمان الجودة / مراقبة الجودة والتحقق). وفي حالة استخدام البيانات الخاصة بالبلد (على سبيل المثال، معاملات الانبعاث، وممارسات معالجة الروث، وخصائص الروث مثل المواد الصلبة المتطايرة وقيم القدرة القصوى على إنتاج الميثان)، فإنه يجب توثيق عملية اشتقاق هذه البيانات أو المراجع المستخدمة توثيقاً واضحاً والإبلاغ عنها جنبا إلى جنب مع نتائج الحصر تحت فئة المصدر المناسبة وفقا لتصنيف الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. ولتحسين الشفافية، يجب الإبلاغ عن تقديرات الانبعاث من هذه الفئة المصدر، إلى جانب بيانات الأنشطة ومعاملات الانبعاث المستخدمة في الوصول إلى التقديرات.

وينبغي توثيق المعلومات التالية:

- كافة بيانات الأنشطة (على سبيل المثال، بيانات أعداد المواشي حسب النوع/الفئة أو حسب المنطقة)، بما في ذلك المصادر المستخدمة واقتباسات مرجعية كاملة لقاعدة البيانات المستخدمة، و(في حالة عدم الحصول على البيانات من قواعد البيانات مباشرة) المعلومات والافتراضات المستخدمة في اشتقاق بيانات الأنشطة.
- الظروف المناخية (مثل متوسط درجات الحرارة أثناء تخزين الروث) في المناطق إذا كان ذلك مطبقاً.
- بيانات نظام معالجة الروث حسب فئة/نوع المواشي وحسب المنطقة، إذا كان ذلك مطبقاً. وفي حالة استخدام أنظمة معالجة غير تلك الأنظمة المحددة في هذا الفصل، فيجب وصفها.
- تكرار جمع البيانات وتقديرات الدقة والاستبانة.
- توثيق معاملات الانبعاث، ويشمل ذلك:

1) المراجع الخاصة بمعاملات الانبعاث المستخدمة (معاملات افتراضية من الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ أم غير ذلك)؛

2) الأساس العلمي لمعاملات الانبعاث والطرق، بما في ذلك تعريفات بارامترات المدخلات ووصف العملية المستخدمة في اشتقاق هذه المعاملات والطرق وكذلك وصف مصادر ومستويات عدم التيقن. (في عمليات الحصر التي يُعتمد فيها على معاملات انبعاث خاصة بالبلد أو المنطقة أو التي تم فيها استخدام طرق جديدة بخلاف تلك الطرق الموضحة هنا).

- في حالة استخدام طريقة المستوى 1، كافة معاملات الانبعاث الافتراضية المستخدمة في تقدير الانبعاثات لفئة/نوع الحيوان المعني.
- في حالة استخدام طريقة المستوى 2، توثيق مكونات حساب معامل الانبعاث، ويشمل ذلك:

1) قيم المواد الصلبة المتطايرة وBo لكافة فئات/أنواع المجموعات الحيوانية التي يشملها الحصر، سواء كانت هذه القيم خاصة بالبلد أو المنطقة أو قيم افتراضية خاصة بالهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ؛

2) قيم معامل تحويل الميثان MCF لكافة أنظمة معالجة الروث المستخدمة، سواء كانت خاصة بالبلد أو قيماً افتراضية من الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ.

5-10 انبعاثات أكسيد النتروز من معالجة الروث

يصف هذا القسم كيفية تقدير أكسيد النتروز المتولد، سواء بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، أثناء تخزين ومعالجة الروث قبل إضافته إلى الأراضي أو استخدامه بأية طريقة أخرى لأغراض الغذاء أو الوقود أو البناء. ويستخدم مصطلح "الروث" هنا على نحو جامع ليعني كل من الفضلات الصلبة والبول (أي، المواد الصلبة والسوائل) التي تفرزها المواشي. وتحدث انبعاثات أكسيد النتروز الناجمة عن الروث في نظام "المراعي والمراعي المفتوحة والحظائر" على نحو مباشر وغير مباشر من التربة وبالتالي يتم الإبلاغ عنها تحت فئة *"انبعاثات أكسيد النتروز من أنواع التربة المدارة"* (راجع الفصل 11، القسم 11.2). وينبغي الإبلاغ عن الانبعاثات المقترنة بحرق الروث للحصول على الوقود تحت فئة "احتراق الوقود" (راجع المجلد 2: الطاقة)، أو تحت "احتراق النفايات" (راجع المجلد 5: النفايات) وذلك إذا تم حرقها دون استعادة الطاقة.

وتحدث انبعاثات أكسيد النتروز المباشرة عن طريق عملية النترتة وإزالة النتروجين في الروث. ويعتمد انبعاث أكسيد النتروز من الروث أثناء التخزين والمعالجة على محتوى النتروجين والكربون في الروث وكذلك على مدة التخزين ونوع المعالجة. وتعتبر عملية النترتة (أكسدة نتروجين الأمونيا إلى نترات النتروجين) مطلباً ضرورياً لانبعاث أكسيد النتروز من روث الحيوانات المخزن. ويرجح أن تحدث النترتة في روث الحيوانات المحزن شريطة وجود مصدر كاف لتوفير النتروجين. ولا تحدث النترتة في الظروف اللاهوائية. وأثناء عملية إزالة النترتة التي تحدث بصورة طبيعية، في غياب النتروجين، يتحول كل من النتريت والنترات إلى أكسيد نتروز وثنائي النتروجين (N_2). وهناك اتفاق عام في المؤلفات العلمية على أن نسبة أكسيد النتروز إلى ثنائي النتروجين تزداد مع تزايد الحمضية وتركيز النترات والرطوبة المنخفضة. وإيجازاً، يمكن القول بأن تولد وانبعاث أكسيد النتروز من أنواع الروث التي يتم معالجتها يتطلب وجود إما النتريت أو النترات في بيئة لاهوائية تسبقها ظروف هوائية تعد ضرورية لتكوين صور النتروجين المؤكسد. علاوة على ذلك، يجب توافر الظروف التي تمنع تحول أكسيد النتروز إلى ثنائي نتروجين مثل الرطوبة النسبية المنخفضة أو الحموضة المحدودة.

وتنشأ الانبعاثات غير المباشرة من عمليات فقد النتروجين المتطاير التي تحدث بصورة أساسية في صورة أمونيا وأكاسيد نتروجين. ويتوقف جزء النتروجين العضوي المفرز الذي يتم معدنته إلى نتروجين أمونيا أثناء تجميع وتخزين الروث بصفة أساسية على الوقت، وإلى درجة أقل، على الحرارة. ويتم معدنة الأشكال البسيطة من النتروجين العضوي مثل البولة (الثدييات) والحامض البولي (الدواجن) على نحو سريع إلى نتروجين الأمونيا الذي يتطاير بصورة عالية وينتشر بسهولة في الهواء المحيط (Asman *et al.*, 1998; Monteny and Erisman, 1998). وتبدأ عمليات فقد النتروجين عند نقاط الإفراز في المنازل ومناطق الإنتاج الحيواني الأخرى (مثل مزارع الألبان) وتستمر عبر الإدارة بالموقع في أنظمة التخزين والمعالجة (أي أنظمة معالجة الروث). كما يُفقد النتروجين خلال الجريان والتسرب إلى التربة من التخزين الصلب للروث في المناطق الخارجية والحظائر وأماكن رعي الماشية. ويتم تناول عمليات الفقد من المراعي على نحو منفصل في الفصل 11، القسم 11.2، *انبعاثات أكسيد النتروز من أنواع التربة المدارة*، وكذلك انبعاثات مركبات النتروجين من رعي المواشي.

ونظراً لعمليات الفقد الهامة سواء المباشرة أو غير المباشرة للنتروجين من الروث في أنظمة المعالجة، فإن من الأهمية أن يتم تقدير المقدار المتبقي من نتروجين الروث الحيواني المتاح للإضافة إلى التربة أو للاستخدام في أغراض الغذاء والوقود والبناء. وتستخدم هذه القيمة لحساب انبعاثات أكسيد النتروز من أنواع التربة المدارة (راجع الفصل 11، القسم 11.2). ويتم وصف المنهجية المتبعة في تقدير النتروجين الموجود في الروث الذي يضاف مباشرة إلى التربة أو المتاح للاستخدام في أغراض الغذاء أو الوقود أو البناء في هذا الفصل بالقسم 10-5.4 "تنسيق الإبلاغ عن انبعاثات أكسيد النتروز من أنواع التربة المدارة".

10-5-1 اختيار الطريقة

يعتمد مستوى التفصيل وكذلك الطرق التي يتم اختيارها لتقدير انبعاثات أكسيد النتروز من أنظمة معالجة الروث على الظروف الوطنية، وتقدم شجرة القرار في الشكل 10-4 *الممارسة السليمة* في اختيار الطريقة. وتصف الأقسام التالية المستويات المختلفة المشار إليها في شجرة القرار فيما يخص حساب الانبعاثات المباشرة وغير المباشرة لأكسيد النتروز من أنظمة معالجة الروث.

انبعاثات أكسيد النتروز المباشرة من معالجة الروث

المستوى 1
تتضمن طريقة المستوى 1 ضرب المقدار الإجمالي لإفراز النتروجين (من كافة أنواع/فئات المواشي) بكل نوع من أنظمة معالجة الروث في معامل انبعاث خاص بالنظام المعني (راجع المعادلة 10-25). بعد ذلك يتم جمع الانبعاثات من كافة أنظمة معالجة الروث. وتطبق طريقة المستوى 1 باستخدام معاملات انبعاث أكسيد النتروز الافتراضية الخاصة بالهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، وبيانات إفراز النتروجين الافتراضية والبيانات الافتراضية الخاصة بنظام معالجة الروث (راجع الملحق 10أ.2، الجداول من 10أ.4 إلى 10أ.8 المعنية بالتوزيعات الافتراضية لأنظمة المعالجة).

المستوى 2
تستخدم طريقة المستوى 2 نفس معادلة الحساب المستخدمة في المستوى 1 لكنها تشتمل على البيانات الخاصة بالبلد لبعض المتغيرات أو كلها. على سبيل المثال، استخدام معدلات إفراز النتروجين الخاصة بالبلد لفئات المواشي يمثل منهجية المستوى 2.

المستوى 3
تعتمد طريقة المستوى 3 على إجراءات تقدير بديلة استناداً إلى منهجية خاصة بالبلد. على سبيل المثال، يمكن استخدام مقترب قائم على العملية وتوازن الكتلة يتعقب النتروجين في كافة مراحل النظام، بدءا من مدخلات الغذاء إلى الاستخدام/التخلص النهائي كإجراء من المستوى 3. وينبغي أن يتم توثيق طرق المستوى 3 جيدا بما يمكن من الوصف الواضح لإجراءات التقدير.

ولتقدير الانبعاثات من أنظمة معالجة الروث، يجب أولاً تقسيم المواشي إلى فئات تعكس الكميات المتفاوتة من الروث التي يتم إخراجها لكل حيوان وكذلك الأسلوب الذي يتم من خلال معالجة هذا الروث. وهذا التقسيم للروث حسب نوع النظام يجب أن يكون مماثلا لذلك التقسيم المستخدم في وصف انبعاثات الميثان من معالجة الروث (راجع القسم 10-4). على سبيل المثال، في حالة استخدام معاملات الانبعاث الافتراضية للمستوى 1 لحساب انبعاثات الميثان، فعندئذ يجب تطبيق بيانات استخدام أنظمة معالجة الروث الواردة في الجداول من 10أ.4 إلى 10أ.8. ويمكن الحصول على المعلومات المفصلة المعنية بكيفية وصف المجموعات الحيوانية لهذا المصدر في القسم 10-2.

وتستخدم الخطوات الخمس التالية لتقدير انبعاثات أكسيد النتروز المباشرة من معالجة الروث:

الخطوة 1: جمع بيانات مجموعات الحيوانات من القسم الخاص بوصف مجموعات المواشي؛

الخطوة 2: استخدام القيم الافتراضية أو وضع متوسط سنوي لمعدل إفراز النتروجين لكل رأس ($Nex_{(T)}$) لكل فئة/نوع من الحيوانات T؛

الخطوة 3: استخدام القيم الافتراضية أو تحديد جزء الإجمالي السنوي لإفراز النتروجين لكل فئة/نوع من الحيوانات T يتم تربيته في نظام معالجة الروث S ($MS_{(T,S)}$)؛

الخطوة 4: استخدام القيم الافتراضية، أو وضع معاملات انبعاث لأكسيد النتروز لكل نظام لمعالجة الروث S ($EF_{3(S)}$)؛

الخطوة 5: بالنسبة لكل نوع من أنظمة معالجة الروث S، ضرب معامل الانبعاث الخاص به ($EF_{3(S)}$) في المقدار الإجمالي للنتروجين المعالج (من كافة الأنواع/الفئات) في هذا النظام، لتقدير انبعاثات أكسيد النتروز من نظام معالجة الروث المعني. بعد ذلك، يتم جمع القيم النهائية لكافة أنظمة المعالجة.

وفي بعض الحالات، قد يتم معالجة النتروجين الموجود بالروث في عدة أنواع من أنظمة معالجة الروث. على سبيل المثال، قد يمر الروث المتدفق من حظيرة تشمل مرابط مفتوحة لأبقار الألبان في هور لا هوائي عبر وحدة لفصل المواد الصلبة أولاً حيث يزال بعض النتروجين من الروث ويعالج كمادة صلبة. ومن هنا، فإن من الأهمية أن يتم مراعاة جزء النتروجين في الروث الذي تتم معالجته في كل نوع من الأنظمة.

ويتم حساب انبعاثات أكسيد النتروز المباشرة من معالجة الروث باستخدام المعادلة التالية:

المعادلة 10-25
انبعاثات أكسيد النتروز المباشرة من معالجة الروث

$$N_2O_{D(mm)} = \left[\sum_S \left[\sum_T \left(N_{(T)} \bullet Nex_{(T)} \bullet MS_{(T,S)}\right)\right] \bullet EF_{3(S)}\right] \bullet \frac{44}{28}$$

حيث:

$N_2O_{D(mm)}$ = انبعاثات أكسيد النتروز المباشرة من معالجة الروث في البلد، كجم أكسيد نتروز في العام

$N_{(T)}$ = عدد رؤوس نوع / فئة الحيوانات *T* في البلد

$Nex_{(T)}$ = المتوسط السنوي لإفراز النتروجين لكل رأس في النوع/الفئة *T* في البلد، كجم نتروجين للرأس في العام

$MS_{(T,S)}$ = جزء الإجمالي السنوي لإفراز النتروجين لكل فئة/نوع *T* يتم تربيته في نظام لمعالجة الروث *S* في البلد، بلا أبعاد

$EF_{3(S)}$ = معامل الانبعاث المقدر لانبعاثات أكسيد النتروز المباشرة من نظام المعالجة *S* في البلد، كجم أكسيد نتروز/كجم نتروجين في نظام معالجة الروث *S*

S = نظام معالجة الروث

T = نوع / فئة الحيوانات

44/28 = تحويل انبعاثات $(N_2O\text{-}N)_{(mm)}$ إلى $N_2O_{(mm)}$.

قد تحدث عمليات فقد للنتروجين في صور أخرى (مثل الأمونيا وأكاسيد النتروجين) أثناء معالجة الروث بالموقع. وقد يتراكم النتروجين المتطاير في صورة أمونيا في الأماكن الواقعة في اتجاه الريح من مناطق معالجة الروث بما يسهم في الانبعاثات غير المباشرة لأكسيد النتروز (راجع فيما يلي). وتُشجع البلدان على السعي لاستخدام مقترب قائم على توازن الكتلة (المستوى 3) لتعقب النتروجين في الروث المفرز الذي يعالج بالموقع في أنظمة معالجة الروث ويضاف في النهاية إلى أنواع التربة المدارة. ويتم وصف تقدير النتروجين الموجود في الروث الذي يضاف مباشرة إلى التربة، أو المتاح للاستخدام في أغراض الغذاء، أو الوقود، أو البناء في هذا الفصل بالقسم 10-5.4، تنسيق الإبلاغ عن انبعاثات أكسيد النتروز من أنواع التربة المدارة. يرجى الرجوع إلى الفصل 11، القسم 11.2 لحساب انبعاثات أكسيد النتروز من النتروجين الموجود في الروث المعالج المضاف إلى أنواع التربة.

انبعاثات أكسيد النتروز غير المباشرة من معالجة الروث

المستوى 1

يستند المستوى 1 لحساب تطاير النتروجين في صورة أمونيا وأكاسيد نتروجين من أنظمة معالجة الروث على ضرب المقدر المفرز من النتروجين (من كافة فئات الحيوانات) والمعالج في نظام معالجة في جزء النتروجين المتطاير (راجع المعادلة 10-26). بعد ذلك يتم جمع عمليات فقد النتروجين من كافة أنظمة معالجة الروث. وتطبق طريقة المستوى 1 باستخدام البيانات الافتراضية لإفراز النتروجين والبيانات الافتراضية لنظام معالجة الروث (راجع الملحق 10أ.2، الجداول من 10أ.4 إلى 10أ 8) والأجزاء الافتراضية لفقد النتروجين من أنظمة معالجة الروث نتيجة التطاير (راجع الجدول 10-22).

المعادلة 10-26
عمليات فقد النتروجين نتيجة التطاير من معالجة الروث

$$N_{volatilization-MMS} = \sum_{S}\left[\sum_{T}\left[\left(N_{(T)} \bullet Nex_{(T)} \bullet MS_{(T,S)}\right)\bullet\left(\frac{Frac_{GasMS}}{100}\right)_{(T,S)}\right]\right]$$

حيث:

$N_{volatilization.MMS}$ = مقدار النتروجين الموجود في الروث المفقود نتيجة التطاير في صورة أمونيا وأكاسيد نتروجين، كجم نتروجين في العام

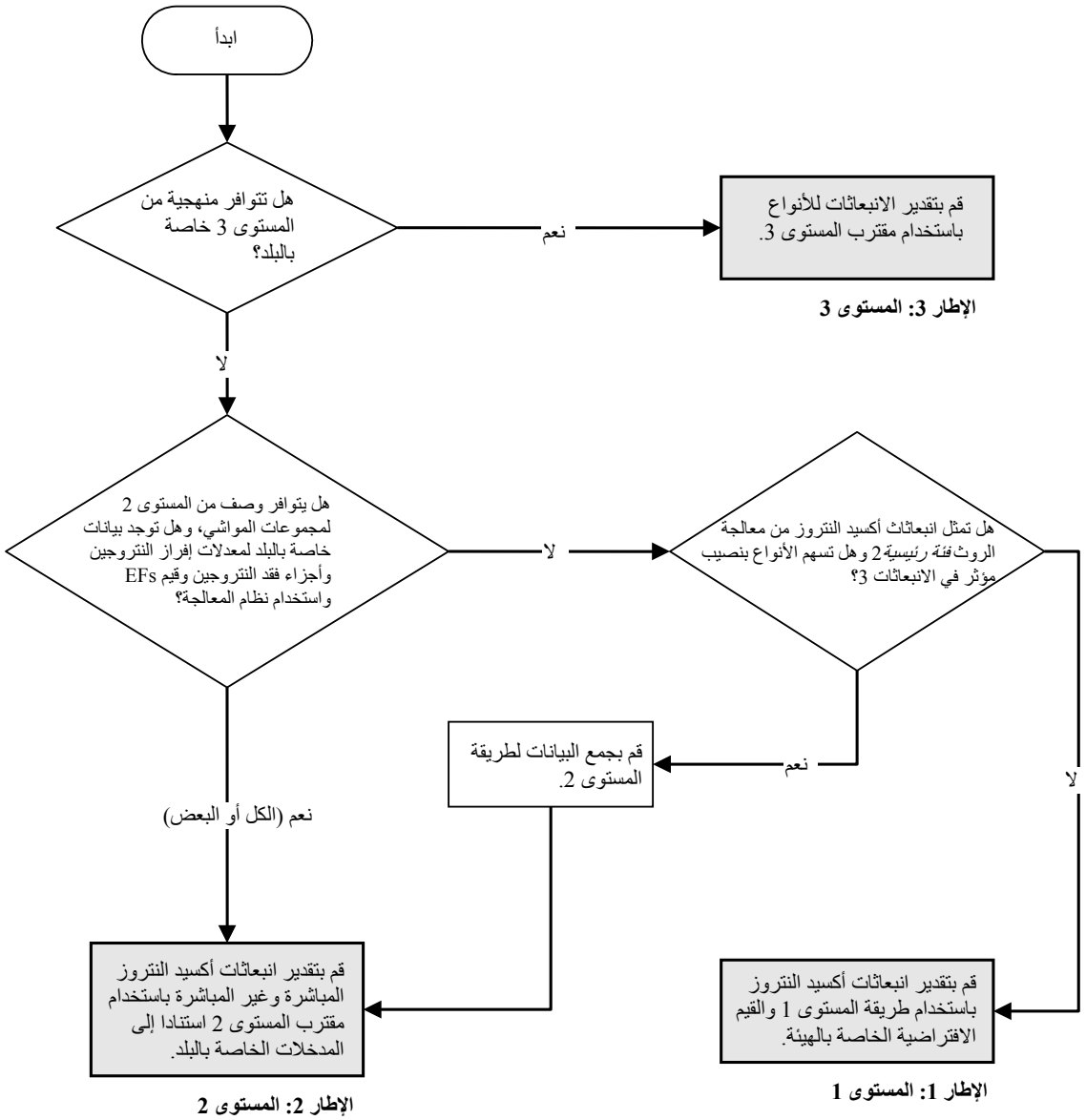
$N_{(T)}$ = عدد رؤوس نوع / فئة الحيوانات *T* في البلد

$Nex_{(T)}$ = المتوسط السنوي لإفراز النتروجين لكل رأس في النوع/الفئة *T* في البلد، كجم نتروجين للرأس في العام

$MS_{(T,S)}$ = جزء الإجمالي السنوي لإفراز النتروجين لكل فئة/نوع *T* يتم تربيته في نظام لمعالجة الروث *S* *في البلد، بلا أبعاد*

$Frac_{GasMS}$ = نسبة النتروجين في الروث المعالج للفئة *T* *والتي تتطاير في صورة أمونيا وأكاسيد نتروجين في نظام معالجة الروث S*، %

الشكل 10-4 شجرة قرار لانبعاثات أكسيد النتروز من معالجة الروث (الملاحظة 1)



1: تشمل انبعاثات أكسيد النتروز من معالجة الروث كلا من المصادر المباشرة وغير المباشرة.
2: راجع الفصل 4 من المجلد 1 "الاختيار المنهجي وتحديد الفئات الرئيسية" (مع ملاحظة القسم 4-12 حول المصادر المحدودة) للحصول على مناقشة حول *الفئات الرئيسية* واستخدام شجرات القرار.
3: كقاعدة عامة، تكون أنواع المواشي هامة إذا كانت تسهم بنسبة 25-30% أو أكثر من الانبعاثات من الفئة المصدر.

وتقدر انبعاثات أكسيد النتروز غير المباشرة من تطاير النتروجين في صورة أمونيا وأكاسيد نتروجين ($N_2O_{G(mm)}$) باستخدام المعادلة 10-27:

المعادلة 10-27
انبعاثات أكسيد النتروز غير المباشرة نتيجة تطاير النتروجين من معالجة الروث

$$N_2O_{G(mm)} = \left(N_{volatilization-MMS} \bullet EF_4\right) \bullet \frac{44}{28}$$

حيث:

$N_2O_{G(mm)}$ = انبعاثات أكسيد النتروز غير المباشرة نتيجة تطاير النتروجين من معالجة الروث في البلد، كجم أكسيد نتروز في العام

EF_4 = معامل الانبعاث المقدر لانبعاثات أكسيد النتروز من الترسيب الجوي للنتروجين على أسطح التربة والماء، كجم أكسيد نتروز-نتروجين (كجم أكاسيد نتروجين – نتروجين+أمونيا-نتروجين متطاير)؛ القيم الافتراضية هي 0.01 كجم أكسيد نتروز – نتروجين (كجم أكاسيد نتروجين – نتروجين+أمونيا – نتروجين متطاير)، الفصل 11، الجدول 11.3.

المستوى 2

قد ترغب البلدان في وضع منهجية من المستوى 2 من أجل التعبير الأفضل عن الظروف الوطنية والحد من عدم التيقن في التقديرات ما أمكن. ومثلما هو الحال مع انبعاثات أكسيد النتروز من معالجة الروث، تستخدم طريقة المستوى 2 نفس معادلة الحساب المستخدمة في المستوى 1 لكنها تشتمل على البيانات الخاصة بالبلد لبعض المتغيرات أو كلها. على سبيل المثال، يمثل استخدام المعدلات الخاصة بالبلد لإفراز النتروجين من فئات المواشي منهجية من المستوى 2. ويمكن استخدام عمليات الحصر الوطنية لانبعاث أكاسيد النتروجين التي وضعتها بعض البلدان كطريقة من المستوى 2 لتقدير تطاير النتروجين من أنظمة معالجة الروث. وتتطلب طريقة المستوى 2 وصفاً أكثر تفصيلاً لتدفق النتروجين عبر أنظمة إيواء الحيوانات ومعالجة الروث المستخدمة في البلد. وينبغي تفادي الحساب المزدوج للانبعاثات المقترنة بإضافة الروث المعالج، وكذلك الروث المقترن بالمراعي وعمليات الرعي حيث ينبغي حسابه والإبلاغ عنه في الفصل 11، القسم 11.2 (*انبعاثات أكسيد النتروز من أنواع التربة المدارة*).

وتجدر الإشارة إلى بيانات القياس المتاحة فيما يخص عمليات الفقد نتيجة التسرب والجريان من أنظمة معالجة الروث المختلفة تعد محدودة للغاية. وتحدث أكبر عمليات فقد النتروجين نتيجة الجريان والتسرب عادة عندما تكون الحيوانات في معالف جافة. وفي الأنظمة المناخية الجافة، تكون عمليات الفقد بالجريان أصغر مقارنة بالمناطق ذات المعدلات المرتفعة من سقوط الأمطار وتتراوح من 3 إلى 6% من النتروجين المفرز (Eghball and Power, 1994). فيما توصلت الدراسات التي أجراها بيرمان *وآخرون* (1999) إلى أن النتروجين الذي يفقد في الجريان يتراوح من 5 إلى 19% من النتروجين المفرز، والنتروجين المفقود عن طريق التسرب إلى داخل التربة من 10 إلى 19%، فيما تشير البيانات الأخرى إلى فقدان أقل للنتروجين عبر التسرب في نظام التخزين الصلب (أقل من 5% من النتروجين المفرز) غير أنه قد تحدث عمليات فقد أكبر (Rotz, 2004). وهناك حاجة إلى مزيد من البحث في هذا الخصوص من أجل تحسين تقديرات الفقد والظروف والممارسات التي تحدث بها هذه العمليات. وينبغي استخدام المعادلة 10-28 فقط في حالة وجود معلومات خاصة بالبلد حول جزء النتروجين المفقود بالتسرب والجريان من أنظمة معالجة الروث القائمة. وبالتالي، ينبغي اعتبار تقدير عمليات فقد النتروجين نتيجة التسرب والجريان السطحي من معالجة الروث جزءاً من طريقة المستوى 2 أو المستوى 3.

ويتم اشتقاق مقدار النتروجين الذي يفقد عن طريق التسرب إلى داخل التربة / أو الجريان من التخزين الصلب للروث في المناطق المفتوحة أو في المعالف على النحو التالي:

المعادلة 10-28
عمليات فقد النتروجين نتيجة التسرب من أنظمة معالجة الروث

$$N_{leaching-MMS} = \sum_S \left[\sum_T \left[\left(N_{(T)} \bullet Nex_{(T)} \bullet MS_{(T,S)}\right) \bullet \left(\frac{Frac_{leachMS}}{100}\right)_{(T,S)} \right] \right]$$

حيث:

$N_{leaching-MMS}$ = مقدار النتروجين الموجود في الروث الذي يتسرب من أنظمة معالجة الروث، كجم نتروجين في العام

$N_{(T)}$ = عدد رؤوس نوع / فئة الحيوانات T في البلد

$Nex_{(T)}$ = المتوسط السنوي لإفراز النتروجين لكل رأس في النوع/الفئة T في البلد، كجم نتروجين للرأس في العام

$MS_{(T,S)}$ = جزء الإجمالي السنوي لإفراز النتروجين لكل فئة/نوع T يتم تربيته في نظام لمعالجة الروث S *في البلد، بلا أبعاد*

$Frac_{leachMS}$ = النسبة المئوية لعمليات فقد النتروجين في الروث المعالج بالنسبة لفئة المواشي T نتيجة الجريان أو التسرب أثناء التخزين الصلب أو السائل للروث (النطاق النموذجي 1-20%)

وتقدر انبعاثات أكسيد النتروز غير المباشرة نتيجة تسرب وجريان النتروجين من أنظمة معالجة الروث ($N_2O_{L(mm)}$) باستخدام المعادلة 10-29:

المعادلة 10-29
انبعاثات أكسيد النتروز غير المباشرة نتيجة التسرب من معالجة الروث

$$N_2O_{L(mm)} = \left(N_{leaching-MMS} \bullet EF_5\right) \bullet \frac{44}{28}$$

حيث:

$N_2O_{L(mm)}$ = انبعاثات أكسيد النتروز غير المباشرة نتيجة التسرب والجريان من معالجة الروث في البلد، كجم أكسيد نتروز في العام

EF_5 = معامل الانبعاث المقدر لانبعاثات أكسيد النتروز من تسرب وجريان النتروجين، كجم أكسيد نتروز-نتروجين/كجم نتروجين مفقود بالتسرب والجريان (القيم الافتراضية 0.0075 كجم أكسيد نتروز-نتروجين (كجم نتروجين مفقود بالتسرب/الجريان)، الفصل 11، الجدول 11.3

المستوى 3
للحد من عدم التيقن في التقديرات، يمكن إعداد طريقة من المستوى 3 تشتمل على معاملات انبعاث خاصة بالبلد فيما يتعلق بالتطاير وتسرب وجريان النتروجين استنادا إلى قياسات فعلية.

ويلزم استبعاد كافة عمليات فقد النتروجين عبر أنظمة معالجة الروث (المباشرة وغير المباشرة) من مقدار النتروجين الموجود في الروث والمتاح للإضافة إلى أنواع التربة والذي يتم الإبلاغ عنه في الفصل 11 بالقسم 11.2، *انبعاثات أكسيد النتروز من أنواع التربة المدارة*. يرجى الرجوع إلى القسم 10-5.4، *تنسيق الإبلاغ عن انبعاثات أكسيد النتروز من أنواع التربة المدارة*، للحصول على إرشادات حول كيفية حساب عمليات الفقد الإجمالية للنتروجين من أنظمة معالجة الروث.

10-5-2 اختيار معاملات الانبعاث

المتوسط السنوي لمعدلات إفراز النتروجين, $Nex_{(T)}$

المستوى 1
ينبغي تحديد المعدلات السنوية لإفراز النتروجين لكل فئة من المواشي المحددة في وصف مجموعات المواشي. وقد يتم الحصول على المعدلات الخاصة بالبلد إما من الوثائق والتقارير مباشرة, مثل وثائق الصناعة الزراعية والمؤلفات العلمية، أو باشتقاقها من المعلومات المتعلقة بامتصاص والنتروجين والاحتفاظ به في الحيوانات (كما هو موضح أدناه). وقد يكون من الملائم في بعض الحالات استخدام معدلات الإفراز الخاصة بالبلدان الأخرى التي تتشابه مع البلد المعني في خصائص المواشي. وفي حالة عدم إمكان تجميع أو اشتقاق البيانات الخاصة بالبلد أو إذا لم تتوافر البيانات الملائمة من بلدان أخرى, فيمكن استخدام معدلات إفراز النتروجين الافتراضية المحددة من قبل الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ, والموضحة في الجدول 10-19. وهذه المعدلات مقدمة في وحدات من النتروجين الذي يتم إفرازه لكل 1000 كجم من الحيوانات في اليوم. ويمكن تطبيق هذه المعدلات على الفئات الفرعية للمواشي التي تختلف من حيث العمر ومراحل النمو باستخدام المتوسط النموذجي لكتلة الحيوان (TAM) بالنسبة للفئة الفرعية لهذه المجموعة, كما هو موضح بالمعادلة 10-30.

المعادلة 10-30
المعدلات السنوية لإفراز النتروجين

$$Nex_{(T)} = N_{rate(T)} \bullet \frac{TAM}{1000} \bullet 365$$

حيث:

$Nex_{(T)}$ = المعدلات السنوية لإفراز النتروجين لفئة المواشي T, كيلو جرام من النتروجين لكل حيوان في العام

$N_{rate(T)}$ = المعدل الافتراضي لإفراز النتروجين, كيلو جرام من النتروجين (1000 كيلو جرام كتلة حيوان) في اليوم (راجع الجدول 10-19)

$TAM_{(T)}$ = الكتلة النموذجية للحيوان في الفئة T, كيلو جرام من الحيوانات

وتشتمل الجداول من 10أ.4 إلى 10أ.9 في الملحق 10أ.2 على قيم كتلة الحيوان النموذجية. ومع ذلك, يفضل القيام بجمع قيم خاصة بالبلد نظراً لحساسية معدلات إفراز النتروجين لفئات الوزن المختلفة. على سبيل المثال, قد تختلف الخنازير السوقية عن الخنازير التي تقوم بحضانة الصغار والتي يقل وزنها عن 30 كيلو جرام وعن خنازير التسمين التي يزيد وزنها عن 90 كيلو جرام. ومن خلال إنشاء مجموعات الحيوانات التي تعكس مراحل النمو المختلفة للخنازير السوقية, تتمكن البلدان على نحو افضل من تقدير إجمالي النتروجين الذي تفرزه الخنازير. وتجدر الإشارة إلى أنه عند تقدير معدلات إفراز النتروجين $Nex_{(T)}$ في الحيوانات التي يندرج روثها تحت نظام *الإحراق للحصول على الوقود* (الجدول 10-21، معاملات الانبعاث الافتراضية لانبعاثات أكسيد النتروز المباشرة من معالجة الروث), يجب مراعاة أن الفضلات الصلبة يتم إحراقها ويبقى البول في الحقول. وكقاعدة عامة, فإن 50% من النتروجين يفرز في الفضلات الصلبة و50% في البول. وفي حالة استخدام الروث المحروق كوقود, فينبغي حينئذٍ الإبلاغ عن الانبعاثات تحت فئة *احتراق الوقود* وفقا لتصنيف الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (المجلد 2: الطاقة), أما إذا كان إحراق الروث غير مصحوب باستخلاص الطاقة, فيتعين الإبلاغ عن الانبعاثات في إطار فئة *احتراق النفايات* وفقا لفئات الهيئة (المجلد 5: النفايات).

المستوى 2
يتوقف المقدار السنوي للنتروجين المفرز بواسطة نوع/فئة المواشي على إجمالي الاستهلاك السنوي من النتروجين للحيوان وإجمالي النتروجين المحتفظ به سنوياً لدى الحيوان. ولذلك, يمكن اشتقاق معدلات إفراز النتروجين من البيانات المتعلقة باستهلاك النتروجين والاحتفاظ به. ويتوقف المقدار السنوي من النتروجين المستهلك (أي المقدار الذي يستهلكه الحيوان سنويا) على المقدار السنوي من الغذاء الذي يهضمه الحيوان وعلى محتوى البروتين في الغذاء. ويعتمد إجمالي المدخول الغذائي على مستوى الإنتاج للحيوان (مثل معدل النمو وإدرار اللبن وقوة الجر). ويعد النتروجين الذي تم الاحتفاظ به في العام (أي جزء مدخول النتروجين الذي يحتفظ به الحيوان لإنتاج اللحم واللبن والصوف) مقياسا لكفاءة الحيوان في إنتاج البروتين الحيواني من بروتين الغذاء. ويمكن الحصول على البيانات المتعلقة باستهلاك النتروجين والاحتفاظ به في أنواع/فئات محددة من الحيوانات من الإحصاءات الوطنية أو من أخصائيي تغذية الحيوانات. كما يمكن حساب استهلاك النتروجين في الحيوان من البيانات المتعلقة بمدخول الغذاء والبروتين الخام والمستمدة من القسم 10-2. ويتضمن الجدول 10-20 القيم الافتراضية لمقدار النتروجين الذي يحتفظ به الحيوان, *القيم الافتراضية لجزء النتروجين في الغذاء المستهلك والذي تحتفظ به أنواع/فئات الحيوان المختلفة*. وتشتق معدلات الإفراز السنوي للنتروجين في كل فئة/نوع ($Nex_{(T)}$) من المواشي على النحو التالي:

المعادلة 10-30
المعدلات السنوية لإفراز النتروجين (المستوى 2)

$$Nex_{(T)} = N_{\text{int}\,ake(T)} \bullet \left(1 - N_{retention(T)}\right)$$

حيث:

$N_{ex(T)}$ = المعدل السنوي لإفراز النتروجين, كيلو جرام من النتروجين للحيوان في العام

$N_{intake(T)}$ = الاستهلاك السنوي من النتروجين لكل رأس من حيوانات النوع/الفئة T, كيلو جرام من النتروجين حيوان في العام

$N_{retention(T)}$ = جزء مدخول النتروجين السنوي الذي يحتفظ به الحيوان في النوع/الفئة T, بلا أبعاد

مثال على طريقة المستوى 2 لتقدير إفراز النتروجين للأبقار

يُحسب النتروجين الذي يتم إفرازه اعتماداً على نفس الافتراضات الغذائية المستخدمة في نمذجة انبعاثات التخمر المعوي (راجع القسم 10-2). ويمكن تقدير مقدار النتروجين الذي تفرزه الأبقار باعتباره الفرق بين إجمالي النتروجين الذي يحصل عليه الحيوان وإجمالي النتروجين الذي يحتفظ به لأغراض النمو وإنتاج الألبان. كما يمكن استخدام المعادلتين 10-32 و10-33 لحساب المتغيرات للنتروجين المستهلك والنتروجين الذي يحتفظ به الحيوان واستخدام هذه المتغيرات في المعادلة 10-31. ويتم اشتقاق المعدل الإجمالي لاستهلاك النتروجين على النحو التالي:

المعادلة 10-32
معدلات استهلاك النتروجين بالنسبة للأبقار

$$N_{intake(T)} = \frac{GE}{18.45} \bullet \left(\frac{\frac{CP\%}{100}}{6.25} \right)$$

حيث:

$N_{intake(T)}$ = النتروجين المستهلك يوميا لكل حيوان من الفئة T, كيلو جرام من النتروجين لكل حيوان في اليوم

GE = مدخول الطاقة الإجمالية للحيوان, في نموذج التخمر المعوي, اعتماداً على الطاقة القابلة للهضم وإنتاج الألبان والحمل والوزن الحالي والوزن الناضج ومعدل زيادة الوزن والمعاملات الثابتة المحددة من قبل الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ, ميجا جول للحيوان في اليوم

18.45 = معامل تحويل طاقة الغذاء الإجمالية إلى كيلو جرام من المادة الجافة, ميجا جول لكل كيلو جرام. وتعد هذه القيمة ثابتة نسبياً بالنسبة لنطاق واسع من أنواع الغذاء المعتمدة على الحبوب والعلف والتي تستهلكها المواشي على نحو شائع.

CP% = نسبة البروتين الخام في الغذاء, المدخلات

6.25 = التحويل من كيلو جرام من البروتين الغذائي إلى كيلو جرام نتروجين غذائي, كيلو جرام بروتين غذاء (كجم نتروجين)

الجدول 10-19
القيم الافتراضية لمعدل إفراز النتروجين [أ] (كيلو جرام من النتروجين (1000 كيلو جرام من كتلة الحيوان) في اليوم)

فئة الحيوان	المنطقة							
	أمريكا الشمالية	أوروبا الغربية	أوروبا الشرقية	أوقيانوسيا	أمريكا اللاتينية	أفريقيا	الشرق الأوسط	أسيا
أبقار اللبن	0.44	0.48	0.35	0.44	0.48	0.60	0.70	0.47
الأبقار الأخرى	0.31	0.33	0.35	0.50	0.36	0.63	0.79	0.34
الخنازير [ب]	0.50	0.68	0.74	0.73	1.64	1.64	1.64	0.50
السوقية	0.42	0.51	0.55	0.53	1.57	1.57	1.57	0.42
إنجاب السلالات	0.24	0.42	0.46	0.46	0.55	0.55	0.55	0.24
الدواجن	0.83	0.83	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
الدجاج >/= عام	0.83	0.96	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
الدجاج الصغير	0.62	0.55	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
أنواع الدجاج الأخرى	0.83	0.83	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
فروج الشي	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
الديك الرومي	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
البط	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
الأغنام	0.42	0.85	0.90	1.13	1.17	1.17	1.17	1.17
الماعز	0.45	1.28	1.28	1.42	1.37	1.37	1.37	1.37
الخيول (والبغال والحمير)	0.30	0.26	0.30	0.30	0.46	0.46	0.46	0.46
الجمال [ج]	0.38	0.38	0.38	0.38	0.46	0.46	0.46	0.46
الجاموس [c]	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
المنك والظربان (كجم نتروجين/رأس في العام)	4.59	4.59	4.59	4.59	4.59	4.59	4.59	4.59
الأرانب (كيلو جرام من النتروجين في العام)	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10
الثعالب والراكون (كجم نتروجين لكل رأس في العام)	12.09	12.09	12.09	12.09	12.09	12.09	12.09	12.09

تصل نسبة عدم التيقن في هذه التقديرات إلى ± 50 %

أ ملخص من الخطوط التوجيهية للهيئة 1996, 1997, و الهيئة الأوروبية للبيئة, 2002, و مسودة تقرير الحصر الوطني لأكاسيد النتروجين الخاص بوكالة حماية البيئة الأمريكية, 2004، والبيانات المتعلقة بعمليات حصر غازات الاحتباس الحراري في أجزاء الملحق 1 المقدمة إلى الأمانة العامة لليونيسيف عام 2004.

ب يعتمد النتروجين الذي تفرزه الخنازير على التقديرات الوطنية لأعدادها والتي تصل إلى 90% بالنسبة للخنازير السوقية و10 لخنازير إنجاب السلالات.

ج معدل من الهيئة الأوروبية للبيئة, 2002.

d بيانات من Hutchings وآخرين, 2001.

الجدول 10-20
القيم الافتراضية لجزء النتروجين في الغذاء المستهلك والذي تحتفظ به أنواع/فئات المواشي المختلفة (جزء مدخول النتروجين الذي تحتفظ به المواشي)

فئة المواشي	$N_{retention(T)}$ (كجم نتروجين محتفظ به/حيوان/عام) (كجم من مدخول النتروجين/حيوان/عام)
أبقار الألبان	0.20
الأبقار الأخرى	0.07
الجاموس	0.07
الأغنام	0.10
الماعز	0.10
الجمال	0.07
الخنازير	0.30
الخيول	0.07
الدواجن	0.30

تصل نسبة عدم التيقن في هذه التقديرات إلى ±50 %.

المصدر: أحكام فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (راجع الرؤساء المشاركون والمحررون والخبراء, انبعاثات أكسيد النتروز الصادرة من معالجة الروث).

ويتم اشتقاق إجمالي النتروجين الذي يتم الاحتفاظ به على النحو التالي:

المعادلة 10-33
معدلات تناول النتروجين بالنسبة للأبقار

$$N_{retention(T)} = \left[\frac{Milk \bullet \left(\frac{Milk\ PR\%}{100}\right)}{6.38}\right] + \left[\frac{WG \bullet \left[268 - \left(\frac{7.03 \bullet NE_g}{WG}\right)\right]}{\frac{1000}{6.25}}\right]$$

حيث:

$N_{retention(T)}$ = النتروجين الذي يتم الاحتفاظ به لكل حيوان من الفئة T, كجم نتروجين لكل حيوان في اليوم

Milk = إنتاج الألبان, كيلو جرام في اليوم (ينطبق على أبقار الألبان فقط)

Milk PR% = نسبة البروتين في اللبن, وتُحسب على النحو [Fat% ● 0.4 + 1.9], حيث Fat% مدخلاً, يفترض أن تكون 4% (ينطبق على أبقار الألبان فقط)

6.38 = معامل تحويل من بروتين اللبن إلى نتروجين اللبن, كيلو جرام من البروتين (كجم نتروجين)

WG = زيادة الوزن, مدخل لكل فئة مواشي, كيلو جرام في اليوم

268 و7.03 = ثوابت من المعادلة 3.8 في دراسات المجلس القومي للبحوث (1996)

Neg = الطاقة الصافية التي يحتاجها الحيوان للنمو, يتم حسابها في وصف المواشي, اعتماداً على الوزن الحالي والوزن الناضج ومعدل زيادة الوزن والمعاملات الثابتة التي حددتها الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ, ميجا جول في اليوم

1000 = التحويل من جرامات لكل كيلو جرام, جرام كجم

6.25 = التحويل من كيلو جرام من البروتين الغذائي إلى كيلو جرام نتروجين غذائي, كجم بروتين (كجم نتروجين)

تستخدم البيانات السنوية لإفراز النتروجين أيضاً لحساب انبعاثات أكسيد النتروز المباشرة وغير المباشرة الصادرة من أنواع التربة المدارة (راجع الفصل 11, القسم 11.2, انبعاثات أكسيد النتروز من التربة المدارة). ويتعين الاستعانة بنفس معدلات إفراز النتروجين وطرق الاشتقاق المستخدمة في تقدير انبعاثات أكسيد النتروز الصادرة عن معالجة الروث من أجل تقدير انبعاثات أكسيد النتروز الصادرة عن أنواع التربة المدارة.

معاملات الانبعاث المستخدمة في تقدير انبعاثات أكسيد النتروز المباشرة من معالجة الروث

يمكن الحصول على أفضل التقديرات باستخدام المعاملات الخاصة بالبلد المعني والموثقة على نحو تام في الإصدارات التي تمت مراجعتها من قبل النظراء. ومن *الممارسة السليمة* أن يتم استخدام معاملات الانبعاث الخاصة بالبلد، والتي تعكس المدة الحقيقية للتخزين ونوع معالجة روث الحيوانات في كل نظام يتم استخدامه. وتشتمل *الممارسة السليمة* في اشتقاق معاملات الانبعاث الخاصة بالبلد المعني على قياس الانبعاثات (لكل وحدة من نتروجين الروث) من أنظمة معالجة مختلفة, مع مراعاة الاختلاف في مدة التخزين وأنواع المعالجة. وهناك بعض الظروف, مثل التهوية ودرجة الحرارة, التي يتعين وضعها في الاعتبار عند القيام بتحديد أنواع المعالجة. وفي حالة استخدام الهيئات المعنية بالحصر معاملات انبعاث خاصة بالبلد المعني, فيجدر بها تقديم أساس اشتقاق هذه القيم من خلال الوثائق التي تمت مراجعتها من قبل النظراء.

وفي حالة عدم توافر معاملات الانبعاث الملائمة الخاصة بالبلد, فيجدر بالهيئات المعنية بالحصر استخدام معاملات الانبعاثات الافتراضية الموضحة في الجدول 10-21, *معاملات الانبعاث الافتراضية لانبعاثات أكسيد النتروز المباشرة الصادرة من معالجة الروث*, حيث يحتوي هذا الجدول على

معاملات الانبعاث المستخدمة في تقدير انبعاثات أكسيد النتروز غير المباشرة من معالجة الروث

لتقدير الانبعاثات غير المباشرة من أكسيد النتروز التي تصدر من معالجة الروث, لا بد من توافر جزأين لفقد النتروجين (بالتطاير والتسرب/الجريان) ومعاملين لانبعاثات أكسيد النتروز غير المباشرة مرتبطين بهاتين الحالتين من الفقد (EF_4 وEF_5). ويحتوي الجدول 10-22 على القيم الافتراضية الخاصة بفقد النتروجين بالتطاير. وتمثل القيم معدلات متوسطة لفقد النتروجين في صورة أمونيا و أكاسيد نتروجين، مع العلم بأن غالبية النتروجين المفقود يكون في صورة أكاسيد نتروجين. وتعكس النطاقات القيم التي تظهر في الدراسات المنشورة. وتعبر القيم عن الظروف دون وجود أية تدابير للتحكم في النتروجين. ويجدر بالبلدان العمل على وضع قيم خاصة بها لا سيما فيما يتعلق بعمليات فقد الأمونيا حيث يمكن اعتبار انبعاثات المكون جزءاً من التقييمات الشاملة لجودة الهواء, وحيث يمكن أن تتأثر الانبعاثات بالاستراتيجيات المعنية بخفض النتروجين. على سبيل المثال, تم وصف المنهجيات المفصلة الخاصة بتقدير أكاسيد النتروجين وعمليات فقد النتروجين الأخرى التي تستخدم إجراءات التوازن الكتلي/تدفق الكتلة في دليل EMEP/CORINAIR حول الحصر الجوي, الفصل 1009 (European Environmental Agency, 2002).

ويتسم جزء نتروجين الروث الذي يتسرب من أنظمة معالجة الروث ($Frac_{leachMS}$) بمستوى عال من عدم التيقن, وينبغي تحديده كقيمة خاصة بالبلد المعني تُستخدم في طريقة المستوى 2.

وقد تم تحديد القيم الافتراضية للمعامل EF_4 (تطاير النتروجين وإعادة ترسيبه) وEF_5 (تسرب/جريان النتروجين) في الجدول 11.3 بالفصل 11, (معاملات الانبعاثات والتطاير والتسرب الافتراضية لانبعاثات أكسيد النتروز غير المباشرة من التربة).

10-5-3 اختيار بيانات الأنشطة

يوجد نوعان رئيسيان لبيانات الأنشطة يمكن استخدامهما لتقدير الانبعاثات الصادرة عن أنظمة معالجة الروث. (1) بيانات مجموعات المواشي، و(2) بيانات استخدام نظام معالجة الروث.

بيانات مجموعات المواشي, $N_{(T)}$

يجب الحصول على بيانات مجموعات الحيوانات باستخدام المقترب الموضح في القسم 10-2. وفي حالة استخدام معدلات إفراز النتروجين الافتراضية لتقدير انبعاثات أكسيد النتروز من أنظمة معالجة الروث, فإن وصف مجموعات المواشي الخاص بالمستوى 1 يعد كافياً. ولتقدير انبعاثات أكسيد النتروز من أنظمة معالجة الروث باستخدام معدلات إفراز النتروجين المحسوبة, يجب إجراء وصف من المستوى 2. وكما سبق ذكره في القسم 10-2، فإن *الممارسة السليمة* في وصف مجموعات المواشي تقتضي إجراء وصف واحد يوفر بيانات الأنشطة لكافة مصادر الانبعاث التي تعتمد على بيانات مجموعات المواشي.

بيانات استخدام نظام معالجة الروث, $MS_{(T,S)}$

يجب أن تكون بيانات استخدام نظام معالجة الروث الخاصة بتقدير انبعاثات أكسيد النتروز من أنظمة المعالجة هي نفسها البيانات المستخدمة في تقدير انبعاثات الميثان من معالجة الروث (راجع الجدول 10-18 للاطلاع على ملخص بالأنواع الرئيسية لأنظمة معالجة الروث). ويجب تجميع نسبة الروث المعالج في كل نظام من أنظمة المعالجة وذلك لكل فئة تمثيلية للمواشي. ولا بد من ملاحظة أنه قد يتم معالجة الروث باستخدام أكثر من نظام. على سبيل المثال، قد يمر الروث المتدفق من حظيرة من مرابط مفتوحة لأبقار الألبان في هور لا هوائي عبر وحدة لفصل المواد الصلبة أولاً حيث يزال بعض المواد الصلبة في الروث وتعالج كمادة صلبة. ومن هنا، فإن من الأهمية أن يتم مراعاة جزء الروث الذي تتم معالجته في كل نوع من الأنظمة.

ويعد الرجوع بصفة دورية إلى الإحصائيات الوطنية المنشورة أفضل طرق الحصول على بيانات توزيع أنظمة معالجة الروث. وفي حالة عدم توافر مثل هذه الإحصائيات، فإن البديل المفضل هو إجراء مسح مستقل لاستخدام نظام معالجة الروث. وفي حالة عدم توافر الموارد لإجراء المسح، فينبغي استشارة الخبراء فيما يتعلق بتوزيع الأنظمة. وينبغي إذا لم تتوافر البيانات الخاصة بالبلد حول استخدام نظام معالجة الروث أن يتم الاستعانة بالقيم الافتراضية. ويمكن الحصول على القيم الافتراضية التي حددتها الهيئة بالنسبة لأبقار الألبان والأبقار الأخرى والجاموس والخنازير (الخنازير السوقية وخنازير إنجاب السلالات) من الجداول من 10أ.4 إلى 10أ.8 بالملحق 10أ.2. هذا ويتم معالجة روث فئات الحيوانات الأخرى عادة في المراعي وعمليات الرعي.

الجدول 10-21
معاملات الانبعاث الافتراضية لانبعاثات أكسيد النتروز المباشرة الصادرة من معالجة الروث

النظام	التعريف		EF_3 [كجم أكسيد نتروز – نتروجين (كجم من إفراز النتروجين)]	نطاقات عدم التيقن للمعامل EF_3	المصدر [أ]
المراعي/المراعي المفتوحة/الحظائر	يُترك الروث من حيوانات الرعي في المراعي والمراعي المفتوحة كما هو ولا يتم معالجته.		يتم تناول انبعاثات أكسيد النتروز المباشرة وغير المباشرة المرتبطة بالروث الذي يتراكم على التربة الزراعية وأنظمة المراعي والمراعي المفتوحة والحظائر في الفصل 11, القسم 11.2, انبعاثات أكسيد النتروز الصادرة من أنواع التربة المدارة		
النشر اليومي	يُزال الروث من المرافق المغلقة بشكل روتيني كما يتم استخدامه في الأراضي الزراعية أو المراعي في غضون 24 ساعة من إفرازه. يفترض أن انبعاثات أكسيد النتروز أثناء التخزين والمعالجة تساوي الصفر. يتم تغطية انبعاثات أكسيد النتروز من استخدام الأراضي ضمن فئة أنواع التربة الزراعية.		0	غير مطبق	أحكام فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (راجع الرؤساء المشاركون والمحررون والخبراء, انبعاثات أكسيد النتروز الناتجة عن معالجة الروث).
التخزين الصلب [ب]	تخزين الروث, عادة لعدة أشهر, في أكوام أو أكداس غير مغلقة. يمكن وضع الروث في أكوام لوجود كميات كافية من مواد الفرش أو لفقد الرطوبة بالتبخر.		0.005	معامل 2	أحكام فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ وأمون وآخرين (2001), والتي توضح الانبعاثات التي تتباين من 0.0027 إلى 0.01 كيلو جرام من أكسيد النتروز-النتروجين (كيلو جرام من النتروجين).
المعالف الجافة	حظائر مفتوحة مرصوفة أو غير مرصوفة لا تحتوي على أي غطاء خضري هام حيث يمكن إزالة الروث المتراكم بشكل دوري. وتوجد المعالف الجافة على نحو نموذجي في المناخ الجاف وقد توجد في الرطب كذلك.		0.02	معامل 2	أحكام فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ وكولينج (2003).
السائل/الرداغ	يتم تخزين الروث في الصورة التي يفرز بها أو بإضافة مقدار ضئيل من الماء لتسهيل معالجته, كما يتم تخزينه إما داخل خزانات أو في برك أرضية	بغطاء قشرة طبيعي	0.005	معامل 2	أحكام فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ وسومر *وآخرين* (2000).
		بدون غطاء قشرة طبيعي	0	غير مطبق	أحكام فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ إلى جانب الدراسات التالية: هاربير *وآخرين* (2000)، لاج *وآخرين* (2004)، مونتيني *وآخرين* (2001)، واجنر-ريدل ومارينير (2003). وتعتبر الانبعاثات ضئيلة اعتماداً على غياب أشكال النتروجين المؤكسدة التي تدخل في الأنظمة إضافة إلى انخفاض عمليات النترتة وإزالة النتروجين.
الأهوار اللاهوائية المكشوفة	تصمم الأهوار اللاهوائية وتدار بغرض الجمع بين تثبيت النفايات وتخزينها. ويتم إزالة الروث من مرافق المرابط عبر قنوات إلى الأهوار. وتكون هذه الأنظمة ذات أطوال مختلفة لفترات التخزين (تصل إلى عام أو أكثر), اعتماداً على المنطقة المناخية والمواد الصلبة المتطايرة ومعدل التحميل إلى جانب مجموعة أخرى من المعاملات التشغيلية. ويمكن إعادة تدوير مياه الأهوار أو استخدامها في ري وتخصيب الحقول.		0	غير مطبق	أحكام فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ إلى جانب الدراسات التالية: هاربير *وآخرين* (2000)، لاج *وآخرين* (2004)، مونتيني *وآخرين* (2001)، واجنر-ريدل ومارينير (2003). تعتبر الانبعاثات ضئيلة اعتماداً على غياب أشكال النتروجين المؤكسدة التي تدخل في الأنظمة إضافة إلى انخفاض عمليات النترتة وإزالة النتروجين في النظام.
التخزين في حفر أسفل حظائر الحيوانات	عادة ما يتم تجميع وتخزين الروث من خلال إضافة كميات قليلة من المياه أو عدم أضافتها تحت أغطية داخل الحظائر المغلقة.		0.002	معامل 2	أحكام فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ إضافة إلى الدراسات التالية: آمون *وآخرين* (2001)، كويلنج (2003)، سنيث *وآخرين* (1997).

الجدول 10-21 (تابع)
معاملات الانبعاث الافتراضية لانبعاثات أكسيد النتروز المباشرة الصادرة من معالجة الروث

النظام	التعريف		EF_3 [كجم أكسيد نتروز – نتروجين (كجم من إفراز النتروجين)]	نطاقات عدم التيقن للمعاملEF_3	المصدر [أ]
الهاضمة اللاهوائية	تُصمم الهاضمات اللاهوائية وتدار لتثبيت النفايات من خلال التقليل الميكروبي للمركبات العضوية المعقدة لغاز الميثان وثاني أكسيد الكربون والتي يتم حجزها أو إطلاقها أو استخدامها كوقود.		0	غير مطبق	أحكام فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ إلى جانب الدراسات التالية: هاربير *وآخرين* (2000)، لاج *وآخرين* (2004)، مونتيني *وآخرين* (2001)، واجنر-ريدل ومارينير (2003). وتعتبر الانبعاثات ضئيلة اعتماداً على غياب أشكال النتروجين المؤكسدة التي تدخل في الأنظمة إضافة إلى انخفاض عمليات النترتة وإزالة النتروجين.
الإحراق للحصول على لوقود أو كنفايات	يتم إفراز الروث في الحقول. تحرق أقراص الروث المجفف بأشعة الشمس من أجل الوقود.		يتم الإبلاغ عن الانبعاثات المرتبطة بإحراق الروث ضمن فئة " احتراق الوقود" من فئات الهيئة في حالة استخدام الروث كوقود, وضمن فئة "احتراق النفايات" في حالة إحراق الروث دون استعادة الطاقة.		
	نتروجين البول المتراكم في المراعي أو المراعي المفتوحة أو الحظائر		يتم تناول انبعاثات أكسيد النتروز المباشرة وغير المباشرة المرتبطة بالبول المتراكم على التربة الزراعية وأنظمة المراعي والمراعي المفتوحة والحظائر في الفصل 11, القسم 11-2, انبعاثات أكسيد النتروز من أنواع التربة المدارة.		
الفرش العميق للأبقار والخنازير	في حالة تراكم الروث, يتم إضافة الفرش على نحو مستمر لامتصاص الرطوبة خلال دورة الإنتاج ولمدة قد تتراوح من 6 إلى 12 شهراً. ويوصف عادة بنظام طبقات الفرش ويمكن دمجه مع المعالف الجافة أو المراعي.	بدون خلط	0.01	معامل 2	قيمة المتوسط تستند إلى سومر ومولر (2000)، سومر (2000)، آمون وآخرين (1998)، ونيكس وآخرين (2003).
		خلط نشط	0.07	معامل 2	قيمة المتوسط تستند إلى نيكس *وآخرين* (2003) ومولر *وآخرين* (2000). وتشتمل بعض الدراسات على قيمة أعلى تصل إلى 20% لأنظمة الخلط النشط التي يتم صيانتها على نحو جيد، غير أن هذه الأنظمة تضمنت معالجة الأمونيا وهو ما لا يعد نموذجياً.
التدمين – في الأوعية	التدمين, نموذجياً في قنوات مغلقة, باستخدام التهوية الإجبارية والخلط المستمر.		0.006	معامل 2	أحكام فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ ويتوقع أن يكون هذا النظام مشابها للأكوام الثابتة.
التدمين - الأكوام الثابتة	التدمين في أكوام مع التهوية الإجبارية, لكن بدون خلط.		0.006	معامل 2	هاو *وآخرون* (2001)
التدمين – الأكوام المكثفة	التدمين في أكوام مع عمليات تقليب منتظم للخلط والتهوية.		0.1	معامل 2	أحكام فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ يتوقع أن تكون أكبر من الأكوام الهامدة وعمليات التدمين المكثفة, حيث تعد الانبعاثات دالة لمرات تكرار التقليب.
التدمين – الأكوام الهامدة	التدمين في أكوام مع التقليب غير منتظم للخلط والتهوية.		0.01	معامل 2	هاو *وآخرون* (2001).
روث الدواجن المشتمل على مهاد	يماثل أنظمة الفرش العميق. وتستخدم بشكل نموذجي لكافة مجموعات تربية الدواجن ولإنتاج دجاج اللحم (فروج الشي) وأنواع طيور أخرى.		0.001	معامل 2	أحكام فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ المعتمدة على معدلات الفقد المرتفعة للأمونيا من هذه الأنظمة, والتي تحد من إمكانية حدوث عملية النترتة/إزالة النتروجين
روث الدواجن غير المشتمل على مهاد	قد يماثل الحفر المفتوحة الموجودة في حظائر الحيوانات المغلقة أو قد يتم تصميمه وتشغيله بغرض تجفيف الروث عند تراكمه. وتعرف الحالة الثانية باسم نظام معالجة الروث المرتفع وتعد أحد أشكال التدمين السلبي في حالة تصميمه وتشغيله على نحو ملائم.		0.001	معامل 2	أحكام فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ المعتمدة على معدلات الفقد المرتفعة للأمونيا من هذه الأنظمة, والتي تحد من إمكانية عملية النترتة/إزالة النتروجين.
المعالجة اللاهوائية	الأكسدة البيولوجية للروث الذي يتم تجميعه في صورة سائل من خلال التهوية الإجبارية أو الطبيعية. تقتصر أنظمة التهوية الطبيعية على البرك الهوائية والاختيارية وأنظمة الأراضي الرطبة وترجع بصفة رئيسية إلى لبناء الصنوني. ولذا فإن هذه الأنظمة من نقص الأكسجين خلال فترات انعدام ضوء الشمس.	أنظمة التهوية الطبيعية	0.01	معامل 2	أحكام فريق الخبراء التابع للهيئة. تستخدم عملية النترتة/إزالة النتروجين على نطاق واسع لإزالة النتروجين في المعالجة البيولوجية لمياه الصرف البلدية والصناعية والتي يصاحبها انبعاثات ضئيلة من أكسيد النتروز. وقد تؤدي عملية الأكسدة المحدودة إلى زيادة الانبعاثات مقارنة بأنظمة التهوية الإجبارية.
		أنظمة التهوية الإجبارية	0.005	معامل 2	أحكام فريق الخبراء التابع للهيئة. تستخدم عملية النترتة/إزالة النتروجين على نطاق واسع لإزالة النتروجين في المعالجة البيولوجية لمياه الصرف البلدية والصناعية والتي يصاحبها انبعاثات ضئيلة من أكسيد النتروز.

أ: "راجع أيضاً دستان (2002)، وهي دراسة تشتمل على معلومات مجمعة من عدد من المراجع الأصلية المذكورة.

ب: يتعين استخدام البيانات الكمية لتحديد ما إذا كان يتم الحكم على النظام باعتباره تخزين صلب أم سائل/رداغ. ويمكن رسم الخط الفاصل بين أنظمة الجافة والسائلة عند 20% من محتوى المادة الجافة.

ج: التدمين هو الأكسدة البيولوجية للفضلات الصلبة بما في ذلك الروث عادة مع الفرش أو مصدر عضوي آخر للكربون ويكون ذلك نموذجياً عند درجات حرارة مرتفعة ناتجة عن التوليد الميكروبي للحرارة.

4-5-10 تنسيق الإبلاغ عن انبعاثات أكسيد النتروز من أنواع التربة المُدارة

بعد تخزين أو معالجة الروث في أي نظام من أنظمة المعالجة, يضاف الروث كله تقريباً إلى الأراضي. وبالنسبة للانبعاثات الناشئة من إضافة الروث إلى التربة, فيتم الإبلاغ عنها ضمن فئة *انبعاثات أكسيد النتروز من أنواع التربة المدارة*. وقد تمت مناقشة طرق تقدير هذه الانبعاثات في القسم 11.2 بالفصل 11. وعند تقدير انبعاثات أكسيد النتروز من أنواع التربة المدارة, يتم مراعاة كميات نتروجين روث الحيوانات التي تُوضع مباشرة في التربة أو المستخدمة في أغراض التغذية أو الوقود أو الإنشاء.

هذا ويُفقد جزء كبير من إجمالي النتروجين الذي تفرزه الحيوانات في الأنظمة المدارة (جميع أنواع المواشي عدا الأنواع الموجودة في ظروف المراعي وأراضي الرعي) قبل إضافته إلى أنواع التربة المدارة، أو استخدامه في أغراض التغذية، أو الوقود أو الإنشاء. ولتقدير كميات نتروجين روث الحيوانات التي تضاف مباشرة إلى التربة، أو المتاحة للاستخدام في أغراض التغذية، أو الوقود أو الإنشاء (مثل القيمة المستخدمة في المعادلة 11.1 أو 11.2 بالفصل 11), فلا بد من إنقاص إجمالي كميات النتروجين الذي تفرزه الحيوانات في الأنظمة المدارة بخصم الكميات المفقودة بالتطاير (في صورة أمونيا وأكاسيد نتروجين وثنائي نتروجين) والتحويل إلى أكسيد النتروز وكذلك الفقد عن طريق التسرب والجريان.

وعند استخدام الأشكال العضوية لمواد الفرش (مثل القش والنشارة والحصباء المجروشة وغيرها), ينبغي اعتبار النتروجين الإضافي الصادر من هذه المكونات جزءاً من نتروجين الروث المدار الذي يضاف إلى التربة. وعادة ما يتم تجميع الفرش مع الروث المتبقي وإضافته إلى التربة. ويجب ملاحظة أن معدنة مركبات النتروجين في الفرش تتم بصورة متباطئة مقارنة بالروث وأن جزء الأمونيا في مواد الفرش العضوية يعد ضئيلاً, ولذا يفترض أن الفقد بالتطاير والتسرب أثناء التخزين يساوي الصفر (European Environmental Agency, 2002).

الجدول 10-22
القيم الافتراضية لفقد النتروجين نتيجة التطاير في صورة أمونيا وأكاسيد نتروجين الروث

نوع الحيوان	نظام معالجة الروث[أ]	فقد النتروجين من نظام معالجة الروث بسبب تطاير النتروجين في صورة أمونيا وأكاسيد نتروجين (%)[ب] $Frac_{GasMS}$ (نطاق $Frac_{GasMS}$)
الخنازير	البحيرات اللاهوائية	40% (25 – 75)
	التخزين في حفر	25% (15 – 30)
	الفرش العميق	40% (10 – 60)
	السائل/الرداغ	48% (15 – 60)
	تخزين المواد الصلبة	45% (10 – 65)
أبقار الألبان	الأهوار اللاهوائية	35% (20 – 80)
	السائل/الرداغ	40% (15 – 45)
	التخزين في حفر	28% (10 – 40)
	المعالف الجافة	20% (10 – 35)
	التخزين الصلب	30% (10 – 40)
	النشر اليومي	7% (5 – 60)
الدواجن	روث الدواجن غير المشتمل على مهاد	55% (40 – 70)
	الأهوار اللاهوائية	40% (25 – 75)
	روث الدواجن المشتمل على مهاد	40% (10 – 60)
الأبقار الأخرى	المعالف الجافة	30% (20 – 50)
	التخزين الصلب	45% (10 – 65)
	الفرش العميق	30% (20 – 40)
أخرى[ج]	الفرش العميق	25% (10 – 30)
	التخزين الصلب	12% (5 – 20)

أ يشتمل نظام معالجة الروث في هذا السياق على فقد النتروجين في أماكن الإيواء وفي التخزين النهائي.

ب معدلات التطاير تعتمد على أحكام فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ والمصادر التالية: روتز (2003)، هوتشينجز *وآخرين* (2001)، وكالة حماية البيئة الأمريكية (2004).

ج تشمل فئة أخرى الأغنام والخيول و حيوانات الفراء.

يعتمد تقدير نتروجين الروث المعالج المتاح للإضافة إلى أنواع التربة المدارة أو للاستخدام في أغراض التغذية أو الوقود أو الإنشاء على المعادلة التالية:

المعادلة 10-34
نتروجين الروث المعالج المضاف إلى أنواع التربة المدارة أو المستخدم في أغراض التغذية أو الوقود أو الإنشاء

$$N_{MMS_Avb} = \sum_{S}\left\{\sum_{(T)}\left[\begin{array}{c}\left[\left(N_{(T)} \bullet Nex_{(T)} \bullet MS_{(T,S)}\right)\bullet\left(1-\frac{Frac_{LossMS}}{100}\right)\right]+\\ \left[N_{(T)} \bullet MS_{(T,S)} \bullet N_{beddingMS}\right]\end{array}\right]\right\}$$

حيث:

N_{MMS_Avb} = كمية نتروجين الروث المدار المتاحة للإضافة إلى أنواع التربة المدارة أو للاستخدام في أغراض التغذية أو الوقود أو الإنشاء, كيلو جرام نتروجين في العام

$N_{(T)}$ = عدد رؤوس نوع/فئة المواشي T في البلد

$Nex_{(T)}$ = متوسط المعدل السنوي لإفراز النتروجين للنوع/الفئة T في البلد, كيلو جرام نتروجين لكل حيوان في العام

$MS_{(T,S)}$ = جزء الإجمالي السنوي لإفراز النتروجين للنوع/الفئة T في نظام معالجة الروث S في البلد, بلا أبعاد

$Frac_{LossMS}$ = كمية نتروجين الروث المدار لفئة المواشي T, والتي تفقد في نظام معالجة الروث S, % (راجع الجدول 10-23)

$N_{beddingMS}$ = كمية النتروجين الصادرة من الفرش (المقرر تطبيقها في تخزين المواد الصلبة ونظام معالجة الروث الخاص بالفرش العميقة في حالة استخدام الفرش العضوية المعروفة), كيلو جرام من النتروجين حيوان في العام

S = نظام معالجة الروث

T = نوع/ فئة المواشي

تختلف مواد الفرش اختلافاً كبيراً, لذا فإن على القائمين بجمع الحصر القيام وضع قيم $N_{beddingMS}$ استناداً إلى خصائص هذه المواد المستخدمة في صناعة المواشي في بلدانهم. وتشير البيانات المحدودة التي يتم الحصول عليها من المؤلفات العلمية إلى أن كميات النتروجين التي تحتوي عليها مواد الفرش العضوية مع أبقار الألبان والأبقار الشابة تصل في العادة إلى حوالي 7 كيلو جرام من النتروجين لكل حيوان في العام, في حين تصل إلى 4 كيلو جرام من النتروجين لكل حيوان في العام مع الأبقار الأخرى, كما تصل الكميات المنطبقة على الخنازير السوقية وخنازير إنجاب السلالات إلى 0.8 و5.5 كيلوجرام من النتروجين لكل حيوان في العام, على التوالي. وبالنسبة لأنظمة الفرش العميق, تصل كمية النتروجين في طبقة المهاد إلى ضعف هذه الكميات تقريباً (Webb, 2001; Döhler et al., 2002).

يوضح الجدول 10-23 القيم الافتراضية لإجمالي النتروجين المفقود من أنظمة معالجة الروث. حيث تشتمل هذه القيم الافتراضية على الفقد الذي يحدث بدءاً من نقطة الإفراز بما في ذلك الفقد من أماكن إيواء الحيوانات, والفقد المرتبط بتخزين الروث والفقد المرتبط بالتسرب والجريان في نظام تخزين الروث متى أمكن. على سبيل المثال, تشتمل القيم الخاصة بأنظمة الأهوار اللاهوائية المستخدمة في معالجة روث أبقار الألبان على عمليات فقد للنتروجين من مرابط الأبقار، وردهة حلب الحيوانات قبل تجميع الروث ومعالجته, كما تشتمل كذلك على عمليات الفقد التي تنبعث أثناء وجود الروث في الأهوار.

وهناك درجة عالية من التغيرية في نطاق إجمالي عمليات فقد النتروجين من أنظمة الروث. وكما هو موضح بالجدول 10-23, فإن السبب في هذه التغيرية يرجع إلى الفقد بالتطاير, وبصفة رئيسية عمليات فقد الأمونيا التي تحدث بسرعة بعد إفراز الروث. ورغم ذلك, تحدث عمليات فقد في صور أمونيا وأكسيد نتروز وثنائي نتروجين ونتيجة التسرب والجريان عند تخزين الروث في أكوام. وتعكس القيم بالجدول 10-23 القيم المتوسطة لتوليفات الإيواء/التخزين النموذجية الخاصة بكل فئة حيوان. وينبغي على البلدان وضع قيم خاصة بها، وبالأخص فيما يتعلق بعمليات فقد الأمونيا حيث يتم وصف انبعاثات المكونات على نحو جيد بالنسبة للممارسات المحلية كجزء من التقييم الشامل لجودة الهواء, وحيث يمكن أن تتأثر الانبعاثات بالاستراتيجيات المعنية بالحد من النتروجين.

وتجدر الإشارة إلى أنه بإمكان البلدان أن تضع مقترباً بديلاً يهدف لمراعاة الظروف المحلية على نحو أفضل ويؤدي لخفض معدلات عدم التيقن المقترنة بالتقديرات إلى أبعد حد ممكن. ولا بد أن يشتمل هذا المقترب على وصف أكثر تفصيلاً لتدفق النتروجين خلال مكونات أنظمة إيواء الحيوانات ومعالجة الروث في البلد, وأن يوضح أي نشاط من أنشطة التخفيف (مثل وضع الأغطية على خزانات الرداغ), وأن يراعي الممارسات المحلية مثل نوع مواد الفرش المستخدمة.

10-5-5 تقدير عدم التيقن

معاملات الانبعاث – معدلات إفراز النتروجين

يُقدر مستوى عدم التيقن لمعدلات إفراز النتروجين الافتراضية بحوالي ± 50% (المصدر: فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ). كما يُقدر نطاق عدم التقين المقترن بالقيم الافتراضية للاحتفاظ بالنتروجين الواردة ± 50% كذلك (راجع الجدول 10-20). ويمكن الحد من مستويات عدم التيقن المقترنة بمعدلات إفراز النتروجين على نحو ملموس في حالة قيام هيئات الحصر باشتقاق معدلات إفراز النتروجين باستخدام البيانات الإحصائية الدقيقة الخاصة بالبلد فيما يتعلق باستهلاك النتروجين والاحتفاظ به. كما يسهم استخدام قياسات الانبعاثات المباشرة لعمليات فقد النتروجين من بعض أنظمة معالجة الروث في خفض مستوى عدم التيقن على نحو أكبر.

معاملات الانبعاث – انبعاثات أكسيد النتروز المباشرة

تتسم معاملات الانبعاث الافتراضية لهذه الفئة المصدر بمستويات مرتفعة من عدم التيقن (.50% إلى +100%). ويمكن أن تساعد القياسات الدقيقة وجيدة التصميم للانبعاثات من أنواع الروث وأنظمة معالجة الروث الموصوفة على نحو جيد في الحد من مستويات عدم التيقن هذه. وينبغي أن تراعي هذه القياسات درجة الحرارة، وظروف الرطوبة، والتهوية، ومحتوى النتروجين في الروث والكربون القابل للتمثيل وفترة التخزين وجوانب المعالجة الأخرى.

الجدول 10-23
القيم الافتراضية لإجمالي فقد النتروجين من معالجة الروث

فئة الحيوان	نظام معالجة الروث [أ]	إجمالي فقد النتروجين من نظام معالجة الروث [ب] $Frac_{LossMS}$ (نطاق $Frac_{LossMS}$)
الخنازير	هور لاهوائي	78% (55 – 99)
	تخزين في حفرة	25% (15 – 30)
	فرش عميق	50% (10 – 60)
	سائل/رداغ	48% (15 – 60)
	تخزين صلب	50% (20 – 70)
أبقار الألبان	هور لاهوائي	77% (55 – 99)
	سائل/رداغ	40% (15 – 45)
	تخزين في حفرة	28% (10 – 40)
	معالف جافة	30% (10 – 35)
	تخزين صلب	40% (10 – 65)
	نشر يومي	22% (15 – 60)
الدواجن	روث دواجن مشتمل على مهاد	55% (40 – 70)
	هور لاهوائي	77% (50 – 99)
	روث دواجن غير مشتمل على مهاد	50% (20 – 80)
الأبقار الأخرى	معالف جافة	40% (20 – 50)
	تخزين صلب	50% (20 – 70)
	فرش عميق	40% (10 – 50)
أخرى	فرش عميق	35% (15 – 40)
	تخزين صلب	15% (5 – 20)

أ يشمل نظام معالجة الروث هنا عمليات فقد النتروجين المقترنة في أماكن إيواء الحيوانات وأنظمة التخزين النهائي.

ب تستند المعدلات الإجمالية لفقد النتروجين إلى حكم فريق الخبراء التابع للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ والمصادر التالية: روتز (2003)، هوتشينجز *وآخرين* (2001) ووكالة حماية البيئة الأمريكية (2004). تشمل المعدلات عمليات الفقد في صور أمونيا وأكاسيد نتروجين وأكسيد نتروز وثنائي النتروجين وكذلك عمليات الفقد نتيجة التسرب والجريان من أنظمة التخزين الصلب والمعالف الجافة. تمثل القيم معدلات متوسطة لمكونات الإيواء والتخزين النموذجية دون تطبيق أية تدابير مؤثرة للتحكم في النتروجين. تعكس النطاقات قيم تظهر في المؤلفات المنشورة. في حالة تطبيق تدابير للتحكم في عمليات فقد النتروجين، يجب وضع معدلات بديلة لتعبر عن هذه التدابير.

ج تشمل فئة أخرى الضأن والخيول وحيوانات الفراء.

معاملات الانبعاث – انبعاثات أكسيد النتروز غير المباشرة

يتضمن الجدولان 10-22 و10-23 نطاقات عدم التيقن لقيم فقد النتروجين الافتراضية نتيجة التطاير في صورة أمونيا وأكاسيد نتروجين والفقد الإجمالي للنتروجين من أنظمة معالجة الروث على التوالي. ويتم تقديم عدم التيقن المقترن بمعامل الانبعاث الافتراضي لتطاير وإعادة ترسيب النتروجين (EF_4) في الجدول 11.3 بالفصل 11. كذلك يمكن الحصول على نطاق عدم التيقن لمعامل الانبعاث الافتراضي للتسرب والجريان (EF_5) من الجدول 11.3. وينبغي توخي الحذر عند وضع معاملات انبعاث خاصة بالبلد فيما يخص تطاير وإعادة ترسيب النتروجين، نظرا لأن القياسات المباشرة قد تشتمل على النقل الجوي وراء الحدود.

بيانات الأنشطة – مجموعات الحيوانات

راجع القسم 10-2، وصف مجموعات المواشي والغذاء، للاطلاع على المناقشة المعنية بعدم التيقن في بيانات أنواع وخصائص الغذاء.

بيانات الأنشطة – استخدام نظام معالجة الروث

يعتمد مستوى عدم التيقن في بيانات استخدام نظام معالجة الروث على خصائص صناعة المواشي في كل بلد وكيفية جمع المعلومات ذات الصلة بمعالجة الروث. على سبيل المثال، بالنسبة للبلدان التي تعتمد على نظام معالجة واحد بشكل حصري تقريباً، مثل المعالف الجافة، فقد يكون عدم التيقن المقترن باستخدام نظام المعالجة 10% أو أقل. ورغم ذلك، فبالنسبة للبلدان التي يوجد بها أنظمة معالجة متعددة تستخدم ممارسات تشغيل مختلفة على المستوى المحلي، فقد يكون نطاق عدم التيقن في بيانات استخدام نظام المعالجة أعلى في نطاق 25% إلى 50%، وفقا لتوافر بيانات المسح التمثيلية والموثوقة التي تتيح إمكانية التمييز بين المجموعات الحيوانية حسب استخدام النظام. ويفضل، أن يقوم كل بلد بتقدير عدم التيقن المقترن ببيانات استخدام نظام المعالجة الخاص به عن طريق استخدام الطرق الموضحة في المجلد 1، الفصل 3.

6-5-10 الاستيفاء والمتسلسلات الزمنية وضمان/مراقبة الجودة والإبلاغ

لكي تتصف عملية الحصر بالاستيفاء، ينبغي أن تشتمل على تقدير انبعاثات أكسيد النتروز من كافة أنظمة معالجة الروث لكافة فئات/أنواع المواشي المحددة. ويجدر بالبلدان أن تستخدم تعريفات أنظمة معالجة الروث التي تتسق مع التعريفات المقدمة في الجدول 10-18. ويجب التدقيق المقارن لبيانات المجموعات بين آليات الإبلاغ الرئيسية (مثل الفاو وقواعد الإحصائيات الزراعية الوطنية) لضمان استيفاء واتساق المعلومات المستخدمة في الحصر. ونتيجة لتوافر قاعدة بيانات الفاو حول معلومات المواشي على نطاق واسع، فإنه يفترض أن غالبية البلدان لديها القدرة لإجراء، على الأقل، تقديرات المستوى 1 لفئات المواشي الكبرى الرئيسية. ولمزيد من المعلومات فيما يتعلق باستيفاء وصف المواشي، راجع القسم 10-2.

يتطلب إعداد متسلسلة زمنية متسقة لتقديرات الانبعاث من هذه الفئة المصدر، على الأقل، مجموعة من متسلسلات زمنية متسقة داخلياً لإحصائيات مجموعات المواشي. وقد تم تناول الإرشادات العامة فيما يتصل بإعداد متسلسلة زمنية متسقة في المجلد 1، الفصل 5 من هذا التقرير. وفي معظم البلدان، يتم الحفاظ على ثبات مجموعتي بيانات الأنشطة لهذه الفئة المصدر (أي، معدلات إفراز النتروجين وبيانات استخدام أنظمة معالجة الروث) وكذلك معاملات الانبعاث من معالجة الروث، طوال المتسلسلة الزمنية. ورغم ذلك، ففي بعض الحالات، قد يوجد ما يبرر تعديل هذه القيم بمرور الوقت. على سبيل المثال، قد يقوم المزارعون بتغيير ممارسات تغذية المواشي بما يؤثر على معدلات إفراز النتروجين. وقد يتغير نظام معين لمعالجة الروث نتيجة الممارسات التشغيلية أو التقنيات الجديدة ولذا قد يتطلب الأمر مراجعة معامل الانبعاث. كما قد تحدث التغيرات في الممارسات نتيجة تطبيق إجراءات صريحة للتخفيف من غازات الانبعاث الحراري أو ربما نتيجة تغير الممارسات الزراعية دونما اعتبار لغازات الاحتباس الحراري. وبصرف النظر عن الدافع وراء التغيير، يجب أن تعكس البارامترات ومعاملات الانبعاث المستخدمة في تقدير الانبعاثات هذا التغيير. وينبغي أن يشرح نص الحصر على نحو كامل كيفية تأثير التغيير في ممارسات الزراعة أو تطبيق تدابير التخفيف على المتسلسلة الزمنية لبيانات الأنشطة أو معاملات الانبعاث.

ومن *الممارسة السليمة* أن يتم إجراء مراجعات عاملة لمراقبة الجودة على النحو المحدد في الفصل 6 من المجلد 1، وكذلك عمليات ضمان/مراقبة جودة تقديرات الانبعاث والتحقق منها، إضافة إلى المراجعة من قبل الخبراء. كذلك يمكن تطبيق مراجعات إضافية لمراقبة الجودة وإجراءات ضمان الجودة وبالأخص في حالة استخدام طرق مستويات أعلى لتحديد الانبعاثات من هذا المصدر. ويجب إكمال عمليات مراقبة/ضمان الجودة العامة ذات الصلة بمعالجة البيانات ومناولتها والإبلاغ عنها بالإجراءات التالية.

تدقيق بيانات الأنشطة

- ينبغي للهيئة القائمة بالحصر مراجعة طرق تجميع بيانات المواشي، وبالأخص التحقق من أن بيانات الأنواع الفرعية من المواشي قد تم تجميعها وإجمالها على نحو صحيح مع مراعاة مدة دورات الإنتاج. وينبغي التدقيق المقارن للبيانات مع الأعوام السابقة لضمان معقولية البيانات واتساقها مع الاتجاه المتوقع. كذلك فإن على الهيئات القائمة بالحصر أن تقوم بتوثيق طرق تجميع البيانات وتحديد جوانب التحيز المحتملة وتقييم مدى تمثيلية البيانات.
- ينبغي مراجعة توزيع أنظمة معالجة الروث على نحو منتظم للتأكد من تسجيل التغيرات في صناعة المواشي. وينبغي تسجيل التحويل من أحد أنواع أنظمة المعالجة إلى نوع آخر، وكذلك التعديلات الفنية لتركيب وأداء النظام في نماذج النظام بالنسبة لمجموعات الحيوانات المتأثرة.
- قد يكون للتشريعات والسياسات الزراعية الوطنية تأثير على البارامترات المستخدمة في حساب انبعاثات الروث، ولذا يُحبذ مراجعتها بصورة منتظمة لتحديد تأثيرها المحتمل. على سبيل المثال، قد تؤدي التوجيهات الهادفة إلى الحد من جريان الروث إلى المسطحات المائية إلى حدوث تغيير في ممارسات المعالجة، وبالتالي تؤثر على قيمة توزيع النتروجين لفئة معينة من المواشي. وينبغي الحفاظ على الاتساق بين الحصر والتغييرات المستمرة في الممارسات الزراعية.
- في حالة استخدام البيانات الخاصة بالبلد لكل من المتوسط السنوي لإفراز النتروجين لكل رأس في الفئة ($Nex_{(T)}$) وجزء الإجمالي السنوي من إفراز النتروجين لكل فئة ($MS_{(T,S)}$)، فإن على الهيئة القائمة بالحصر أن تقوم بمقارنة هذه القيم بالقيم الافتراضية الخاصة بالهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ. وتوثيق الفروق الهامة ومصادر البيانات وطرق اشتقاق البيانات.
- ينبغي أن تكون معدلات إفراز النتروجين، سواء كانت افتراضية أم خاصة بالبلد، متسقة مع بيانات المدخول الغذائي التي يتم تحديدها عن طريق عمليات تحليل تغذية الحيوانات.

مراجعة معاملات الانبعاث

- ينبغي على الهيئة القائمة بالحصر تقييم مدى جودة معاملات انبعاث أكسيد النتروز المتضمنة ومعدلات إفراز النتروجين مقارنة بمصادر البيانات الوطنية البديلة وبالبيانات من بلدان أخرى ذات ممارسات مماثلة فيما يتعلق بالمواشي. ويجب دراسة الفروق الهامة.
- في حالة استخدام معاملات الانبعاث الخاصة بالبلد، ينبغي على الهيئة القائمة بالحصر مقارنة هذه المعاملات مع المعاملات الافتراضية وتدوين الفروق. ومن الأهمية أن يتم شرح وتوثيق عملية وضع معاملات الانبعاث الخاصة بالبلد ومراجعة النتائج من قبل النظراء عن طريق الخبراء المستقلين.
- ينبغي، ما أمكن، مراجعة بيانات القياس المتوافرة، حتى وإن كانت تمثل عينة صغيرة فقط من الأنظمة، فيما يتعلق بالافتراضات الخاصة بتقديرات انبعاث أكسيد النتروز. قد تساعد بيانات القياس التمثيلية في الحكم على مدى نجاح الافتراضات الحالية في التنبؤ بإنتاج أكسيد النتروز من أنظمة معالجة الروث في منطقة الحصر، وكيفية تأثير عوامل معينة (مثل المدخول الغذائي وتكوين النظام وفترة الاحتفاظ) في الانبعاثات. ونظرا لأن بيانات القياس المتاحة لهذه الأنظمة على مستوى العالم تعد محدودة نسبيا، فإن أي نتائج جديدة يمكنها أن تعمل على تحسين فهم هذه الانبعاثات وربما توقعها.

المراجعة الخارجية

10 ينبغي أن تعمل الهيئة القائمة بالحصر على الاستعانة بخبراء في معالجة الروث وتغذية الحيوان للقيام بعملية المراجعة من قبل النظراء أصحاب الخبرة للطرق والبيانات المستخدمة. ورغم أن هؤلاء الخبراء قد لا يكونون على دراية تامة بانبعاثات غازات الاحتباس الحراري،

من *الممارسة السليمة* أن يتم توثيق وأرشفة كافة المعلومات المطلوبة لإنتاج تقديرات الحصر الوطني للانبعاث كما هي محددة في الفصل 6 من المجلد 1، ضمان الجودة ومراقبة الجودة والتحقق. وفي حالة استخدام البيانات الخاصة بالبلد فيما يتعلق بقيم معاملات الانبعاث، أو أجزاء فقد النتروجين، أو معدلات إفراز النتروجين، أو استخدام نظام معالجة الروث، فإنه ينبغي توثيق طريقة اشتقاق هذه البيانات ومراجعها على نحو واضح، والإبلاغ عنها إلى جانب نتائج الحصر تحت فئة المصدر المناسبة وفقاً لتصنيف الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ.

وتجدر الإشارة إلى أنه يجب الإبلاغ عن انبعاثات أكسيد النتروز من الأنواع المختلفة لأنظمة معالجة الروث وفقاً للفئات الواردة في الجدول 10-18. ويجب الإبلاغ عن انبعاثات أكسيد النتروز من كافة أنواع أنظمة معالجة الروث تحت معالجة الروث، باستثناء الحالتين التاليتين:

- يجب الإبلاغ عن الانبعاثات الصادرة من معالجة الروث *للمراعي والمراعي المفتوحة والحظائر* تحت فئة *انبعاثات أكسيد النتروز من أنواع التربة المدارة* وفقا لتصنيف الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ نظرا لأن هذا الروث يُودع مباشرة في التربة بواسطة المواشي.
- يجب الإبلاغ عن الانبعاثات من نظام الحرق للحصول على الوقود تحت فئة احتراق الوقود في تصنيف الهيئة وذلك في حالة استخدام الروث كوقود وتحت فئة *إحراق النفايات* في حالة حرق الروث دون استعادة الطاقة. ورغم ذلك، ينبغي ملاحظة أنه في إذا لم يتم جمع النتروجين الموجود في البول من أجل الحرق فإنه ينبغي الإبلاغ عنه تحت فئة انبعاثات أكسيد النتروز من حيوانات *المراعي والمراعي المفتوحة والحظائر*.

10-5-7 استخدام ورقات العمل

تُستخدم ورقات العمل المعنية بانبعاثات أكسيد النتروز من المواشي والتي يتضمنها الملحق 1 (ورقات العمل الخاصة بقطاع الزراعة والحراجة واستعمالات الأرض الأخرى) لحساب معلومات الحصر والإبلاغ عنها للمنهجيات الافتراضية الموضحة في القسم 10-5 *انبعاث أكسيد النتروز من معالجة الروث*. وفيما يلي تعليمات موجزة في خطوات للاسترشاد بها عند إكمال ورقات العمل: يرجى ملاحظة أنه يشار إلى الأعمدة باستخدام رموز المتغيرات التي تظهر في كل من المعادلات وعناوين الأعمدة في ورقات العمل.

الخطوة 1: حساب إفراز النتروجين من أنظمة معالجة الروث (راجع ورقة العمل الخاصة بفئة *Manure Management: Direct N_2O emissions from Manure Management*، *كود الفئة* 3A2، *الورقة 1 من 1*). قم بعمل نسخ إضافية من ورقة العمل وملء نسخة لكل نظام من أنظمة معالجة الروث (MMS).

الخطوة 1أ: اجمع بيانات الأعداد من وصف النوع الحيواني وأدخل القيم المطابقة في العمود $N_{(T)}$،

الخطوة 1ب: استخدم القيم الافتراضية لكل من N_{rate} وTAM (المعادلة 10-30 وباستخدام البيانات من الجدول 10-19 والجداول من 10أ.4 إلى 10أ.9) أو ضع معدل للمتوسط السنوي لإفراز النتروجين لكل رأس ($Nex_{(T)}$) في النوع/الفئة *T* من المواشي وأدخل هذه القيم في الأعمدة N_{rate} أو TAM أو $Nex_{(T)}$ على التوالي؛

الخطوة 1ج: أدخل في العمود $MS_{(T,S)}$ القيم الافتراضية (راجع الجداول من 10أ.4 إلى 10أ.8 بالملحق 10أ.2) أو حدد جزء الإجمالي السنوي لإفراز النتروجين لكل نوع/فئة *T* يتم إدارتها في كل نظام من أنظمة معالجة الروث S ($MS_{(T,S)}$)؛

الخطوة 1د: اضرب عدد الرؤوس ($N_{(T)}$) في قيمة معدل إفراز النتروجين للرأس ($Nex_{(T)}$) لكل نوع/فئة من الحيوانات *T* (العمود $Nex_{(T)}$) وفي جزء النتروجين الموجود في الروث بكل بنظام (العمود $MS_{(T,S)}$) من أجل تقدير الإفراز الإجمالي من النتروجين لكل نظام بالكيلو جرامات في العام (العمود NE_{MMS}). أدخل النتائج في العمود NE_{MMS} بهذه الورقة، وفي العمود NE_{MMS} بالورقة 1 من 2 والورقة 2 من 2 للورقات تحت الفئة *Indirect N_2O emissions from Manure Management*، *كود الفئة 3C6*.

الخطوة 2: حساب انبعاثات أكسيد النتروز المباشرة من أنظمة معالجة الروث (راجع ورقة العمل الخاصة بالفئة *Manure Management: Direct N_2O emissions from Manure Management*، *كود الفئة* 3A2، *الورقة 1 من 1*).

الخطوة 2أ: استخدم القيم الافتراضية (راجع الجدول 10-21) أو ضع معاملات لانبعاثات أكسيد النتروز المباشرة لكل نظام من أنظمة معالجة الروث S ($EF_{3(S)}$) وأدخل معامل الانبعاث المطابق في العمود $EF_{3(S)}$؛

الخطوة 2ب: بالنسبة لكل نوع نظام S من أنظمة معالجة الروث، اضرب معامل الانبعاث الخاص به (العمود $EF_{3(S)}$) في مقدار النتروجين المعالج (العمود NE_{MMS}) في هذا النظام، لتقدير انبعاثات أكسيد النتروز المباشرة لكل MMS. لاحظ أنه ينبغي الإبلاغ عن تقديرات الانبعاث بالكيلوجرام من أكسيد النتروز. أدخل النتائج في العمود $N_2O_{D(mm)}$ بهذه الورقة.

الخطوة 3: حساب انبعاثات أكسيد النتروز غير المباشرة من أنظمة معالجة الروث (راجع ورقة العمل للفئة *Indirect N_2O emissions from Manure Management*، *كود الفئة 3C6*، *الورقة 1 من 2*). قم بعمل نسخ إضافية من الورقة واستخدام ورقة لكل MMS).

الخطوة 3أ: أدخل في العمود $Frac_{GasMS}$ القيم الافتراضية (راجع الجدول 10-22) أو حدد القيمة الخاصة بالبلد لجزء النتروجين المعالج في روث الحيوانات الذي يتطاير في صورة أمونيا وأكاسيد نتروجين لكل نوع/فئة *T* في كل MMS ($Frac_{GasMS}$)؛

الخطوة 3ب: اضرب جزء النتروجين الذي يتطاير في صورة أمونيا وأكاسيد نتروجين من الروث (العمود $Frac_{GasMS}$) في المقدار الإجمالي للنتروجين المفرز في كل MMS لفئات الحيوانات (العمود NE_{MMS}) لتقدير كمية نتروجين الروث التي تفقد نتيجة تطاير الأمونيا وأكاسيد النتروجين ($N_{volatilizations-MMS}$)؛

الخطوة 3ج: استخدم القيمة الافتراضية (راجع الجدول 11.3، الفصل 11، القسم 11.2 *انبعاثات أكسيد النتروز من أنواع التربة المدارة*) أو حدد معامل انبعاث خاص بالبلد لانبعاث أكسيد النتروز على نحو غير مباشر من الترسيب الجوي للنتروجين على التربة والأسطح المائية وأدخل معامل الانبعاث في العمود EF_4؛

الخطوة 3د: اضرب مقدار نتروجين الروث الذي يفقد نتيجة التطاير في صورة أمونيا وأكاسيد نتروجين (العمود $N_{volatilizations\text{-}MMS}$) في معامل الانبعاث (العمود EF_4) لحساب انبعاثات أكسيد النتروز السنوية غير المباشرة لكل MMS. لاحظ أن ينبغي الإبلاغ عن تقديرات الانبعاث بالكيلوجرام من أكسيد النتروز. أدخل النتائج في العمود $N_2O_{G(mm)}$ بهذه الورقة.

الخطوة 4: حساب نتروجين الروث المتاح للإضافة إلى أنواع التربة أو للاستخدام في أغراض الغذاء أو الوقود أو البناء من أنظمة معالجة الروث (راجع ورقة العمل للفئة *Indirect N_2O emissions from Manure Management*، *كود الفئة 3C6، الورقة 1 من 2*). قم بعمل نسخ إضافية من الورقة واستخدام ورقة لكل MMS.

الخطوة 4أ: أدخل في العمود $Frac_{lossMS}$ القيم الافتراضية (راجع الجدول 10-23) أو ضع قيمة خاصة بالبلد لجزء إجمالي فقد النتروجين من الروث المعالج في كل MMS لكل نوع/فئة T ($Frac_{lossMS}$)؛

الخطوة 4ب: في حالة توافر القيم الخاصة بالبلد لاستخدام الفرش العضوي لنظام التخزين الصلب أو نظام التخزين في طبقات عميقة من الفرش، احسب مقدار النتروجين من الفرش عن طريق ضرب عدد الحيوانات المقترنة بهذين النظامين في محتوى النتروجين في الفرش للحيوان. أدخل النتائج المحصلة في العمود $N_{beddingMS}$.

الخطوة 4ج: احسب المقدار المتاح من النتروجين في الروث المعالج والذي يضاف إلى أنواع التربة المدارة أو يستخدم في أغراض الغذاء أو الوقود أو البناء باستخدام المعادلة 10-34 وأدخل النتائج التي يتم الحصول عليها في العمود N_{MMS_Avb}. بعد ذلك، يتم جمع القيم النهائية لكافة أنظمة المعالجة. وتستخدم هذه القيمة لحساب انبعاثات أكسيد النتروز من أنواع التربة المدارة (راجع ورقات العمل في الملحق 1).

الملحق 10 أ 1. البيانات الأساسية في وضع معاملات الانبعاث الافتراضية الخاصة بالتخمر المعوي

يقدم هذا الملحق البيانات المستخدمة في وضع معاملات الانبعاث الافتراضية لانبعاثات الميثان من التخمر المعوي. وقد تم تطبيق طريقة المستوى 2 باستخدام هذه البيانات لتقدير معاملات الانبعاث الافتراضية للأبقار والجاموس.

الجدول 10أ.1
البيانات المستخدمة في تقدير معاملات انبعاث الميثان من التخمر المعوي في ا لمستوى لأبقار الألبان في الجدول 10-11

المنطقة	الوزن، كجم	الزيادة في الوزن، كجم في اليوم	وضع التغذية	اللبن، كجم في اليوم	العمل، ساعة في اليوم	عشار%	قابلية انهضام الغذاء (DE%)	معامل تحويل الميثان (Y_m)
أمريكا الشمالية[أ]	600	0	تغذية في المرابط	23.0	0	%90	%75	%6.5
أوروبا الغربية	600	0	تغذية في المرابط	16.4	0	%90	%70	%6.5
أوروبا الشرقية[ب]	550	0	تغذية في المرابط	7.0	0	%80	%60	%6.5
أوقيانوسيا[ج]	500	0	المراعي/المراعي المفتوحة	6.0	0	%80	%60	%6.5
أمريكا اللاتينية[د]	400	0	المراعي/المراعي المفتوحة	2.2	0	%80	%60	%6.5
أسيا[هـ]	350	0	تغذية في المرابط	4.5	0	%80	%60	%6.5
أفريقيا والشرق الأوسط	275	0	تغذية في المرابط	1.3	0	%67	%60	%6.5
شبه القارة الهندية[و]	275	0	تغذية في المرابط	2.5	0	%50	%55	%6.5

أ استنادا إلى تقديرات للولايات المتحدة الأمريكية

ب استنادا إلى تقديرات للاتحاد السوفيتي السابق.

ج استنادا إلى تقدير المتوسط للمنطقة.

د استنادا إلى تقديرات للبرازيل

هـ استنادا إلى تقديرات للصين.

و استنادا إلى تقديرات للهند.

جيبس وجونسون (1993). المصدر:

الجدول 10أ.2
البيانات المستخدمة في تقدير معاملات انبعاث الميثان من التخمر المعوي في المستوى 1 للأبقار الأخرى في الجدول 10-11

الفئة الفرعية	الوزن، كجم	الزيادة في الوزن، كجم في اليوم	وضع التغذية	اللبن، كجم في اليوم	العمل، ساعة في اليوم	% عشار	قابلية انهضام الغذاء (DE%)	معامل تحويل الميثان (Y_m)	مزيج الحيوانات الموزونة في اليوم%	معاملات الانبعاث، كجم ميثان للرأس في العام
أمريكا الشمالية أ										
الإناث الناضجة	500	0.0	المراعي/المراعي المفتوحة	3.3	0.0	%80	%60	%6.5	%36	76
الذكور الناضجة	800	0.0	المراعي/المراعي المفتوحة	0.0	0.0	%0	%60	%6.5	%2	81
العجول المغذاة على اللبن	100	0.9	المراعي/المراعي المفتوحة	0.0	0.0	%0	NA	%0.0	%16	0
العجول المغذاة على العلف	185	0.9	المراعي/المراعي المفتوحة	0.0	0.0	%0	%65	%6.5	%8	48
الثيران المخصية/الأبقار الشابة	265	0.7	المراعي/المراعي المفتوحة	0.0	0.0	%0	%65	%6.5	%17	55
البديلة/النامية	375	0.4	المراعي/المراعي المفتوحة	0.0	0.0	%0	%60	%6.5	%11	66
أبقار الحظائر	415	1.3	تغذية في المرابط	0.0	0.0	%0	%75	%3.0	%11	33
أوروبا الغربية										
الذكور الناضجة	600	0.0	المراعي/المراعي المفتوحة	0.0	0.0	%0	%60	%6.5	%22	66
البديلة/النامية	400	0.4	المراعي/المراعي المفتوحة	0.0	0.0	%0	%60	%6.5	%54	73
العجول المغذاة على اللبن	230	0.3	المراعي/المراعي المفتوحة	0.0	0.0	%0	%65	%0.0	%15	0
العجول المغذاة على العلف	230	0.3	المراعي/المراعي المفتوحة	0.0	0.0	%0	%65	%6.5	%8	35
أوروبا الشرقية ب										
الإناث الناضجة	500	0.0	المراعي/المراعي المفتوحة	3.3	0.0	%67	%60	%6.5	%30	75
الذكور الناضجة	600	0.0	المراعي/المراعي المفتوحة	0.0	0.0	%0	%60	%6.5	%22	66
الصغار	230	0.4	المراعي/المراعي المفتوحة	0.0	0.0	%0	%60	%6.5	%48	45
أوقيانوسيا ج										
الإناث الناضجة	400	0.0	المراعي/المراعي المفتوحة	2.4	0.0	%67	%55	% 6.5	%51	71
الذكور الناضجة	450	0.0	المراعي/المراعي المفتوحة	0.0	0.0	%0	%55	%6.5	%11	61
الصغار	200	0.3	المراعي/المراعي المفتوحة	0.0	0.0	%0	%55	%6.5	%38	46

أ استنادا إلى تقديرات الولايات المتحدة الأمريكية؛ ب استنادا إلى تقديرات للاتحاد السوفيتي السابق؛ ج استنادا إلى تقدير المتوسط للمنطقة.

الجدول 10أ.2 (تابع)
البيانات المستخدمة في تقدير معاملات انبعاث الميثان من التخمر المعوي في المستوى 1 للأبقار الأخرى في الجدول 10-11

الفئة الفرعية	الوزن، كجم	الزيادة في الوزن، كجم في اليوم	وضع التغذية	اللبن، كجم في اليوم	العمل، ساعة في اليوم	% عشار	قابلية انهضام الغذاء (DE%)	معامل تحويل الميثان (Y_m)	مزيج الحيوانات الموزونة في اليوم %	معاملات الانبعاث، كجم ميثان للرأس في العام
أمريكا اللاتينية د										
الإناث الناضجة	400	0.0	مساحات واسعة	1.1	0.0	%67	%60	%6.5	%37	64
الذكور الناضجة	450	0.0	مساحات واسعة	0.0	0.0	%0	%60	%6.5	%6	61
الصغار	230	0.3	مساحات واسعة	0.0	0.0	%0	%60	%6.5	%58	49
أسيا هـ										
الإناث الناضجة – المزارع	325	0.0	تغذية في المرابط	1.1	0.55	%33	%55	%6.5	%27	50
الإناث الناضجة – الرعي	300	0.0	المراعي/المراعي المفتوحة	1.1	0.00	%50	%60	%6.5	%9	46
الذكور الناضجة – المزارع	450	0.0	تغذية في المرابط	0.0	1.37	%0	%55	%6.5	%24	59
الذكور الناضجة – الرعي	400	0.0	المراعي/المراعي المفتوحة	0.0	0.00	%0	%60	%6.5	%8	48
الصغار	200	0.2	المراعي/المراعي المفتوحة	0.0	0.00	%0	%60	%6.5	%32	36
أفريقيا										
الإناث الناضجة	200	0.0	تغذية في المرابط	0.3	0.55	%33	%55	%6.5	%13	32
الثيران المخصية المستخدمة في الجر	275	0.0	تغذية في المرابط	0.0	1.37	%0	%55	%6.5	%13	41
الإناث الناضجة – الرعي	200	0.0	مساحات واسعة	0.3	0.00	%33	%55	%6.5	%6	41
العجول – الرعي	275	0.0	مساحات واسعة	0.0	0.00	%0	%55	%6.5	%25	49
الصغار	75	0.1	المراعي/المراعي المفتوحة	0.0	0.00	%0	%60	%6.5	%44	16
شبه القارة الهندية و										
الإناث الناضجة	125	0.0	تغذية في المرابط	0.6	0.00	%33	%50	%6.5	%40	28
الذكور الناضجة	200	0.0	تغذية في المرابط	0.0	2.74	%0	%50	%6.5	%10	42
الصغار	80	0.1	تغذية في المرابط	0.0	0.00	%0	%50	%6.5	%50	23

استنادا إلى تقديرات للهند؛ المصدر: جيبس وجونسون (1993) داستنادا إلى تقديرات للبرازيل؛ هـ استنادا إلى تقديرات للصين؛ و

الجدول 10أ.3
البيانات المستخدمة في تقدير معاملات انبعاث الميثان من التخمر المعوي في المستوى 1 للجاموس

الفئة الفرعية	الوزن، كجم	الزيادة في الوزن، كجم في اليوم	وضع التغذية	اللبن، كجم في اليوم	العمل، ساعة في اليوم	% عشار	قابلية انهضام الغذاء(%DE)	معامل تحويل الميثان(Y_m)	مزيج الحيوانات الموزونة في اليوم%	معاملات الانبعاث، كجم ميثان للرأس في العام
شبه القارة الهندية[أ]										
الذكور البالغة	350 - 550	0.00	تغذية في المرابط	0.00	1.37	%0	%55	%6.5	%14	55 - 77
الإناث البالغة	250 - 450	0.00	تغذية في المرابط	2.70	0.55	%33	%55	%6.5	%40	57 - 80
الصغار	100 - 300	0.15	تغذية في المرابط	0.00	0.00	%0	%55	%6.5	%46	23 - 50
البلدان الأخرى[ب]										
الذكور البالغة	350 - 550	0.00	تغذية في المرابط	0.00	1.37	%0	%55	%6.5	%45	55 - 77
الإناث البالغة	250 - 450	0.00	تغذية في المرابط	0.00	0.55	%25	%55	%6.5	%45	45 - 67
الصغار	100 - 300	0.15	تغذية في المرابط	0.15	0.00	%0	%55	%6.5	%10	23 - 50

أ استنادا إلى تقديرات للهند.

ب - استنادا إلى تقديرات للصين.

جيبس وجونسون (1993). المصدر:

الملحق 10 أ 2. البيانات الأساسية لوضع معاملات الانبعاث الافتراضية الخاصة بمعالجة الروث

يقدم هذا الملحق البيانات المستخدمة في وضع معاملات الانبعاث الافتراضية لانبعاثات الميثان من معالجة الروث. وقد تم تطبيق طريقة المستوى 2 باستخدام هذه البيانات لتقدير معاملات الانبعاث الافتراضية لكل فئة من الحيوانات.

الجدول 10أ.4 اشتقاق معامل انبعاث الميثان من معالجة الروث لأبقار الألبان

المتوسط السنوي لدرجة الحرارة (درجة مئوية)		معاملات تحويل الميثان لأنظمة معالجة الروث									
		أخرى	حرق للحصول على الوقود	حفر هاضمة	نثر يومي	مراعي/مراعي مفتوحة/مقاتر	معالف حافة	تخزين صلب	سائل/رذاذ	أعوار	
باردة	10	%1.0	10-%0	10-%0	%0.1	%1.0	%1.0	%2.0	%17	%66	
	11	%1.0	10-%0	10-%0	%0.1	%1.0	%1.0	%2.0	%19	%68	
	12	%1.0	10-%0	10-%0	%0.1	%1.0	%1.0	%2.0	%20	%70	
	13	%1.0	10-%0	10-%0	%0.1	%1.0	%1.0	%2.0	%22	%71	
	14	%1.0	10-%0	10-%0	%0.1	%1.0	%1.0	%2.0	%25	%73	
معتدلة	15	%74	%27	%4.0	%1.5	%1.5	%0.5	10-%0	10-%0	%1.0	
	16	%75	%29	%4.0	%1.5	%1.5	%0.5	10-%0	10-%0	%1.0	
	17	%76	%32	%4.0	%1.5	%1.5	%0.5	10-%0	10-%0	%1.0	
	18	%77	%35	%4.0	%1.5	%1.5	%0.5	10-%0	10-%0	%1.0	
	19	%77	%39	%4.0	%1.5	%1.5	%0.5	10-%0	10-%0	%1.0	
	20	%78	%42	%4.0	%1.5	%1.5	%0.5	10-%0	10-%0	%1.0	
	21	%78	%46	%4.0	%1.5	%1.5	%0.5	10-%0	10-%0	%1.0	
	22	%78	%50	%4.0	%1.5	%1.5	%0.5	10-%0	10-%0	%1.0	
	23	%79	%55	%4.0	%1.5	%1.5	%0.5	10-%0	10-%0	%1.0	
	24	%79	%60	%4.0	%1.5	%1.5	%0.5	10-%0	10-%0	%1.0	
	25	%79	%65	%4.0	%1.5	%1.5	%0.5	10-%0	10-%0	%1.0	
دافئة	26	%1.0	10-%0	10-%0	%1.0	%2.0	%2.0	%5.0	%71	%79	
	27	%1.0	10-%0	10-%0	%1.0	%2.0	%2.0	%5.0	%78	%80	
	28	%1.0	10-%0	10-%0	%1.0	%2.0	%2.0	%5.0	%80	%80	

المنطقة	خصائص أبقار الألبان			استخدام نظام معالجة الروث (%MS)							
أمريكا الشمالية	604	0.24	5.4	%2.6	%0.0	%0.0	%18.4	%0.0	10-%8	%26.1	%27.0	%15.0
أوروبا الغربية	600	0.24	5.1	%0.5	%0.0	%0.0	%7.0	%0.0	%20.0	%26.8	%35.7	%0.0
أوروبا الشرقية	550	0.24	4.5	%2.0	%0.0	%0.0	%2.5	%0.0	%18.0	%60.0	%17.5	%0.0
أوقيانوسيا	500	0.24	3.5	%0.0	%0.0	%0.0	%8.0	%0.0	%76.0	%0.0	%1.0	%16.0
أمريكا اللاتينية	400	0.13	2.9	%0.0	%0.0	%0.0	%62.0	%0.0	%36.0	%0.0	%1.0	%0.0
آفريقيا		275	0.13	%0.0	%0.0	%0.0	%5.0	%0.0	%83.0	%0.0	%0.0	%0.0
الشرق الأوسط	1.9	275	0.13	%4.0	%6.0	%0.0	%5.0	%1.0	%83.0	%0.0	%0.0	%0.0
آسيا	1.9		350	%0.0	%17.0	%0.0	%2.0	%0.0	%80.0	%2.0	%1.0	%0.0
شبه القارة الهندية	0.13	2.8	275	%0.0	%7.0	%2.0	%29.0	%2.0	%20.0	%0.0	%38.0	%4.0
	0.13	2.6		%0.0	%51.0	%1.0	%19.0	%0.0	%27.0	%0.0	%1.0	%0.0

أ متوسط كتلة الأبقار الألبان لكل إقليم (التقديرات الافتراضية ± 10%)

ب تقديرات B_o تبلغ ± 15%

ج متوسط إنتاج المواد الصلبة المتطايرة للرأس في اليوم لأبقار الألبان العادية (التقديرات الافتراضية تبلغ ± 20%)

د بالنسبة لأمريكا الشمالية، تمثل معاملات تحويل الميثان الأخرى لأنظمة معالجة الروث "الأخرى" الحفر العميقة، والتي يكون لها نفس قيم معاملات تحويل الميثان مثل السائل/الرذاذ.

تحسب معاملات الانبعاث (EF) لكل منطقة استنادا إلى المعادلة 10-23.

1 تحسب معاملات تحويل الميثان لأنظمة الأعوار والسائل/الرذاذ استنادا إلى معادلة Arrhenius-t Hoff'van والتي تربط درجة الحرارة بالنشاط البيولوجي. وتحسب معاملات التحويل الخاصة بالأعوار استنادا إلى فترات احتجاز أطول (تصل إلى عام) [Mangino, al et (2001)]

المصادر: فيما يتعلق بأمريكا الشمالية، قيم كتلة أبقار الألبان من سافلي (2000) وتقدير قيم المواد الصلبة المتطايرة استنادا إلى تحليل لبيانات الغذاء من بيترسين وآخرين (2003). وتقدير قيم استخدام نظام معالجة الروث لأمريكا الشمالية باستخدام البيانات المستمدة من إحصاء وزراء الزراعة الأمريكية وتقارير التظلم الوطني لمراقبة صحة الحيوان عام 1992 و1997. قيم B_o من موريس (1976) وبرايانت وآخرين (1976). فيما يتعلق بقيم استخدام أنظمة معالجة الروث والقلة والمواد الصلبة المتطايرة في كل من أوروبا الغربية والشرقية فهي تستند إلى تحليل عمليات الحصر الوطنية الخاصة بغازات الاحتباس الحراري لبلدان الملحق 1 والمقدمة إلى الأمانة العامة لمنظمة UNFCCC عام 2004. وبالنسبة لقيمة أنحاء العالم، تم وضع المعلومات المفصلة الخاصة بأبقار الألبان بواسطة هيبين وجونسون (1993)، وتقديرات استخدام نظام معالجة الروث و B_o من سافلي وآخرين (1992). بيانات معامل تحويل الميثان مستمدة من وودبري وهاشيموتو (1993). تستند معاملات تحويل الميثان لأنظمة الأعوار والسائل/الرذاذ إلى البيانات المستمدة من تحليل هذه الأنظمة في الولايات المتحدة الأمريكية.

															باردة				
28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	
112	**110**	**105**	**98**	**93**	**89**	**85**	**81**	**78**	**74**	**71**	**68**	**65**	**63**	**58**	**55**	**53**	**50**	**48**	
92	**90**	**83**	**75**	**70**	**64**	**59**	**55**	**51**	**47**	**43**	**40**	**37**	**34**	**29**	**27**	**25**	**23**	**21**	
46	**45**	**42**	**37**	**35**	**33**	**30**	**28**	**27**	**25**	**23**	**22**	**21**	**20**	**15**	**14**	**13**	**12**	**1**	
31	**31**	**31**	**30**	**30**	**29**	**29**	**29**	**29**	**29**	**28**	**28**	**28**	**27**	**26**	**26**	**25**	**24**	**23**	
2	**2**	**2**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	
1	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	
3	**3**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	
31	**31**	**28**	**26**	**24**	**23**	**21**	**20**	**18**	**17**	**16**	**15**	**14**	**13**	**12**	**11**	**10**	**10**	**9**	
6	**6**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	

الجدول 10أ.5اشتقاق معامل انبعاث الميثان من معالجة الروث للأبقار الأخرى

المتوسط السنوي لدرجة الحرارة (درجة مئوية)		معاملات تحويل الميثان لأنظمة معالجة الروث									
		أخرى	حرق للحصول على الوقود	حفر هضمة	بئر بوس	مراعي/مراعي مقومة/مختلط	معالف حافة	تخزين صلب	سائل/رذاذ	أهوار	
باردة	10	%1.0	10-%50	10-%0	%0.1	%1.0	%1.0	%2.0	%17	%66	
	11	%1.0	10-%50	10-%0	%0.1	%1.0	%1.0	%2.0	%19	%68	
	12	%1.0	10-%50	10-%0	%0.1	%1.0	%1.0	%2.0	%20	%70	
	13	%1.0	10-%50	10-%0	%0.1	%1.0	%1.0	%2.0	%22	%71	
	14	%1.0	10-%50	10-%0	%0.1	%1.0	%1.0	%2.0	%25	%73	
معتدلة	15	%74	%27	%4.0	%1.5	%1.5	%0.5	10-%0	10-%0	%1.0	
	16	%75	%29	%4.0	%1.5	%1.5	%0.5	10-%0	10-%0	%1.0	
	17	%76	%32	%4.0	%1.5	%1.5	%0.5	10-%0	10-%0	%1.0	
	18	%77	%35	%4.0	%1.5	%1.5	%0.5	10-%0	10-%0	%1.0	
	19	%77	%39	%4.0	%1.5	%1.5	%0.5	10-%0	10-%0	%1.0	
	20	%78	%42	%4.0	%1.5	%1.5	%0.5	10-%0	10-%0	%1.0	
	21	%78	%46	%4.0	%1.5	%1.5	%0.5	10-%0	10-%0	%1.0	
	22	%78	%50	%4.0	%1.5	%1.5	%0.5	10-%0	10-%0	%1.0	
	23	%79	%55	%4.0	%1.5	%1.5	%0.5	10-%0	10-%0	%1.0	
	24	%79	%60	%4.0	%1.5	%1.5	%0.5	10-%0	10-%0	%1.0	
	25	%79	%65	%4.0	%1.5	%1.5	%0.5	10-%0	10-%0	%1.0	
دافئة	26	%1.0	10-%0	10-%0	%1.0	%2.0	%2.0	%5.0	%71	%79	
	27	%1.0	10-%0	10-%0	%1.0	%2.0	%2.0	%5.0	%78	%80	
	28	%1.0	10-%0	10-%0	%1.0	%2.0	%2.0	%5.0	%80	%80	

المنطقة	خصائص أبقار الألبان			استخدام نظام معالجة الروث (%MS)							
أمريكا الشمالية	2.4	0.19	389	%0.0	%0.0	%0.0	%0.0	%18.4	%81.5	%0.0	%0.2	%0.0
أوروبا الغربية	2.6	0.18	420	%2.0	%0.0	%0.0	%1.8	%32.0	%1.8	%0.0	%39.0	%25.2	%0.0
أوروبا الشرقية	2.7	0.17	391	%13.5	%0.0	%0.0	%0.0	%20.0	%0.0	%0.0	%44.0	%22.5	%0.0
أوقيانوسيا	3.0	0.17	330	%0.0	%0.0	%0.0	%0.0	%9.0	%91.0	%0.0	%0.0	%0.0	%0.0
أمريكا اللاتينية	0.1	305	305	%1.0	%0.0	%0.0	%99.0	%0.0	%0.0	%0.0	%0.0	%0.0	%0.0
أفريقيا	1.5	0.1	173	%0.0	%3.0	%0.0	%1.0	%95.0	%1.0	%0.0	%0.0	%0.0	%0.0
الشرق الأوسط	1.5	0.1	173	%2.0	%17.0	%0.0	%1.0	%79.0	%2.0	%0.0	%0.0	%0.0	%0.0
آسيا	2.3	0.1	319	%0.0	%2.0	%0.0	%2.0	%50.0	%2.0	%46.0	%0.0	%0.0	%0.0
شبه القارة الهندية	1.4	0.1	110	%0.0	%53.0	%1.0	%20.0	%22.0	%0.0	%4.0	%0.0	%1.0	%0.0

أ متوسط كتلة الأبقار الأخرى لكل إقليم (التقديرات الافتراضية ± 25%)
ب تقديرات B_o تبلغ ± 15%
ج متوسط إنتاج المواد الصلبة المتطايرة للرأس في اليوم للأبقار العادية غير المدرة للبن (التقديرات الافتراضية تبلغ ± 20%)

تحسب معاملات الانبعاث (EF) لكل منطقة استنادا إلى المعادلة 10-23.

1تحسب معاملات تحويل الميثان لأنظمة الأهوار والسائل/الرذاذ استنادا إلى معادلة van't Hoff-Arrhenius والتي تربط درجة الحرارة بالنشاط البيولوجي. وتحسب معاملات التحويل الخاصة بالأخوار استنادا إلى فترات أحتجاز أطول (تصل إلى عام[2001) [Mangino, et al]

المصادر: فيما يتعلق بأمريكا الشمالية، قيم كتلة الأبقار الأخرى مستمدة من سافلي (2000) وتقدير قيم المواد الصلبة المتطايرة استنادا الى تحليل لبيانات الغذاء من بيترسون وآخرين (2003). وتقدر قيم استخدام نظم معالجة الروث لأمريكا الشمالية باستخدام البيانات المستمدة من إحصاء وزراة الزراعة الأمريكية وتقارير النظم الوطني لمراقبة صحة الحيوان عام 1992 و1997. قيم B_o من هاتشيموتو (1981). فيما يتعلق بقيم استخدام النظمة معالجة الروث والكتلة و B_oللمواد الصلبة المتطايرة في كل من أوروبا الغربية والشرقية فهي تستند إلى تحليل عمليات الحصر الوطنية الخاصة بغازات الاحتباس الحراري ببلدان الملحق 1 والمقدمة إلى الأمانة العامة لمنظمة UNFCCC عام 2004. وبالنسبة لبقية أنحاء العالم، تم وضع المعلومات المفصلة الخاصة بالأبقار بواسطة جيبس وجونسون (1993)، وتقديرات استخدام نظام معالجة الروث و B_oمن سافلي وآخرين (1992). بيانات معامل تحويل الميثان مستمدة من وودبري وهاتشيموتو (1993). تستند معاملات تحويل الميثان لأنظمة الأهوار والسائل/الرذاذ إلى البيانات المستمدة من تحليل هذه الأنظمة في الولايات المتحدة الأمريكية.

معاملات الانبعاث (كجم ميثان لكل رأس في العام)

باردة																											
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
6	7	7	8	8	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20	21	24	25	26
6	6	7	8	7	9	10	11	11	12	13	14	15	16	18	19	21	23	23
1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

الجدول 10أ.6
اشتقاق معامل انبعاث الميثان من معالجة الروث للجاموس

المتوسط السنوي لدرجة الحرارة (درجة مئوية)		معاملات تحويل الميثان لأنظمة معالجة الروث									
		أخرى	حرق للحصول على الوقود	حظر هاضمة	نثار يومي	مراعي/مراعي مفتوحة/بطارد	معلف جافة	تخزين سائل	سائل/رداع	أهوار	
باردة	10	%1.0	10-%0	10-%0	%1.0		%2.0	%17		%66	
	11	%1.0	10-%0	10-%0	%0.1	%1.0	%2.0			%68	
	12	%1.0	10-%0	10-%0	%0.1	%1.0	%2.0	%20		%70	
	13	%1.0	10-%0	10-%0	%0.1	%1.0	%2.0	%22		%71	
		%1.0	10-%0	10-%0	%0.1	%1.0	%2.0	%25		%73	
معتدلة	15	%74	%27	%4.0	%1.5	%1.5	%0.5	10-%0	10-%0	%1.0	
	16	%75	%29	%4.0	%1.5	%1.5	%0.5	10-%0	10-%0	%1.0	
	17	%76	%32	%4.0	%1.5	%1.5	%0.5	10-%0	10-%0	%1.0	
	18	%77	%35	%4.0	%1.5	%1.5	%0.5	10-%0	10-%0	%1.0	
	19	%77	%39	%4.0	%1.5	%1.5	%0.5	10-%0	10-%0	%1.0	
	20	%78	%42	%4.0	%1.5	%1.5	%0.5	10-%0	10-%0	%1.0	
	21	%78	%46	%4.0	%1.5	%1.5	%0.5	10-%0	10-%0	%1.0	
	22	%78	%50	%4.0	%1.5	%1.5	%0.5	10-%0	10-%0	%1.0	
	23	%79	%55	%4.0	%1.5	%1.5	%0.5	10-%0	10-%0	%1.0	
	24	%79	%60	%4.0	%1.5	%1.5	%0.5	10-%0	10-%0	%1.0	
	25	%79	%65	%4.0	%1.5	%1.5	%0.5	10-%0	10-%0	%1.0	
دافئة	26	%1.0	10-%0	10-%0	%1.0	%2.0	%2.0	%5.0	%71	%79	
	27	%1.0	10-%0	10-%0	%1.0	%2.0	%2.0	%5.0	%78	%80	
	28	%1.0	10-%0	10-%0	%1.0	%2.0	%2.0	%5.0	%80	%80	

المنطقة	خصائص أبقار الألبان			استخدام نظام معالجة الروث (%MS)
أمريكا الشمالية	غير مطبق			0% 20% 0% 79% 0% 0% 0% 0% 0% 0% 0% 0% 0% 24% 0% 0% 0% 29% 0% 0% 0% 0% 0% 47% 0% 0% 0% 0% 0% 99% 0% 0% 0% 0% 1% 0% 0% 0% 0% 20% 19% 0% 42% 19% 0% 0% 41% 50% 4% 0% 5% 0% 0% 0% 0% 0% 4% 19% 21% 1% 55% 0% (not applicable) (not applicable) (not applicable) (not applicable)
أوروبا الغربية		3.9	0.1	380
أوروبا الشرقية		3.9	0.1	380
أوقيانوسيا	غير مطبق			
أمريكا اللاتينية		3.9	0.1	380
آفريقيا	غير مطبق			
الشرق الأوسط		3.9	0.1	380
آسيا		3.9	0.1	380
شبه القارة الهندية		3.1	0.1	295

أ متوسط كتلة الجاموس لكل إقليم
ب متوسط إنتاج الحليب المتغاير للرأس في اليوم للجاموس العادي

تحسب معاملات الانبعاث (EF) لكل منطقة استنادا إلى المعادلة 10-23.

1تحسب معاملات تحويل الميثان لأنظمة الأهوار والسائل/الرداع استنادا إلى معادلة van't Hoff-Arrhenius والتي تربط درجة الحرارة بالنشاط البيولوجي. وتحسب معاملات التحويل الخاصة بالأهوار استنادا إلى فترات احتجاز أطول (تصل إلى عام)[Mangino, et al (2001)]

المصادر: تم وضع المعلومات المفصلة الخاصة بالجاموس بواسطة جيبس وجونسون (1993)، وتقديرات استخدام نظام معالجة الروث و B_oمن سافلي وآخرين (1992). بيانات معامل تحويل الميثان مستمدة من وودبري وهاشيموتو (1993). تستند معاملات تحويل الميثان لأنظمة الأهوار والسائل/الرداع إلى البيانات المستمدة من تحليل هذه الأنظمة في الولايات المتحدة الأمريكية.

معاملات الانبعاث (كجم ميثان لكل رأس في العام)

		باردة																	باردة													باردة			
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
				غير مطبق															
	4	4	5	5	5	6	7	7	8	9	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	5	5	5	6	6	7	8	8	9	10	11	11	12	13	15	16	17	19	19
				غير مطبق															
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
				غير مطبق															
	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

الجدول 10أ.7
اشتقاق معامل انبعاث الميثان من معالجة الروث للخنازير

المتوسط السنوي لدرجة الحرارة (درجة مئوية)		معاملات تحويل الميثان لأنظمة معالجة الروث									
		أخرى	نشر يومي	حفرة	> شهر واحد	< شهر واحد	معالف حلقات	تخزين سائل	سائل/رذاذ	أهوار
باردة	10	%1.0	10-%0	%0.1	%17	%3.0	%1.0	%2.0	%17	%66
	11	%1.0	10-%0	%0.1	%19	%3.0	%1.0	%2.0	%19	%68
	12	%1.0	10-%0	%0.1	%20	%3.0	%1.0	%2.0	%20	%70
	13	%1.0	10-%0	%0.1	%22	%3.0	%1.0	%2.0	%22	%71
	14	%1.0	10-%0	%0.1	%25	%3.0	%1.0	%2.0	%25	%73
معتدلة	15	%74	%27	%4.0	%1.5	%3.0	%27	%0.5	10-%0	%1.0
	16	%75	%29	%4.0	%1.5	%3.0	%29	%0.5	10-%0	%1.0
	17	%76	%32	%4.0	%1.5	%3.0	%32	%0.5	10-%0	%1.0
	18	%77	%35	%4.0	%1.5	%3.0	%35	%0.5	10-%0	%1.0
	19	%77	%39	%4.0	%1.5	%3.0	%39	%0.5	10-%0	%1.0
	20	%78	%42	%4.0	%1.5	%3.0	%42	%0.5	10-%0	%1.0
	21	%78	%46	%4.0	%1.5	%3.0	%46	%0.5	10-%0	%1.0
	22	%78	%50	%4.0	%1.5	%3.0	%50	%0.5	10-%0	%1.0
	23	%79	%55	%4.0	%1.5	%3.0	%55	%0.5	10-%0	%1.0
	24	%79	%60	%4.0	%1.5	%3.0	%60	%0.5	10-%0	%1.0
	25	%79	%65	%4.0	%1.5	%3.0	%65	%0.5	10-%0	%1.0
دافئة	26	%1.0	10-%0	%1.0	%71	%30.0	%2.0	%5.0	%71	%79
	27	%1.0	10-%0	%1.0	%78	%30.0	%2.0	%5.0	%78	%80
	28	%1.0	10-%0	%1.0	%80	%30.0	%2.0	%5.0	%80	%80

المنطقة	خصائص أبقار الألبان			استخدام نظام معالجة الروث (%MS)						
أمريكا الشمالية	46	0.48	0.27	%0.0	%0.0	%0.0	%40.6	%0.0	%4.0	%18.5	%32.8
أوروبا الغربية	50	0.45	0.3	%3.0	%0.0	%2.0	%69.8	%2.8	%13.7	%0.0	%8.7
أوروبا الشرقية	50	0.45	0.3	%5.7	%0.0	%0.0	%24.7	%24.7	%42.0	%0.0	%3.0
أوقيانوسيا	45	0.45	0.28	%28.0	%0.0	%0.0	%0.0	%0.0	%3.0	%0.0	%54.0
أمريكا اللاتينية	28	0.29	0.3	%40.0	%0.0	%2.0	%0.0	%0.0	10-%0	%8.0	%0.0
آفريقيا	28	0.29	0.3	%0.0	%0.0	%0.0	%0.0	%0.0	%6.0	%6.0	%0.0
الشرق الأوسط	28	0.29	0.3	%0.0	%0.0	%0.0	%17.0	%1.0	%6.0	%0.0	%0.0
آسيا	28	0.29	0.3	%0.0	%7.0	%0.0	%0.0	%0.0	%0.0	%40.0	%0.0
شبه القارة الهندية	28	0.29	0.3	%3.0	%8.0	%9.0	%0.0	%3.0	%30.0	%16.0	%22.0	%9.0

أ متوسط كتلة الخنازير السوقية لكل إقليم(التقديرات الافتراضية تبلغ(%20±

ب تقديرات B_0 تبلغ%15 ±

ج متوسط إنتاج المواد الصلبة المتطايرة للرأس في اليوم للخنازير السوقية العادية)التقديرات الافتراضية تبلغ(%25±

تحسب معاملات الانبعاث (EF) لكل منطقة استنادا إلى المعادلة 10-23.

1تحسب معاملات تحويل الميثان لأنظمة الأهوار والسائل/الرذاذ استنادا إلى معادلة van't Hoff-Arrhenius والتي تربط درجة الحرارة بالنشاط البيولوجي. وتحسب معاملات التحويل الخاصة بالأهوار استنادا إلى فترات احتجاز أطول (تصل إلى عام[Mangino, et al (2001)])

المصادر: فيما يتعلق بأمريكا الشمالية، قيم الكتلة والمواد الصلبة المتطايرة و B_0مستمدة من سافلي (2000)، والكتيب الميداني لإدارة المخلفات الزراعية الصادر عن وزارة الزراعة الأمريكية وهاشيموتو (1984)، على التوالي. وتقدر قيم استخدام نظام معالجة الروث لأمريكا الشمالية باستخدام البيانات المستمدة من إحصاء وزراة الزراعة الأمريكية وتقارير النظام الوطني لمراقبة صحة الحيوان عام 1992 و1997. فيما يتعلق بقيم استخدام أنظمة معالجة الروث والكتلة و B_0والمواد الصلبة المتطايرة في كل من أوروبا الغربية والشرقية فهي تستند إلى تحليل عمليات الحصر الوطنية الخاصة بغازات الاحتباس الحراري ببلدان الملحق 1 والمقدمة إلى الأمانة العامة لمنظمة UNFCCC عام 2004. وبالنسبة لبقية أنحاء العالم، فإن معلومات المدخول الغذائي للخنازير بواسطة كروتزين وآخرين (1986)، وتقديرات استخدام نظام معالجة الروث و B_0من سافلي وآخرين (1992). بيانات معامل تحويل الميثان مستمدة من وودبري وهاشيموتو (1993). تستند معاملات تحويل الميثان لأنظمة الأهوار والسائل/الرذاذ إلى البيانات المستمدة من تحليل هذه الأنظمة في الولايات المتحدة الأمريكية.

معاملات الانبعاث (كجم ميثان لكل رأس في العام)

باردة																												
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
10	11	11	12	12	13	13	14	15	15	16	17	18	18	19	20	22	23	23
6	6	7	7	8	9	9	10	11	11	12	13	14	15	16	18	19	21	21
3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	6	6	6	6	7	10	10	10
11	11	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6
2	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	7	7
2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	6	6	6

الجدول 10أ.8

اشتقاق معامل انبعاث الميثان من معالجة الروث لخنازير إنجاب السلالات

المتوسط السنوي لدرجة الحرارة (درجة مئوية)		معاملات تحويل الميثان لأنظمة معالجة الروث									
		الجري	نثر يومي	حفرة	> شهر واحد	< شهر واحد	معالف جافة	تخزين سائب	سائل/رذاذ	أهوار	
باردة	10	%1.0	10-%0	%0.1	%17	%3.0	%1.0	%2.0	%17	%66	
	11	%1.0	10-%0	%0.1	%19	%3.0	%1.0	%2.0	%19	%68	
	12	%1.0	10-%0	%0.1	%20	%3.0	%1.0	%2.0	%20	%70	
	13	%1.0	10-%0	%0.1	%22	%3.0	%1.0	%2.0	%22	%71	
	14	%1.0	10-%0	%0.1	%25	%3.0	%1.0	%2.0	%25	%73	
معتدلة	15	%74	%27	%4.0	%1.5	%3.0	%27	%0.5	10-%0	%1.0	
	16	%75	%29	%4.0	%1.5	%3.0	%29	%0.5	10-%0	%1.0	
	17	%76	%32	%4.0	%1.5	%3.0	%32	%0.5	10-%0	%1.0	
	18	%77	%35	%4.0	%1.5	%3.0	%35	%0.5	10-%0	%1.0	
	19	%77	%39	%4.0	%1.5	%3.0	%39	%0.5	10-%0	%1.0	
	20	%78	%42	%4.0	%1.5	%3.0	%42	%0.5	10-%0	%1.0	
	21	%78	%46	%4.0	%1.5	%3.0	%46	%0.5	10-%0	%1.0	
	22	%78	%50	%4.0	%1.5	%3.0	%50	%0.5	10-%0	%1.0	
	23	%79	%55	%4.0	%1.5	%3.0	%55	%0.5	10-%0	%1.0	
	24	%79	%60	%4.0	%1.5	%3.0	%60	%0.5	10-%0	%1.0	
	25	%79	%65	%4.0	%1.5	%3.0	%65	%0.5	10-%0	%1.0	
دافئة	26	%1.0	10-%0	%1.0	%71	%30.0	%2.0	%5.0	%71	%79	
	27	%1.0	10-%0	%1.0	%78	%30.0	%2.0	%5.0	%78	%80	
	28	%1.0	10-%0	%1.0	%80	%30.0	%2.0	%5.0	%80	%80	

المنطقة	خصائص أبقار الألبان			استخدام نظام معالجة الروث (%MS)							
أمريكا الشمالية	0.5	0.48	198	%0.0	%0.0	%0.0	%40.6	%0.0	%4.0	%4.2	%18.5	%32.8
أوروبا الغربية	0.46	0.45	198	%0.0	%0.0	%3.0	%69.8	%2.0	%0.0	%13.7	%0.0	%8.7
أوروبا الشرقية	0.5	0.45	180	%0.0	%0.0	%5.7	%24.7	%0.0	%0.0	%42.0	%0.0	%3.0
أوقيانوسيا	0.5	0.45	180	%0.0	%0.0	%28.0	%0.0	%0.0	%15.0	%3.0	%0.0	%54.0
أمريكا اللاتينية	0.3	0.29	28	%0.0	%0.0	%40.0	%0.0	%2.0	%41.0	10-%0	%8.0	%0.0
أفريقيا	0.3	0.29	28	%0.0	%0.0	%0.0	%0.0	%0.0	%87.0	%6.0	%6.0	%0.0
الشرق الأوسط	0.3	0.29	28	%0.0	%0.0	%0.0	%17.0	%0.0	%69.0	%0.0	%14.0	%0.0
آسيا	0.3	0.29	28	%0.0	%0.0	%7.0	%0.0	%0.0	%54.0	%0.0	%40.0	%0.0
شبه القارة الهندية	0.3	0.29	28	%3.0	%8.0	%9.0	%0.0	%3.0	%30.0	%16.0	%22.0	%9.0

أ متوسط كتلة خنازير إنجاب السلالات لكل إقليم(التقديرات الافتراضية تبلغ(%20±

ب تقديرات B_0 تبلغ%15 ±

ج متوسط إنتاج المواد الصلبة المتطايرة للرأس في اليوم لخنازير إنجاب السلالات العادية)التقديرات الافتراضية تبلغ(%25±

تحسب معاملات الانبعاث (EF) لكل منطقة استنادا إلى المعادلة 10-23.

1تحسب معاملات تحويل الميثان لأنظمة الأهوار والسائل/الرذاذ استنادا إلى معادلة van't Hoff-Arrhenius والتي تربط درجة الحرارة بالنشاط البيولوجي. وتحسب معاملات التحويل الخاصة بالأهوار استنادا إلى فترات احتجاز أطول (تصل إلى عام)(Mangino, et al (2001])

المصادر: فيما يتعلق بأمريكا الشمالية، قيم الكتلة والمواد الصلبة المتطايرة و B_0مستمدة من سافلي (2000)، والكتيب الميداني لإدارة المخلفات الزراعية الصادر عن وزارة الزراعة الأمريكية وهاشيموتو (1984)، على التوالي. وتقدر قيم استخدام نظام معالجة الروث لأمريكا الشمالية باستخدام البيانات المستمدة من إحصاء وزراء الزراعة الأمريكية وتقارير النظام الوطني لمراقبة صحة الحيوان عام 1992 و1997. فيما يتعلق بقيم استخدام أنظمة معالجة الروث والكتلة و B_0والمواد الصلبة المتطايرة في كل من أوروبا الغربية والشرقية فهي تستند إلى تحليل عمليات الحصر الوطنية الخاصة بغازات الاحتباس الحراري بلدان الملحق 1 والمقدمة إلى الأمانة العامة لمنظمة UNFCCC عام 2004. وبالنسبة لبقية أنحاء العالم، فإن معلومات المدخول الغذائي للخنازير بواسطة كروتزين وآخرين (1986)، وتقديرات استخدام نظام معالجة الروث و B_0من سافلي وآخرين (1992). بيانات معامل تحويل الميثان مستمدة من وودبري وهاشيموتو (1993). تستند معاملات تحويل الميثان لأنظمة الأهوار والسائل/الرذاذ إلى البيانات المستمدة من تحليل هذه الأنظمة في الولايات المتحدة الأمريكية.

معاملات الانبعاث (كجم ميثان لكل رأس في العام)

باردة																			
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	باردة
19	20	21	22	23	24	26	27	28	29	31	32	34	35	37	39	41	44	45	
9	10	10	11	12	13	14	15	16	17	19	20	22	23	25	27	29	32	33	
4	5	5	5	5	6	7	7	7	8	8	9	9	10	11	12	16	17	17	
20	20	21	21	22	22	23	23	23	23	23	24	24	24	24	24	24	24	24	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	
1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	5	5	6	6	
2	2	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	6	6	7	7	
2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	6	6	6	

الجدول 10أ.9
اشتقاق معامل انبعاث الميثان من معالجة الروث

نوع الحيوان			الضأن		الماعز		الجمال		الخيول		البغال/الحمير		الدواجن				
													متقدمة				نامية
البلد			متقدمة	نامية	متقدمة	نامية	متقدمة	نامية	متقدمة	نامية	متقدمة	نامية	الدجاج البيوض (جافاً)	الدجاج البيوض (رطباً)	فروج الشي	الديك الرومي	البط
خصائص الحيوان (الكتلة (كجم (%) الهضم (المدخول الغذائي (كجم غذاء (رماد (أساس جاف % (المواد الصلبة المتطايرة / يوم (كجم مادة صلبة متطايرة B_0 (متر مكعب/كجم مادة متطايرة)			48.5 0.60 1.08 8.00 0.40 0.19	28 0.5 0.7 8 0.32 0.13	38.5 0.6 0.76 8 0.3 0.18	30 0.5 0.76 8 0.35 0.13	217 0.5 5.42 8 2.49 0.21	217 0.5 5.42 8 2.49 0.26	377 0.7 5.96 4 2.13 0.3	238 0.7 5.96 4 1.72 0.26	130 0.7 3.25 0 4 94. 0.33	130 0.7 3.25 4 0.94 0.26	NR NR 1.8 0.02NR 0.39	1.8 NR NR 0.02NR 0.39	0.9 NR NR NR 0.36 0.01	6.8 NR NR 0.07NR 0.36	2.7 NR NR 0.02NR 0.36	NR NR NR NR 0.02 0.24
معاملات تحويل الميثان لأنظمة معالجة الروث																	
المتوسط السنوي لدرجة الحرارة (درجة مئوية)	باردة	10 11 12 13 14	%1.0 %1.0 %1.0 %1.0 %1.0	%1.0 %1.0 %1.0 %1.0 %1.0	%1.0 %1.0 %1.0 %1.0 %1.0	%1.0 %1.0 %1.0 %1.0 %1.0	%1.0 %1.0 %1.0 %1.0 %1.0	%1.0 %1.0 %1.0 %1.0 %1.0	%1.0 %1.0 %1.0 %1.0 %1.0	%1.0 %1.0 %1.0 %1.0 %1.0	%1.0 %1.0 %1.0 %1.0 %1.0	%1.0 %1.0 %1.0 %1.0 %1.0	%1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5	%68 %65 %73 %70 %74	%1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5	%1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5	%1.0 %1.0 %1.0 %1.0 %1.0
	معتدلة	15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25	%1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5	%1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5	%1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5	%1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5	%1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5	%1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5	%1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5	%1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5	%1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5	%1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5	%1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5	%76 %75 %77 %76 %78 %78 %78 %78 %79 %79 %80	%1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5	%1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5	%1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5	%1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5 %1.5
	دافئة	26 27 28	%2.0 %2.0 %2.0	%2.0 %2.0 %2.0	%2.0 %2.0 %2.0	%2.0 %2.0 %2.0	%2.0 %2.0 %2.0	%2.0 %2.0 %2.0	%2.0 %2.0 %2.0	%2.0 %2.0 %2.0	%2.0 %2.0 %2.0	%2.0 %2.0 %2.0	%1.5 %1.5 %1.5	%80 %80 %80	%1.5 %1.5 %1.5	%1.5 %1.5 %1.5	%2.0 %2.0 %2.0
معاملات الانبعاث (كجم ميثان لكل رأس في العام)																	
المتوسط السنوي لدرجة الحرارة (درجة مئوية)	باردة	10 11 12 13 14	0.19 0.19 0.19 0.19 0.19	0.10 0.10 0.10 0.10 0.10	0.13 0.13 0.13 0.13 0.13	0.11 0.11 0.11 0.11 0.11	1.28 1.28 1.28 1.28 1.28	1.58 1.58 1.58 1.58 1.58	1.56 1.56 1.56 1.56 1.56	1.09 1.09 1.09 1.09 1.09	0.76 0.76 0.76 0.76 0.76	0.60 0.60 0.60 0.60 0.60	0.03 0.03 0.03 0.03 0.03	1.18 1.13 1.26 1.21 1.28	0.02 0.02 0.02 0.02 0.02	0.09 0.09 0.09 0.09 0.09	0.02 0.02 0.02 0.02 0.02	0.01 0.01 0.01 0.01 0.01
	معتدلة	15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25	0.28 0.28 0.28 0.28 0.28 0.28 0.28 0.28 0.28 0.28 0.28	0.15 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15 0.15	0.20 0.20 0.20 0.20 0.20 0.20 0.20 0.20 0.20 0.20 0.20	0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17 0.17	1.92 1.92 1.92 1.92 1.92 1.92 1.92 1.92 1.92 1.92 1.92	2.37 2.37 2.37 2.37 2.37 2.37 2.37 2.37 2.37 2.37 2.37	2.34 2.34 2.34 2.34 2.34 2.34 2.34 2.34 2.34 2.34 2.34	1.64 1.64 1.64 1.64 1.64 1.64 1.64 1.64 1.64 1.64 1.64	1.14 1.14 1.14 1.14 1.14 1.14 1.14 1.14 1.14 1.14 1.14	0.90 0.90 0.90 0.90 0.90 0.90 0.90 0.90 0.90 0.90 0.90	0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03	1.31 1.30 1.33 1.32 1.35 1.35 1.36 1.36 1.38 1.37 1.38	0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02	0.09 0.09 0.09 0.09 0.09 0.09 0.09 0.09 0.09 0.09 0.09	0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03	0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02
	دافئة	26 27 28	0.37 0.37 0.37	0.20 0.20 0.20	0.26 0.26 0.26	0.22 0.22 0.22	2.56 2.56 2.56	3.17 3.17 3.17	3.13 3.13 3.13	2.19 2.19 2.19	1.52 1.52 1.52	1.20 1.20 1.20	0.03 0.03 0.03	1.39 1.38 1.39	0.02 0.02 0.02	0.09 0.09 0.09	0.03 0.03 0.03	0.02 0.02 0.02

NR = لم يتم الإبلاغ

تم وضع معاملات الانبعاث، باستثناء ما يتعلق بالدواجن، من قيم المدخول الغذائي وقابلية الأغذية للهضم المستخدمة في وضع معاملات الانبعاث الخاصة بالتحضر المعوي (راجع الملحق 10أ-1). وردت قيم معاملات تحويل الميثان والطاقة القصوى لتوليد الميثان في وودبري وهاشيموتو (1993) . يفترض أن كافة الروث باستثناء روث الدجاج البيوض (في الأنظمة الرطبة) يعالج في أنظمة جافة، وهو ما يتسق مع استخدام نظام معالجة الروث المبلغ عنه في وودبري وهاشيموتو (1993). تقسم الدواجن في البلدان المتقدمة إلى خمس فئات. تمثل مجموعة الدجاج البيوض (جافة) الدجاج البيوض في نظام لمعالجة الروث "بدون فرش/مهاد" وتمثل مجموعة الدجاج البيوض (رطبة) الدجاج البيوض في نظام هور لاهواني لمعالجة الروث.
تبلغ تقديرات كتلة الحيوانات 30% ± وقيم المواد الصلبة المتطايرة 50% ± وقيم القدرة القصوى على توليد الميثان 15% ±

الجدول 10أ، 9 (تابع)
اشتقاق معامل انبعاث الميثان من معالجة الروث للحيوانات الأخرى

الحيوان	خصائص الحيوان			معامل انبعاث الميثان لنظام معالجة الروث	معاملات الانبعاثات (كجم ميثان لكل رأس في العام)
	الكتلة (كجم)	المواد الصلبة المتطايرة (كجم مادة صلبة متطايرة في اليوم)	القدرة القصوى على توليد الميثان (متر مكعب في كجم مادة صلبة متطايرة)		
الأيل[أ]	NR	NR	NR	NR	0.22
الرنة[ب]	NR	0.39	0.19	%2.0	0.36
الأرانب[ج]	1.60	0.10	0.32	%1.0	0.08
حيوانات الفراء[ب]	NR	0.14	0.25	%8.0	0.68
النعام[ب]	NR	1.16	0.25	%8.0	5.67

أ سنيث (1997) تم اقتباسه في حصر غازات الاحتباس الحراري الخاص بالمملكة المتحدة.

ب تقديرات جامعة الزراعة في النرويج، معهد الكيمياء والتكنولوجيا الحيوية، قسم الميكروبيولجي.

ج البيانات مستمدة من حصر غازات الاحتباس الحراري الخاص بإيطاليا، 2004.

NR = لم يتم الإبلاغ

المراجع

القسم 10-2 وصف مجموعات المواشي والغذاء

AAC (Australian Agricultural Council) (1990). Feed Standards for Australian Livestock Ruminants. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) Publications, East Melbourne, Victoria, Australia.

AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients (1990). Nutritive Requirements of Ruminant Animals: Energy. Rep. 5, CAB International, Wallingford, U.K.

Agricultural and Food Research Council (AFRC) Technical Committee on Responses to Nutrients (1993). Energy and Protein Requirements of Ruminants. 24-159, CAB International, Wallingford, U.K.

Bamualim, A. and Kartiarso (1985). 'Nutrition of draught animals with special reference to Indonesia.' In: Draught Animal Power for Production. J.W. Copland (ed.). Australian Centre for International agricultural Research (ACIAR), Proceedings Series No. 10- ACIAR, Canberra, A.C.T., Australia.

Food and Agriculture Organisation (FAO) (1999). Statistical Database.

Gibbs, M.J. and Johnson, D.E. (1993). "Livestock Emissions." In: International Methane Emissions, US Environmental Protection Agency, Climate Change Division, Washington, D.C., U.S.A.

Gibbs, M.J., Conneely, D., Johnson, D., Lassey, K.R. and Ulyatt, M.J. (2002). CH_4 emissions from enteric fermentation. In: Background Papers: IPCC Expert Meetings on Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, p 297–320. IPCC-NGGIP, Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Hayama, Kanagawa, Japan.

Ibrahim, M.N.M. (1985). 'Nutritional status of draught animals in Sri Lanka.' In: Draught Animal Power for Production, J.W. Copland (ed.). ACIAR (Australian Centre for International Agricultural Research) Proceedings Series No. 10- ACIAR, Canberra, A.C.T., Australia.

Jurgen, M.H. (1988). Animal Feeding and Nutrition, Sixth Edition, Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa, U.S.A.

Lawrence, P.R. (1985). 'A review of nutrient requirements of draught oxen.' In: Draught Animal Power for Production. J.W. Copland (ed.). ACIAR (Australian Centre for International Agricultural Research) Proceedings Series No. 10- ACIAR, Canberra, A.C.T., Australia.

National Research Council (NRC) (1984). Nutrient Requirements of Beef Cattle, National Academy Press, Washington, D.C. U.S.A.

NRC (1989). Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 6th, National Academy Press, Washington, D.C. U.S.A.

NRC (1996). Nutrient Requirements of Beef Cattle, National Academy Press, Washington, D.C. U.S.A.

NRC (2001). Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 7th Ed., Nat. Acad. Press, Washington, DC.

القسم 10-3 انبعاثات الميثان من التخمر المعوي في الحيوانات المستأنسة

Clark, H., Brookes, I. and Walcroft, A. (2003). Enteric methane emissions from New Zealand ruminants 1999-2001 calculated using an IPCC Tier 2 approach. http://www.climatechange.govt.nz/resources/reports/nir-apr03/.

Crutzen, P.J., Aselmann, I. and Seiler, W. (1986). "Methane Production by Domestic Animals, Wild Ruminants, Other Herbivorous Fauna, and Humans," *Tellus* 38B:271-284.

Diarra, B. (1994). Net energy value of soybean hulls as feed for sheep. Dissertation. Colorado State University, Ft Collins, CO.

Donovan, K. and Baldwin, L. (1999). Results of the AAMOLLY model runs for the Enteric Fermentation Model. University of California, Davis.

Hindrichsen, I., Kreuzer, M., Machmuller, A., Knudsen, K. E., Madsen, J. and Wettstein, H.R. (2003). Methane release and energy expenditure of dairy cows fed concentrates characterized by different carbohydrates. In: Prog. in Res. En. & Prot. Metabol. (Souffrant, W.B, and CC. Metges, eds.) Wageningen Acad. Pub, The Netherlands, EAAP Publ. 109:413-416.

Johnson, K., Huyler, M., Westberg, H., Lamb, B. and Zimmerman, P. (1994). Measurement of methane emissions from ruminant livestock using a SF6 tracer technique. *Environmental. Sci. Tech*., 28: 359-362.

Johnson, K.A. and Johnson, D.E. (1995). Methane emissions from cattle. *J. Anim. Sci.*, 73: 2483-2492

Judd, M.J., Kelliher, F.M., Ulyatt, M.J., Lassey, K.R., Tate, K.R., Shelton, I.D., Harvey, M.J. and Walker, C.F. (1999). Net methane emissions from grazing sheep, *Global Change Biol.*, 5, pp. 647–657.

Kujawa, M. (1994). Energy partitioning in steers fed cottonseed hulls or sugar beet pulp. Dissertation, Colorado State University, Ft Collins, CO.

Kurihara, M., Magner, T., Hunter, R.A. and McCrabb, G.J. (1999). Methane production and energy partition of cattle in the tropics. *British Journal of Nutrition*, 81, pp. 227-234.

Lassey, K.R. (2006). Livestock methane emission: from the individual grazing animal through national inventories to the global methane cycle. *Agric. For. Meteorol*. (in press).

Lassey, K.R., Ulyatt, M.J., Martin, R.J., Walker, C.F. and Shelton, I.D. (1997). Methane emissions measured directly from grazing livestock in New Zealand, *Atmos. Environ.*, 31, pp. 2905-2914.

Leuning, R., Baker, S.K., Jamie, I.M., Hsu, C.H., Klein, L., Denmead, O.T. and Griffith, D.W.T. (1999). Methane emission from free-ranging sheep: a comparison of two measurement methods, *Atmos. Environ.*, 33, pp. 1357–1365.

Murray, B.R., Bryant, A.M. and Leng, R.A. (1978). Methane production in the rumen and lower gut of sheep given lucerne chaff: effect of level of intake, *Br. J. Nutr.*, 39, pp. 337-345.

National Research Council (NRC) (1989). Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 6th Ed., Nat. Acad. Press, Washington, DC.

National Research Council (NRC) (1996). Nutrient Requirements of Beef Cattle, 7th Edit., Nat. Acad. Press, Washington, DC.

National Research Council (NRC) (2001). Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 7th Ed., Nat. Acad. Press, Washington, DC.

Pinares-Patino, C.S., Ulyatt, M.J., Waghorn, G.C., Lassey, K.R., Barry, T.N., Holmes, C.W. and Johnson, D.E. (2003). Methane emission by alpaca and sheep fed on Lucerne hay or grazed on pastures of perennial ryegrass/white clover or birds foot trefoil. *J. Agric. Sci.* 140:215-226.

Ulyatt, M.J., Lassey, K.R., Shelton, I.D. and Walker, C.F. (2002a). "Seasonal variation in methane emission from dairy cows and breeding ewes grazing ryegrass/white clover pasture in New Zealand." *New Zealand Journal of Agricultural Research* 45:217–226.

Ulyatt, M.J., Lassey, K.R., Shelton, I.D. and Walker, C.F. (2002b). "Methane emission from dairy cows and wether sheep fed subtropical grass-dominant pastures in midsummer in New Zealand." *New Zealand Journal of Agricultural Research* 45:227–234.

Ulyatt, M.J., Lassey, K.R., Shelton, I.D. and Walker, C.F. (2005). Methane emission from sheep grazing four pastures in late summer in New Zealand. *New Zealand Journal Agricultural Research* 48: 385-390.

القسم 10-4 انبعاثات الميثان من معالجة الروث

Amon, B., Amon, Th., Boxberger, J. and Pollinger, A. (1998). Emissions of NH_3, N_2O, and CH_4 from composted and anaerobically stored farmyard manure. Pages 209-216 in Martinez J, Maudet M-N (eds) Ramiran 98, Proc. 8th Int. Conf. on the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture. Rennes, France.

Amon, B., Amon, Th., Boxberger, J. and Alt, Ch. (2001). Emissions of NH_3, N_2O, and CH_4 from dairy cows housed in a farmyard manure tying stall (Housing, Manure Storage, Manure Spreading). *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 60: pp. 103-113.

ASAE (1999). ASAE Standards 1999, 46th Edition. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI.

Hashimoto, A. and Steed, J. (1993). Methane emissions from typical U.S. livestock manure management systems. Draft report prepared for ICF Incorporated under contract to the Global Change Division of the Office of Air and Radiation, US Environmental Protection Agency, Washington, D.C.

Hill, D.T. (1982). Design of digestion systems for maximum methane production. Transactions of the ASAE, 25(1): pp. 226-230.

Hill, D.T. (1984). Methane productivity of the major animal types. Transactions of the ASAE 27(2): pp. 530-540.

IPCC (1997). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories. Houghton J.T., Meira Filho L.G., Lim B., Tréanton K., Mamaty I., Bonduki Y., Griggs D.J. Callander B.A. (Eds). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/OECD/IEA, Paris, France.

Mangino, J., Bartram, D. and Brazy, A. (2001). Development of a methane conversion factor to estimate emissions from animal waste lagoons. Presented at U.S. EPA's 17th Annual Emission Inventory Conference, Atlanta GA, April 16-18, 2002.

Moller, H.B., Sommer, S.G. and Ahring, B. (2004). Biological degradation and greenhouse gas emissions during pre-storage of liquid animal manure. *Journal of Environmental Quality*, 33: pp. 27-36.

Peterson, K. and Jacobs, H. (2003). 1990-2002 Volatile solids and Nitrogen excretion rates deliverable under EPA Contract No. GS-10F-0124J, Task Order 004-02. Memorandum to EPA from ICF Consulting. August 28, 2003.

Safley, L.M., Casada, M.E., Woodbury, J.W. and Roos, K.F. (1992). Global Methane Emissions from Livestock and Poultry Manure. US Environmental Protection Agency, Global Change Division, Washington, D.C., February 1992, EPA/400/1091/048.

Sneath, R.W., Phillips, V.R., Demmers, G.M., Burgess, L.R. and Short, J.L. (1997). Long Term Measurements of Greenhouse Gas Emissions from UK Livestock Buildings. Bio-Engineering Division, Silsoe Research Institute, Wrest Park, Silsoe, Bedford, MK45 4HS. Livestock Environment: Proceedings of the Fifth International Symposium. Bloomington MN. May 29-31, 1997.

Sommer, S.G., Petersen, S.O. and Sogaard, H.T. (2000). Greenhouse gas emissions from stored livestock slurry. *Journal of Environmental Quality*, 29: pp. 744-751.

Steed Jr, J. and Hashimoto, A.G. (1994). Methane emissions from typical manure management systems. *Bioresource Technology* 50: pp. 123-130.

USDA (1996). Agricultural Waste Management Field Handbook, National Engineering Handbook (NEH). Part 651, U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. July.

Woodbury, J.W. and Hashimoto, A. (1993). Methane Emissions from Livestock Manure. In International Methane Emissions, US Environmental Protection Agency, Climate Change Division, Washington, D.C., U.S.A.

Zeeman, G. (1994). Methane production/emission in storages for animal manure. *Fertilizer Research* 37: 207-211, 1994. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.

القسم 10-5 انبعاثات أكسيد النتروز من معالجة الروث

Amon, B., Amon, Th., Boxberger, J. and Pollinger, A. (1998). Emissions of NH_3, N_2O, and CH_4 from composted and anaerobically stored farmyard manure. Pages 209-216 in Martinez J, Maudet M-N (eds) Ramiran 98, Proc. 8th Int. Conf. on the FAO ESCORENA Network on Recycling of Agricultural, Municipal and Industrial Residues in Agriculture. Rennes, France.

Amon, B., Amon, Th., Boxberger, J. and Alt, Ch. (2001). Emissions of NH_3, N_2O, and CH_4 from dairy cows housed in a farmyard manure tying stall (Housing, Manure Storage, Manure Spreading). *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 60: pp. 103-113.

Asman, W.A.H., Sutton, M.A. and Schjoerring, J.K. (1998). Ammonia: emission, atmospheric transport and deposition. *New Phytol.*, 139, p. 27-48

Bierman, S., Erickson, G.E., Klopfenstein, T.J., Stock, R.A. and Shain, D.H. (1999). Evaluation of nitrogen and organic matter balance in the feedlot as affected by level and source of dietary fiber. *J. Anim. Sci.* 77:1645-1653.

Döhler, H., Eurich-Menden, B., Dämmgen, U., Osterburg, B., Lüttich, M., Bergschmidt, A., Berg, W., Brunsch, R. (2002). BMVEL/UBA-Ammoniak-Emissionsinventar der deutschen Landwirtschaft und Minderungsszenarien bis zum Jahre 2010- Texte 05/02. Umweltbundesamt, Berlin.

Dustan, A. (2002). Review of methane and nitrous oxide emission factors in cold climates. Institutet for jordbruks-och miljoteknik, JTI-rapport, Lantbruk & Industri, 299.

Eghball, B. and Power, J.F. (1994). Beef cattle feedlot manure management. *J. Soil Water Cons.* 49:113-122.

European Environmental Agency (2002). Joint EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook, 3rd ed., July 2002, Copenhagen.

Groot Koerkamp, P.W.G., Speelman, L. and Metz, J.H.M. (1998). Effect of type of aviary, manure and litter handling on the emission kinetics of ammonia from layer houses. *Br. Poult. Sci.*, 39, p. 379-392.

Hao, X., Chang, C., Larney, F.J. and Travis, G.R. (2001). Greenhouse gas emissions during cattle feedlot manure composting. *Journal Environmental Quality* 30: pp. 376-386.

Harper, L.A., Sharpe, R.R. and Parkin, T.B. (2000). Gaseous emissions from anaerobic swine lagoons: Ammonia, Nitrous Oxide, and Dinitrogen Gas. *Journal of Environmental Quality* 29: pp. 1356-1365.

Hutchings, N.J., Sommer, S.G., Andersen, J.M. and Asman, W.A.H. (2001). A detailed ammonia emission inventory for Denmark. *Atmospheric Environment*, 35, p. 1959-1968.

Külling, D.R., Menzi, H., Sutter, F., Lischer, P. and Kreuzer, M. (2003). Ammonia, nitrous oxide and methane emissions from differently stored dairy manure derived from grass- and hay-based rations. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 65: pp. 13-22.

Lague, C., Fonstad, T. A., Marquis, A., Lemay, S.P., Godbout, S. and Joncas, R. (2004). Greenhouse Gas Emissions from Swine Operations in Québec and Saskatchewan: Benchmark Assessments. Climate Change Funding Initiative in Agriculture (CCFIA), Canadian Agricultural Research Council, Ottawa, ON.

Meisinger, J.J. and Jokela, W.E. (2000). Ammonia Volatilization from Dairy and Poultry Manure. In: Managing Nutrients and Pathogens from Animal Agriculture. Natural Resource, Agriculture, and Engineering Service, Ithaca, NY. March 28-30, 2000. NRAES-130, p.334-354.

Moller, H.B., Sommer, S.G. and Anderson, B.H. (2000). Nitrogen mass balance in deep litter during the pig fattening cycle and during composting. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge 137:235-250.

Monteny G. J., Groesetein C. M. and Hilhorst M. A. (2001). Interactions and coupling between emissions of methane and nitrous oxide from animal husbandry. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 60: pp. 123-132.

Monteny, G.J. and Erisman, J.W. (1998). Ammonia emissions from dairy cow buildings: A review of measurement techniques, influencing factors and possibilities for reduction. *Neth. J. Agric. Sci.*, 46, p. 225-247.

Moreira, V.R. and Satter, L.D. (2004). Estimating nitrogen loss from dairy farms. *Pedology.*

National Research Council (NRC) (1996). Nutrient Requirements of Beef Cattle, 7th Revised Ed., Nat. Acad. Press, Washington., DC

Nicks, B., Laitat, M., Vandenheede, M., Desiron, A., Verhaege, C. and Canart, B. (2003). Emissions of Ammonia, Nitrous Oxide, Methane, Carbon Dioxide, and Water Vapor in the Raising of Weaned Pigs on Straw-Based and Sawdust-Based Deep Litters. *Animal Research Journal*, 52: pp. 299-308.

Rotz, C.A. (2004). Management to reduce nitrogen losses in animal production. *J. Anim. Sci.* 82(E. Suppl.):E119-E137.

Sneath, R.W., Phillips, V.R., Demmers, G.M., Burgess, L.R. and Short, J.L. (1997). Long Term Measurements of Greenhouse Gas Emissions from UK Livestock Buildings. Bio-Engineering Division, Silsoe Research Institute, Wrest Park, Silsoe, Bedford, MK45 4HS. Livestock Environment: Proceedings of the Fifth International Symposium. Bloomington MN. May 29-31, 1997.

Sommer, S.G. and Moller, H.B. (2000). Emission of greenhouse gases during composting of deep litter from pig production – effect of straw content. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge 134:327-335.

Sommer, S.G., Petersen, S.O. and Søgaard, H.T. (2000). Greenhouse gas emission from stored livestock slurry. *Journal of Environmental Quality* 29: pp. 744-751.

US EPA (2004). National Emission Inventory – Ammonia Emissions from Animal Husbandry Operations, Draft Report. January 30, 2004.

Wagner-Riddle, C. and Marinier, M. (2003). Improved Greenhouse Gas Emission Estimates from Manure Storage Systems. Prepared for Climate Change Funding Initiative in Agriculture, Final Project Report, Component 2-3 Projects, Climate Change Science and Technology.

Webb, J. (2001). Estimating the potential for ammonia emissions from livestock excreta and manures. *Environ. Pollut.* 111, p. 395-406.