الفصل 6

المروج الطبيعية

المؤلفون

لويس فرشو (المركز الدولي لأبحاث الزراعة والحراجة/الولايات المتحدة الأمريكية)، ثيلما كروغ (البرازيل)، روديل دي. لاسكو (الفلبين)، ستيفن أوغل (الولايات المتحدة الأمريكية)، جون ريزون (أستراليا)

يو لي (الصين)، دانيل إل مارتينو (أوروجواي)، براين جي ماكونكي (كندا)، بيت سميت (المملكة المتحدة)

المؤلف المشارك

مرسي وانجا كاروندیتو (المركز الدولي لأبحاث الزراعة والحراجة)

جدول المحتويات

6 المروج الطبيعية **6-5**
6-1 مقدمة **6-5**
6-2 المروج الطبيعية التي تظل مروجاً طبيعية **6-6**
6-2-1 الكتلة الحيوية **6-6**
6-1-2-6 اختيار الطريقة **6-6**
6-2-1-2-6 اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة **6-7**
6-3-1-2-6 اختيار بيانات الأنشطة **6-8**
6-4-1-2-6 خطوات الحساب في المستويين 1 و2 ..... **6-9**
6-5-1-2-6 تقدير عدم التيقن **6-10**
6-2-2 المادة العضوية الميتة **6-10**
6-1-2-2-6 اختيار الطريقة **6-11**
6-2-2-2-6 اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة **6-11**
6-3-2-2-6 اختيار بيانات الأنشطة **6-12**
6-4-2-2-6 خطوات الحساب في المستويين 1 و2 ..... **6-12**
6-5-2-2-6 تقدير عدم التيقن **6-13**
6-3-2 كربون التربة **6-13**
6-1-3-2-6 اختيار الطريقة **6-14**
6-2-3-2-6 اختيار معامل تغير المخزون والانبعاث **6-15**
6-3-3-2-6 اختيار بيانات الأنشطة **6-17**
6-4-3-2-6 خطوات الحساب للمستوى 1 ..... **6-19**
6-5-3-2-6 تقدير عدم التيقن **6-20**
6-4-2-6 انبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون من حرق الكتلة الحيوية **6-22**
6-1-4-2-6 اختيار الطريقة **6-22**
6-2-4-2-6 اختيار معاملات الانبعاث **6-23**
6-3-4-2-6 اختيار بيانات الأنشطة **6-23**
6-4-4-2-6 تقدير عدم التيقن **6-23**
6-3 الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية **6-24**
6-1-3-6 الكتلة الحيوية **6-24**
6-1-1-3-6 اختيار الطريقة **6-25**
6-2-1-3-6 اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة **6-27**
6-3-1-3-6 اختيار بيانات الأنشطة **6-28**
6-4-1-3-6 خطوات الحساب في المستويين 1 و2 ..... **6-28**
6-5-1-3-6 تقدير عدم التيقن **6-30**
6-2-3-6 المادة العضوية الميتة **6-31**
6-1-2-3-6 اختيار الطريقة **6-31**
6-2-2-3-6 اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة **6-32**
6-3-2-3-6 اختيار بيانات الأنشطة **6-33**
6-4-2-3-6 خطوات الحساب في المستويين 1 و2 ..... **6-33**
6-5-2-3-6 تقدير عدم التيقن **6-35**
6-3-3-6 كربون التربة **6-35**
6-1-3-3-6 اختيار الطريقة **6-35**

6-3-3-2 اختيار معاملات تغير المخزون والانبعاث..... **6-36**
6-3-3-3 اختيار بيانات الأنشطة **6-37**
6-3-3-4 خطوات الحساب للمستوى 1..... **6-38**
6-3-3-5 تقدير عدم التيقن..... **6-38**
6-3-4 انبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون من حرق الكتلة الحيوية..... **6-39**
6-3-4-1 اختيار الطريقة **6-39**
6-3-4-2 اختيار معاملات الانبعاث..... **6-40**
6-3-4-3 اختيار بيانات الأنشطة **6-40**
6-3-4-4 تقدير عدم التيقن..... **6-40**
6-4 الاستيفاء والمتسلسلات الزمنية وضمان/مراقبة الجودة والإبلاغ..... **6-41**
6-4-1 الاستيفاء **6-41**
6-4-2 إعداد متسلسلات زمنية متسقة **6-42**
6-4-3 ضمان ومراقبة الجودة **6-43**
6-4-4 الإبلاغ والتوثيق..... **6-43**
الملحق 6 أ -1 تقدير معاملات تغير المخزون الافتراضية لانبعاثات/عمليات إزالة الكربون في التربة المعدنية بالمروج الطبيعية..... **6-45**
المراجع..... **6-46**

الأشكال التوضيحية

الشكل 6-1 مخطط تصنيف للمروج الطبيعية/أنظمة الرعي..... **6-18**

الجداول

الجدول 6-1 معاملات التوسيع الافتراضية الخاصة بنسبة الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى فوق الأرض **(R)** للأنظمة الحيوية الكبرى في المروج الطبيعية بالعالم..... **6-7**
الجدول 6-2 معاملات تغير المخزون ذات الصلة لإدارة المروج الطبيعية..... **6-16**
الجدول 6-3 معاملات الانبعاث السنوية **(EF)** للمروج الطبيعية وأنواع التربة العضوية المصرفة..... **6-17**
الجدول 6-4 القيم الافتراضية لمخزونات الكتلة الحيوية في المروج الطبيعية بعد التحويل من استخدام آخر للأراضي..... **6-27**

6 المروج الطبيعية

6-1 مقدمة

تغطي المروج الطبيعية حوالي ربع مساحة سطح الأرض (Ojima *et al.*, 1993) وتضم مجموعة متنوعة من الأنظمة المناخية بدءا من المناخ الجاف حتى الرطب. وتتنوع المروج الطبيعية على نحو كبير من حيث درجة وكثافة الإدارة، بدءاً من المراعي الفسيحة المدارة على نحو انتشاري إلى السافانا – حيث تمثل معدلات رعي الحيوانات وأنظمة الحرائق متغيرات الإدارة الرئيسية - إلى المراعي ومناطق زراعة العلف المستمرة والمدارة على نحو مكثف (على سبيل المثال، باستخدام المخصبات والري وتغيير الأنواع). وتشتمل المراعي الطبيعية بصفة عامة على غطاء نباتي يتكون في الغالب من الأعشاب الدائمة ويعتبر الرعي نوع الاستخدام السائد فيها.
ويتم تمييز المروج الطبيعية بصورة عامة عن "الأحراج" بوصفها أنظمة حيوية ذات ظلة شجرية أقل من عتبة معينة، وتختلف قيمة هذه العتبة من منطقة إلى أخرى. ويوجد الكربون بصورة أساسية في المروج الطبيعية في الكتلة تحت الأرض، ويتركز بصورة أساسية في الجذور والمادة العضوية في التربة. ويكون الانتقال المصاحب للأمطار أو تحدر التربة من مروج طبيعية إلى أحراج تدريجيا في الغالب. ويمكن اعتبار الكثير من أراضي الجنبات التي تحتوي على نسب عالية من الكتلة الحيوية الخشبية نوعا من المروج الطبيعية، وبإمكان البلدان اختيار حساب بعض أو كل أراضي الجنبات هذه في فئة المروج الطبيعية.

وقد قامت العديد من أنواع نباتات المروج الطبيعية بتطوير بعض خصائص ال تلاؤم مع الرعي والاضطرابات الشائعة المترتبة على الحرائق وبالتالي فإن كلاً من الغطاء النباتي وكربون التربة يتسمان بمقاومة نسبية للاضطرابات المعتدلة الناتجة عن الرعي وأنظمة الحرائق (Milchunas and Lauenroth, 1993). وفي أنواع كثيرة من المروج الطبيعية، يمثل وجود الحرائق عاملاً أساسياً في مقاومة غزو الأنواع الشجرية التي يمكنها أن تؤثر بشكل كبير في مخزون الكربون بالأنظمة الحيوية (Jackson *et al.*, 2002).

وتتناول *الخطوط التوجيهية للهيئة لعام 1996* الانبعاثات من حرق السافانا الاستوائية وتغيرات الكتلة الحيوية المرتبطة بتحويل المروج الطبيعية إلى أنواع الاستخدام الأخرى فقط. وتُستخدم ثلاث مجموعات من الحسابات لإنتاج تقديرات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون نتيجة تحويل المروج الطبيعية: (1) ثاني أكسيد الكربون المنبعث من حرق الكتلة الحيوية فوق الأرض، و(2) ثاني أكسيد الكربون المحرر عن طريق تحلل الكتلة الحيوية فوق الأرض، و(3) ثاني أكسيد الكربون المحرر من التربة. ولم يتم تقديم أية مناقشات حول الإبلاغ عن التغيرات في مخزون الكربون بالمروج الطبيعية والتي تقترن بالتغيرات في غطاء الكتلة الحيوية الخشبية الدائمة أو بالتغيرات في إدارة هذه الأنظمة.

وهذه *الخطوط التوجيهية* تقوم بتحديث *الخطوط التوجيهية للهيئة لعام 1996* وتسمح بتقدير انبعاثات وعمليات إزالة الكربون في المروج الطبيعية نتيجة التغيرات في مخزون الكتلة الحيوية فوق الأرض وتحت الأرض، وانبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون نتيجة حرق الكتلة الحيوية، وانبعاثات وعمليات إزالة الكربون في المروج الطبيعية نتيجة التغيرات في مخزون كربون التربة. وتضم هذه الخطوط التوجيهية عدة منهجيات جديدة تم تطويرها في *إرشادات الممارسات السليمة المتصلة باستخدام الأراضي وتغير استخدام الأراضي والحراجة* (IPCC, 2003). وتشتمل العناصر الجديدة مقارنة *بالخطوط التوجيهية للهيئة لعام 1996*:

- منهجيات لتناول التغير في مخزون الكربون في الحوضين الأساسيين بالمروج الطبيعية: الكتلة الحيوية وأنواع التربة؛
- التضمين الصريح لتأثيرات الاضطرابات الطبيعية والحرائق على المروج الطبيعية المدارة؛
- تقدير الانبعاثات وعمليات الإزالة في *الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية*؛
- توسيع طرق تقدير انبعاثات غازات الاحتباس الحراري غير ثاني أكسيد الكربون نتيجة حرق الكتلة الحيوية من السافانا إلى كافة المروج الطبيعية؛
- تقدير انبعاثات غازات الاحتباس الحراري غير ثاني أكسيد الكربون نتيجة حرق الكتلة الحيوية أثناء التحويل إلى مروج طبيعية؛ و
- معاملات جديدة لمعدل تغير المخزون وقيم مرجعية جديدة لمخزون الكربون فيما يتعلق بالكربون العضوي في التربة.

يقدم هذا الفصل خطوط توجيهية للمقتربات الافتراضية والمتقدمة المعنية بتقدير الانبعاثات وعمليات الإزالة من المروج الطبيعية والإبلاغ عنها. ويتم تقديم الطرق والإرشادات لكل من فئة *المروج الطبيعية التي تظل مروجاً طبيعية* (القسم 6-2) و*الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية* (القسم 6-3). وفيما يتعلق *بالمروج الطبيعية التي تظل مروجاً طبيعية*، تعتمد انبعاثات وعمليات إزالة الكربون على تقدير تأثيرات التغيرات في ممارسات الإدارة على مخزون الكربون. أما فيما يتعلق *بالأراضي المحولة إلى مروج طبيعية*، فتعتمد انبعاثات وعمليات إزالة الكربون على تقدير تأثيرات استبدال أحد أنواع الغطاء النباتي بالغطاء النباتي للمروج الطبيعية. وفي حالة عدم توافر البيانات اللازمة لفصل المروج الطبيعية في فئتي *المروج الطبيعية التي تظل مروجاً طبيعية* و*الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية*، فإن المقترب الافتراضي يقوم بحساب كافة المروج الطبيعية تحت فئة *المروج الطبيعية التي تظل مروجاً طبيعية*.

وتعتبر تغيرية المناخ بين السنوات معاملاً هاماً ينبغي مراعاته عند القيام بحصر للكربون بالنسبة للمروج الطبيعية. وقد تحدث تغيرات كبيرة في الكتلة الحيوية الواقفة من عام لآخر حيث تكون مصاحبة للاختلافات في معدل التهطال السنوي. كما قد تؤثر تغيرية التهطال على قرارات الإدارة مثل الري وإضافة المخصبات. ويحتاج القائم بالحصر إلى مراعاة هذا التأثير وتوضيح هذه التأثيرات في الحصر عند اللزوم.

2-6 المروج الطبيعية التي تظل مروجاً طبيعية

تشتمل *المروج الطبيعية التي تظل مروجاً طبيعية* على المراعي المدارة التي تتميز بالغطاء النباتي للمروج الطبيعية، وبالاستخدام الرعوي أو فئات الأراضي الأخرى المحولة إلى مروج طبيعية منذ ما يزيد على 20 عاماً. ويتضمن حصر غاز الاحتباس الحراري بالنسبة *للمروج الطبيعية التي تظل مروجاً طبيعية* **(GG)** تقدير التغيرات في مخزون الكربون من أحواض الكربون الخمسة (الكتلة الحيوية فوق الأرض، والكتلة الحيوية تحت الأرض، والخشب الميت، والفرش الحرجي، والمادة العضوية بالتربة) وكذلك انبعاثات غازات الاحتباس الحراري غير ثاني أكسيد الكربون. وتقترن المصادر الرئيسية لانبعاثات وعمليات إزالة غازات الاحتباس الحراري في هذه الفئة بإدارة المروج الطبيعية والتغيرات في الإدارة. ويتم تقدير التغيرات في مخزون الكربون في *المروج الطبيعية التي تظل مروجاً طبيعية* باستخدام المعادلة 2-3 في الفصل 2. وتقدم شجرة القرار بالشكل 2-1 (الفصل 1) إرشادات فيما يخص اختيار المستوى المناسب (مستوى التعقيد المنهجي) لتطبيق إجراءات التقدير لهذه الفئة.

1-2-6 الكتلة الحيوية

يتأثر مخزون الكربون في المروج الطبيعية الدائمة بالأنشطة البشرية والاضطرابات الطبيعية، بما في ذلك: حصاد الكتلة الخشبية، وتدهور المراعي الفسيحة، والرعي، والحرائق، وتعمير المراعي، وإدارة المراعي ونحو ذلك. وقد يكون الإنتاج السنوي من الكتلة الحيوية في المروج الطبيعية كبيراً، ولكن نظرا للدوران السريع وعمليات الفقد عبر الرعي والحرائق وكذلك الهرم السنوي للغطاء النباتي العشبي، نادرا ما يتجاوز المخزون الواقف للكتلة الحيوية فوق الأرض بالكثير من المروج الطبيعية بضعة أطنان للهكتار. وقد تتراكم كميات أكبر في المكون الخشبي من الغطاء النباتي، في جذور الكتلة الحيوية وفي أنواع التربة. ويتأثر مدى الزيادة أو النقص في مخزون الكربون بكل حوض من هذين الحوضين بممارسات الإدارة مثل تلك الموضحة أعلاه.

ويقدم هذا القسم إرشادات لتقدير التغيرات في مخزون الكربون في الكتلة الحيوية بالنسبة *للمروج الطبيعية التي تظل مروجاً طبيعية*، بما في ذلك الغطاء المتزايد من النباتات الخشبية، وتأثيرات إضافة المواد العضوية وتأثيرات الإدارة والإصلاح بالكلس. وترتبط المفاهيم الأساسية المتعلقة بالتغير في مخزون الكربون بالكتلة الحيوية في *المروج الطبيعية التي تظل مروجاً طبيعية* بممارسات الإدارة. وتقدم شجرة القرار في الشكل 2-2 (الفصل 2) إرشادات حول اختيار المستويات المناسبة للإبلاغ عن التغيرات في مخزون الكربون بالكتلة الحيوية.

ونظرا لأنه غالبا ما يكون هناك نقص في البيانات الخاصة بالكتلة الحيوية تحت الأرض فيما يتعلق بأنظمة حيوية محددة، فقد تم استخدام مقترب مبسط يقوم على نسب الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى فوق الأرض. وباستخدام هذا المقترب، يتم الربط الوثيق بين تقديرات الكتلة الحيوية تحت الأرض وتقديرات الكتلة الحيوية فوق الأرض. ومن هنا، ولأغراض التبسيط، يتم الجمع بين الكتلة الحيوية فوق الأرض وتحت الأرض عند التقدير والإبلاغ.

ورغم أن الطرق المستخدمة لتقدير التغيرات في الكتلة الحيوية متماثلة من الناحية المفاهيمية بين المروج الطبيعية والأراضي الزراعية والأراضي الحرجية، إلا أن المروج الطبيعية تعتبر فريدة من طرق عدة. تتعرض مساحات كبيرة من المروج الطبيعية للحرائق المتكررة التي تؤثر على وفرة الغطاء الخشبي، ومعدلات وفيات وتجدد نمو الغطاء الخشبي والعشبي وتقسيم الكربون فوق وتحت الأرض. ويمكن أن تؤثر تغيرية المناخ وأنشطة الإدارة الأخرى، مثل إزالة الأشجار والأجمة، وتحسين المراعي، وغرس الأشجار، والرعي الجائر والتدهور على مخزونات الكتلة الحيوية. وبالنسبة للأنواع الخشبية في السافانا (المروج الطبيعية التي تشتمل على أشجار)، فإن علاقات قياس النمو تختلف عن تلك العلاقات المستخدمة في الأراضي الحرجية، وذلك نظرا للأعداد الكبيرة من الأشجار متعددة الساق، والأعداد الكبيرة من الجنبات، والأشجار الجوفاء،، والنسبة العالية من الأشجار الميتة الواقفة، وارتفاع نسب المجموع الجذري إلى الخضري وتجدد نمو الأحياس.

1-1-2-6 اختيار الطريقة

تقدم شجرة القرار في الشكل 2-1 بالفصل 1 إرشادات للمساعدة في اختيار المستوى المناسب لتطبيق إجراءات التقدير. ويتطلب تقدير التغيرات في مخزون الكربون بالكتلة الحيوية تقدير التغيرات في مخزون الكتلة الحيوية فوق الأرض والتغيرات في مخزون الكتلة الحيوية تحت الأرض.

واستنادا إلى المستوى المستخدم وتوافر البيانات، يمكن تجزيء المروج الطبيعية حسب النوع، والمنطقة أو المنطقة المناخية، ونظام الإدارة. وتستلزم *الممارسة السليمة* من البلدان أن تبذل قصارى جهدها لتحسين مقتربات الحصر والإبلاغ عن طريق تطوير أعلى المستويات الممكنة في ضوء الظروف الوطنية. ومن *الممارسة السليمة* أن يتم استخدام مقترب من المستوى 2 أو 3 إذا كانت انبعاثات وعمليات إزالة الكربون في المروج الطبيعية التي تظل مروجاً طبيعية فئة رئيسية وكذلك إذا كانت الفئة الفرعية من الكتلة الحيوية تعتبر ذات أهمية استنادا إلى المبادئ المحددة في الفصل 4 من المجلد 1.

المستوى 1

يفترض مقترب المستوى 1 عدم حدوث تغير في الكتلة الحيوية في *المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية*. وفي المروج الطبيعية حيث لا يوجد تغير في نوع أو كثافة الإدارة، تكون الكتلة الحيوية في حالة ثابتة تقريبا (أي يتم موازنة تراكم الكربون عبر نمو النباتات على نحو تقريبي بعمليات الفقد عبر الرعي والتحلل والحرائق). وفي المروج الطبيعية التي تشهد تغيرات في الإدارة بمرور الوقت (على سبيل المثال، عن طريق إدخال أنظمة حرجية رعوية أو إزالة الأشجار/الأجمة لإدارة الرعي أو إدارة المراعي المحسنة أو الممارسات الأخرى)، قد تكون التغيرات في مخزون الكربون كبيرة. وإذا كان الافتراض بأن المروج الطبيعية لا تمثل مصدرا رئيسيا افتراضا معقولاً، يمكن للبلد تطبيق افتراض المستوى 1 الذي يقضي بعدم وجود تغير في الكتلة الحيوية. ورغم ذلك، فإذا كانت هناك معلومات متوافرة بما يسمح بوضع تقديرات موثوقة لمعدلات التغير في الكتلة الحيوية في *المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية*، فيمكن للبلد استخدام مستوى أعلى، وحتى إذا كانت *المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية* لا تمثل فئة رئيسية، وبالأخص في حالة احتمال حدوث تغيرات في الإدارة.

المستوى 2

يسمح المستوى 2 بتقدير التغيرات في الكتلة الحيوية نتيجة ممارسات الإدارة. وهناك طريقتان يمكن استخدامها لتقدير التغير في مخزون الكربون بالكتلة الحيوية.

طريقة الاكتساب-الفقد (راجع المعادلة 2-7 في الفصل 2): تتضمن هذه الطريقة تقدير مساحة المروج الطبيعية وفقا لفئات الإدارة ومتوسط النمو والفقد السنوي في مخزون الكتلة الحيوية. وهو ما يتطلب تقدير مساحة *المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية* وفقا للمناطق المناخية، أو

طريقة الفرق في المخزون (راجع المعادلة 2-8 في الفصل 2): تتضمن طريقة الفرق في المخزون تقدير مساحة المروج الطبيعية وقيم مخزون الكتلة الحيوية عند نقطتين زمنيتين هما t_1 وt_2. ويتم الحصول على القيم المتوسطة السنوية للفرق في مخزون الكتلة الحيوية لعام الحصر عن طريق قسمة الفرق في المخزون على الفترة الزمنية (بالأعوام) الفاصلة بين عمليتي الحصر. وتعد هذه الطريقة ملائمة للبلدان التي تجرى بها عمليات حصر دورية، وهي تلائم بشكل أكثر البلدان التي تتبنى طرقا من المستوى 3. وقد لا تكون مناسبة على نحو جيد للمناطق التي تتسم بظروف مناخية متغيرة للغاية، كما قد تؤدي إلى نتائج زائفة ما لم يمكن القيام بعمليات حصر سنوية.

المستوى 3

تستخدم طرق المستوى 3 عندما يتوافر لدى البلدان معاملات انبعاث خاصة بالبلد وبيانات وطنية مؤثرة. وقد تكون المنهجية المحددة للبلد قائمة على عمليات الحصر المفصلة لمجموعات الأراضي الدائمة المستخدمة كعينة لأراضي المروج الطبيعية و/أو النماذج.

وفيما يتعلق بالمستوى 3، يجب على البلدان وضع المنهجيات والبارامترات الخاصة بها لتقدير التغيرات في الكتلة الحيوية. وهذه المنهجيات يمكن اشتقاقها من المعادلة 2-7 أو 2-8 أعلاه، أو قد تكون قائمة على مقتربات أخرى. وينبغي توثيق الطريقة التي المستخدمة على نحو واضح.

ويجب تحديد تقديرات مخزون الكربون في الكتلة الحيوية على المستوى الوطني كجزء من عملية حصر خاصة بالمروج الطبيعية، أو من النماذج على المستوى أو الوطني أو من برنامج حصر معني بغاز الاحتباس الحراري، مع المعاينة الدورية وفقا للمبادئ المحددة في المجلد 1. ويمكن أن تستخدم بيانات الحصر إلى جانب دراسات النماذج لتسجيل ديناميكيات كافة أحواض الكربون في المروج الطبيعية.

توفر طرق المستوى 3 تقديرات ذات مستوى أكبر من التيقن مقارنة بالمستويات الأدنى وتتضمن ارتباطاً أكبر بين أحواض الكربون الفردية. وتجدر الإشارة إلى أن بعض البلدان وضعت مصفوفات اضطراب تقدم نمطا لإعادة توزيع الكربون بين الأحواض المختلفة لكل نوع من الاضطراب.

6-2-1-2 اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة

تشتمل معاملات الانبعاث والإزالة المطلوبة لتقدير التغيرات في الكتلة الحيوية والتي تنتج من تغير الإدارة على معدل نمو الكتلة الحيوية، وفقد الكتلة الحيوية، ومعامل التوسيع للكتلة الحيوية تحت الأرض. وتستخدم معاملات الانبعاث والإزالة لتقدير النمو والفقد في الكتلة الحيوية نتيجة تعد الغطاء النباتي الخشبي الدائم على المروج الطبيعية، والتدهور الناتج عن الرعي الجائر وتأثيرات الإدارة الأخرى.

المستوى 1

يجب اختيار المستوى عندما لا توجد انبعاثات أو عمليات إزالة ذات حجم ملموس في *المروج الطبيعية التي تظل مروجًا طبيعية*. ويفترض المستوى 1 أن الكتلة الحيوية في كافة *المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية* ثابتة. وينبغي للبلدان التي تشهد تغيرات مؤثرة في إدارة المروج الطبيعية أو اضطرابات تطوير بيانات وطنية لتقدير هذا التأثير والإبلاغ عنه باستخدام منهجية المستوى 2 أو 3.

المستوى 2

من *الممارسة السليمة* أن يتم استخدام البيانات الخاصة بالبلد فيما يتعلق بمخزون الكربون في الكتلة الحيوية لفئات المروج الطبيعية المختلفة إلى جانب القيم الافتراضية، وذلك إذا كانت البيانات الخاصة بالبلد المعني أو المناطق الإقليمية غير متوافرة لبعض فئات المروج الطبيعية. ويمكن اشتقاق القيم الخاصة بالبلد للزيادة الصافية في الكتلة الحيوية، وكذلك عمليات الفقد من الأشجار الحية والأعشاب المحصودة إلى بقايا الحصاد ومعدلات التحلل، في حالة استخدام طريقة الاكتساب-الفقد، أو التغير الصافي في مخزون الكتلة الحيوية، في حالة استخدام طريقة الفرق في المخزون، يمكن اشتقاقها من البيانات الخاصة بالبلد مع مراعاة نوع المرج الطبيعي ومعدل استغلال الكتلة الحيوية وممارسات الحصاد والكمية الغطاء النباتي الذي يتعرض للتدمير أثناء عمليات الحصاد. وينبغي اشتقاق القيم الخاصة بالبلد لأنظمة الاضطراب من الدراسات العلمية.

قد يمثل تقدير الكتلة الحيوية تحت الأرض مكوناً هاماً من مسوح الكتلة الحيوية المعنية بالمروج الطبيعية غير أن القياسات الميدانية تعتبر مجهدة وصعبة. وبالتالي، يتم في الغالب استخدام معاملات توسيع لتقدير الكتلة الحيوية تحت الأرض من الكتلة الحيوية فوق الأرض. وقد أدت عمليات التلاؤم للحرائق والرعي إلى نسب أعلى للمجموع الجذري إلى الخضري مقارنة بالعديد من الأنظمة الحيوية الأخرى، وبالتالي لا يمكن تطبيق معاملات توسيع الكتلة الحيوية من الأنظمة الحيوية غير الموزعة دون تعديل. وتتباين نسب المجموع الجذري إلى الخضري على نحو كبير على مستوى الأنواع الفردية (على سبيل المثال، Anderson *et al.*, 1972) والمجتمعات النباتية (على سبيل المثال، Jackson *et al.*, 1996; Cairns *et al.*, 1997). ومن هنا، يوصى أن تُستخدم، إلى أبعد حد ممكن، نسب المجموع الجذري إلى الخضري المشتقة تجريبيا والخاصة بمنطقة محددة أو نوع غطاء نباتي معين. يقدم الجدول 6-1 نسب المجموع الجذري إلى الخضري الافتراضية (لكافة أنواع الغطاء النباتي) للأنظمة الحيوي في المروج الطبيعية في المناطق المناخية الرئيسية للعالم (المناطق المناخية للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ مأخوذة من الملحق 3أ-5). ويمكن استخدام القيم الواردة في الجدول كقيم افتراضية عندما لا تتوافر لدى البلدان معلومات محددة بشكل أكبر لوضع نسب خاصة بالبلد. كما تم تضمين نسب المشجرات/السافانا والجنبات للاستخدام من قبل البلدان التي تقوم بإدراج هذه الأراضي ضمن قسم المروج الطبيعية في عمليات الحصر الخاصة بها.

الجدول 6-1
معاملات التوسيع الافتراضية الخاصة بنسبة الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى فوق الأرض (R) للأنظمة الحيوية الكبرى في المروج الطبيعية بالعالم

فئة استخدام الأراضي	نوع النبات	المنطقة المناخية التقريبية وفقا لتصنيف الهيئة[1]	R [طن مادة جافة كتلة حيوية تحت الأرض (طن مادة جافة كتلة حيوية فوق الأرض)]	n	الخطأ[2]

المروج الطبيعية	مروج طبيعية من السهوب/التندرا/البراري	شمالية – جافة ومطيرة معتدلة باردة - مطيرة معتدلة دافئة - مطيرة	4.0	7	± 150%
	مروج طبيعية شبه جافة	معتدلة باردة - جافة معتدلة دافئة – استوائية جافة - جافة	2.8	9	± 95%
	مروج طبيعية استوائية/شبه استوائية	استوائية – رطبة ومطيرة	1.6	7	± 130%
أخرى	المشجرات/السافانا		0.5	19	± 80%
	الجنبات		2.8	9	± 144%

[1] تم تصنيف بيانات المصدر حسب أنواع المجال الحيوي للمروج الطبيعية وبالتالي فإن التوافق مع المناطق المناخية للهيئة يعتبر على وجه التقريب.
[2] تقديرات معطاة باعتبارها ضعف الانحراف المعياري، كنسبة مئوية من المتوسط.

المستوى 3

تتكون مقتربات المستوى 3 من استخدام مجموعة من النماذج الديناميكية وقياسات الحصر للتغيرات في مخزون الكتلة الحيوية. وهذا المقترب لا يستخدام معاملات تغير المخزون أو الانبعاث البسيطة *في حد ذاتها*. وتشتق تقديرات الانبعاثات/الإزالة باستخدام المقتربات القائمة على النموذج من تفاعل معادلات متعددة تقوم بتقدير التغير الصافي في مخزون الكتلة الحيوية داخل النماذج. ويمكن استخدام النماذج، إلى جانب تقديرات المخزون القائمة على المعاينة الدورية والمماثلة لتلك التقديرات المستخدمة في عمليات الحصر المفصلة للأحراج، لتقدير تغيرات المخزون أو المدخلات والمخرجات كما هو الحال في المستوى 2 من أجل القيام باستقراء مكاني لمساحات المروج الطبيعية. على سبيل المثال، يمكن استخدام نماذج النمو المحققة الخاصة بالأنواع والتي تشتمل على تأثيرات الإدارة مثل كثافة الرعي والحرائق والتخصيب، إلى جانب البيانات المناظرة حول أنشطة الإدارة، لتقدير التغيرات الصافية في مخزون كربون الكتلة الحيوية في المروج الطبيعية بمرور الوقت.

3-1-2-6 اختيار بيانات الأنشطة

تتألف بيانات الأنشطة من مساحات *المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية*، والتي يتم تلخصيها حسب أنواع المروج الطبيعية الرئيسية، وممارسات الإدارة وأنظمة الاضطراب. ويجب تحديد مساحات المروج الطبيعية الإجمالية وفقا للمقتربات المحددة في الفصل 3 ويجب أن تتوافق مع تلك المساحات المبلغ عنها في الأقسام الأخرى من هذا الفصل، وبالأخص في أقسام كربون المادة العضوية الميتة وكربون التربة من *المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية*. ويسهل تقدير التغيرات في الكتلة الحيوية على نحو كبير في حالة إمكانية استخدام هذه المعلومات إلى جانب بيانات التربة والمناخ الوطنية، وعمليات حصر الغطاء النباتي والبيانات الفيزيائية الحيوية الأخرى.

6-2-1-4 خطوات الحساب في المستويين 1 و2

فيما يلي ملخص بالخطوات اللازمة لتقدير التغير في مخزون الكربون في الكتلة الحيوية (ΔC_B)

المستوى 1
في حالة اختيار البلدان لاستخدام مقترب من المستوى 1، لا تكون هناك حاجة إلى إجراءات إضافية، إذ يفترض أن النظام الحيوي في حالة ثابتة، ولا يتوقع حدوث تغيرات في مخزون الكربون. وبالتالي، لا توجد ورقة عمل للكتلة الحيوية.

المستوى 2 (طريقة الاكتساب-الفقد – المعادلة 2-7 في الفصل 2)
الخطوة 1: تحدد فئات المروج الطبيعية التي سيتم استخدامها في التقدير والمساحات التمثيلية. وتتألف الفئات من تعريفات لنوع المرج الطبيعي (على سبيل المثال، مقسماً حسب المنطقة المناخية وتركيب الأنواع) وحالة أو إدارة هذا النوع [على سبيل المثال، "براري أعشاب طويلة متدهورة" (الولايات المتحدة، كندا) أو "حقول رعي خالية" (البرازيل)] وتجدر الإشارة إلى أنه يجب الحصول على بيانات المساحة باستخدام الطرق الموضحة في الفصل 3.

الخطوة 2: تحديد الزيادة في الكتلة الحيوية والفقد في الكتلة الحيوية الخشبية (باستخدام المعادلتين 2-9 و2-11) لكل طبقة واستخدام القيم الناتجة في تقدير التغير الصافي الكتلة الحيوية (باستخدام المعادلة 2-7). وفي حالة توافر البيانات للكتلة الحيوية فوق الأرض فقط، يمكن للبلدان استخدام معاملات توسيع الكتلة الحيوية لاستخراج نسب الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى فوق الأرض بما يمكن من تقدير جزء الكتلة الحيوية تحت الأرض من الكتلة الحيوية الإجمالية. بعد ذلك، يتم ضرب التغير في الكتلة الحيوية في محتوى الكربون في الكتلة الحيوية الجافة. وتستخدم قيمة افتراضية تبلغ 0.50 طن كربون لكل طن كتلة حيوية (وزن جاف). ويمكن لمقترب من المستوى 2 أن يستخدم معاملات التوسيع الافتراضية المقدمة في الجدول 6-1 لتقدير الكتلة الحيوية تحت الأرض عندما لا تكون المعاملات الخاصة بالبلد متاحة.

الخطوة 3: تحديد متوسط الزيادة في الكتلة الحيوية والفقد في الكتلة الحيوية العشبية واستخدام القيم الناتجة في تقدير التغير الصافي الكتلة الحيوية باستخدام المعادلة 2-7. ويمكن وضع مقترب قائم على المعادلتين 2-9 و2-11 فيما يخص الكتلة الحيوية العشبية. وفي حالة توافر بيانات الكتلة الحيوية فوق الأرض فقط، يمكن للبلدان استخدام معاملات التوسيع للكتلة الحيوية لاستخراج نسب الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى فوق الأرض بما يمكن من تقدير جزء الكتلة الحيوية تحت الأرض من الكتلة الحيوية الإجمالية. بعد ذلك، يتم ضرب التغير في الكتلة الحيوية في محتوى الكربون في الكتلة الحيوية الجافة. وتُستخدم قيمة افتراضية تبلغ 0.47 طن كربون لكل طن كتلة حيوية (وزن جاف). وتختلف هذه القيمة الافتراضية عن تلك القيمة الواردة في *إرشادات الممارسات السليمة المتصلة باستخدام الأراضي وتغير استخدام الأراضي والحراجة* (IPCC, 2003)، غير أنها تعد أكثر واقعية بالنسبة للكتلة الحيوية العشبية. ويتطلب استخدام مقترب من المستوى 3 معاملات توسيع خاصة بالبلد أو النظام الحيوي. ويمكن لمقترب من المستوى 2 أن يستخدم معاملات التوسيع الافتراضية المقدمة في الجدول 6-1 لتقدير الكتلة الحيوية تحت الأرض في حالة عدم توافر المعاملات الخاصة بالبلد.

الخطوة 4: في حالة حساب الزيادة الفقد على أساس كل مساحة، يجب تقدير التغير الإجمالي في مخزون كربون الكتلة الحيوية لكل فئة عن طريق ضرب المساحة التمثيلية لكل فئة في التغير الصافي في الكتلة الحيوية لهذه الفئة. وفي غير ذلك، يجب الاستمرار إلى الخطوة 5.

الخطوة 5: تقدير التغير الإجمالي الصافي في مخزون الكربون في الكتلة الحيوية عن طريق استخراج مجموع قيم التغير الصافي في الكتلة الحيوية العشبية والخشبية الدائمة.

المستوى 2 (طريقة الفرق في المخزون – المعادلة 2-8 في الفصل 2
الخطوة 1: تماثل ما هو متبع في طريقة الاكتساب-الفقد (راجع أعلاه).

الخطوة 2: تحديد الفترة الزمنية الفاصلة للحصر، ومتوسط الكتلة الحيوية الخشبية في الحصر الأولي (**t_1**) ومتوسط الكتلة الحيوية الخشبية في الحصر النهائي (t_2). استخدام هذه القيم في تقدير التغير السنوي الصافي في الكتلة الحيوية الخشبية (المعادلة 2-8). وفي حالة توافر البيانات للكتلة الحيوية فوق الأرض فقط، يمكن للبلدان استخدام معاملات التوسيع للكتلة الحيوية لنسب الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى فوق الأرض (R) لتقدير جزء الكتلة الحيوية تحت الأرض من الكتلة الحيوية الإجمالية. بعد ذلك، يتم ضرب التغير في الكتلة الحيوية في محتوى الكربون في الكتلة الحيوية الجافة. وتُستخدم قيمة افتراضية تبلغ 0.50 طن كربون لكل طن كتلة حيوية (وزن جاف). ويتطلب استخدام مقترب من المستوى 3 معاملات توسيع خاصة بالبلد أو النظام الحيوي. ويمكن لمقترب من المستوى 2 أن يستخدم معاملات التوسيع الافتراضية المقدمة في الجدول 6-1 لتقدير الكتلة الحيوية تحت الأرض أو معاملات توسيع خاصة بالبلد أو بالنظام الحيوي، إذا كان ذلك متاحاً. وينبغي ملاحظة أن قيم R في الجدول 6-1 هي قيم للنظام الحيوي ككل. وبالتالي، فإنه يجب لاستخدام هذه القيم القيام أولا بجمع الكتلة الحيوية العشبية والخشبية فوق الأرض ثم ضربها في قيمة R للحصول على قيمة الكتلة الحيوية تحت الأرض.

الخطوة 3: تحديد الفترة الزمنية الفاصلة للحصر، ومتوسط الكتلة الحيوية العشبية في الحصر الأولي (**Ct1**) ومتوسط الكتلة الحيوية العشبية في الحصر النهائي (**Ct_2**). استخدام هذه القيم، وقيمة الفترة الزمنية الفاصلة للحصر، لتقدير التغير الصافي السنوي في الكتلة الحيوية العشبية (المعادلة 2.8). وفي حالة توافر البيانات للكتلة الحيوية فوق الأرض فقط، يمكن للبلدان استخدام معاملات توسيع الكتلة الحيوية لاستخراج نسب الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى فوق الأرض بما يمكن من تقدير جزء الكتلة تحت الأرض من الكتلة الحيوية الإجمالية. بعد ذلك، يتم ضرب التغير في الكتلة الحيوية في محتوى الكربون في الكتلة الحيوية الجافة. والقيم الافتراضية هي 0.47 طن كربون لكل طن كتلة حيوية (وزن جاف). وتختلف هذه القيم الافتراضية عن تلك القيمة الواردة في *إرشادات الممارسات السليمة المتصلة باستخدام الأراضي وتغير استخدام الأراضي والحراجة* (IPCC, 2003)، غير أنها تعد أكثر واقعية بالنسبة للكتلة الحيوية العشبية. ويتطلب استخدام مقترب من المستوى 3 إلى معاملات توسيع خاصة بالبلد أو النظام الحيوي. ويمكن لمقترب من المستوى 2 أن يستخدم معاملات التوسيع الافتراضية المقدمة في الجدول 6-1 لتقدير الكتلة الحيوية تحت الأرض في حالة عدم توافر معاملات خاصة بالبلد.

الخطوة 4: تقدير التغير الإجمالي في مخزون كربون الكتلة الحيوية لكل فئة باستخدام المعادلة 2-8.

الخطوة 5: تقدير التغير الإجمالي الصافي في مخزون الكربون في الكتلة الحيوية عن طريق جمع قيم التغير الصافي في الكتلة الحيوية العشبية والخشبية الدائمة.

5-1-2-6 تقدير عدم التيقن

يناقش هذه القسم أوجه عدم التيقن الخاصة بالمصدر فيما يتصل بالتقديرات التي تم القيام بها لكربون الكتلة الحيوية في *المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية*. وهناك مصدران لعدم التيقن في عمليات حصر الكربون: (1) أوجه عدم التيقن في بيانات استخدام وإدارة الأراضي والبيانات البيئية، و(2) أوجه عدم التيقن في الزيادة والفقد في الكربون وقيم مخزون الكربون ومعامل التوسيع في معاملات تغير المخزون/الانبعاث بالنسبة للمقتربات من المستوى 2، وأوجه عدم التيقن في تركيب النموذج/خطأ البارامترات بالنسبة لمقتربات المستوى 3 القائمة على النماذج، أو خطأ القياس/تغيرية المعاينة المقترنة بعمليات الحصر القائمة على القياسات في المستوى 3. وبصفة عامة، تزداد دقة الحصر وتضيق نطاقات الثقة مع كثافة المعاينة الأكبر لتقدير القيم لكل فئة، فيما يرجح أن يتم الحد من التحيز (أي تحسن الدقة) من خلال تطوير حصر باستخدام مستوى أعلى يعمل على دمج المعلومات الخاصة بالبلد المعني. وتجدر الإشارة إلى أنه يجب حساب تقديرات الخطأ (أي الانحرافات المعيارية أو الخطأ المعياري أو نطاقات الخطأ) لكل فترة من الفترات الخاصة بالبلد والمستخدمة في تقدير أساسي لعدم التيقن.

ويكون على القائم بعملية الحصر التعامل مع أوجه عدم التيقن في بيانات الاستخدام والإدارة ثم إضافتها بعد ذلك إلى أوجه عدم التيقن المقترنة بالمعاملات الافتراضية والقيم المرجعية للمخزون باستخدام الطريقة المناسبة، مثل المعادلات البسيطة لتوليد الخطأ. وبالنسبة لطرق المستوى 2، يتم الاستعانة بالمعلومات الخاصة بالبلد في تحليل الحصر لأغراض الحد من التحيز. ومن *الممارسة السليمة* أن يتم تقييم حالات التبعية بين المعاملات والقيم المرجعية لمخزون الكربون وبيانات أنشطة استخدام وإدارة الأراضي. وبالأخص، تكون حالات التبعية القوية سمة عامة في بيانات أنشطة استخدام وإدارة الأراضي نظرا لأن ممارسات الإدارة تميل للترابط في الزمن والمكان. ويمكن جمع أوجه عدم التيقن في معاملات تغير المخزون/الانبعاث والقيم المرجعية للمخزون وبيانات الأنشطة باستخدام طرق مثل معادلات توليد الخطأ البسيطة، أو إجراءات مونت كارلو من أجل تقدير المتوسطات والانحرافات المعيارية للتغير في مخزون كربون التربة (Ogle *et al*., 2003; Vanden Bygaart *et al*., 2004).

وتعد نماذج المستوى 3 أكثر تعقيداً وقد لا تكون معادلات توليد الخطأ البسيطة فعالة في التحديد الكمي لعدم التيقن في التقديرات الناتجة. ويمكن استخدام تحليلات مونت كارلو (Smith and Heath, 2001)، غير أنه قد يصعب تطبيقها إذا كان للنموذج معاملات كثيرة (بعض النماذج قد يكون بها عدة مئات من البارامترات) نظرا لأن دوال توزيع الاحتمالية المشتركة يجب بناؤها بما يعمل على التحديد الكمي للتباين وكذلك التباين المشترك بين المعاملات. وهناك طرق أخرى متاحة مثل المقتربات القائمة على التجريب (Monte *et al.*, 1996) والتي تعتمد على القياسات من شبكة رصد من أجل التقييم الإحصائي للعلاقة بين النتائج المحصلة من القياسات وتلك المحصلة من النماذج (Falloon and Smith, 2003). وعلى النقيض من إعداد النماذج، يمكن تحديد أوجه عدم التيقن في عمليات الحصر القائمة على القياسات بالمستوى 3 مباشرة من تباين العينة وخطأ القياس المقدر ومصادر عدم التيقن الأخرى ذات الصلة.

أوجه عدم التيقن المقترنة بمعامل التوسيع

يمكن استخدام تقديرات عدم التيقن الافتراضية المقدمة في الجدول 6-1 فيما يخص عدم التيقن بالنسبة لمعاملات توسيع الكتلة الحيوية تحت الأرض. وتعتبر أوجه عدم التيقن المقترنة بمعاملات التوسيع لمحتوى الكربون في الكتلة الحيوية الخشبية والعشبية صغيرة نسبيا، وتتراوح بين 2 إلى 6 في المائة. وفيما يتعلق بتقديرات المستويين 2 و3، يتم استخدام البيانات المشتقة على مستوى البلد أو المناطق الإقليمية. وقد تشتمل قيم مخزون الكربون المرجعية ومعاملات تغير المخزون هذه على أوجه عدم تيقن متأصلة عالية، وبالأخص التحيز، عند تطبيقها على بلدان معينة. وتمثل القيم الافتراضية قيم متوسطة لتأثيرات استخدام الأراضي والإدارة أو قيم مخزون مرجعية قد تختلف عن القيم الخاصة بالموقع. ومن *الممارسة السليمة* أن تقوم البلدان بتحديد أوجه عدم التيقن للمعاملات الافتراضية التي تستخدمها فيما يتعلق بالكتلة الحيوية فوق الأرض وتحت الأرض.

أوجه عدم التيقن المقترنة ببيانات الأنشطة

يجب الحصول على بيانات المساحة وتقديرات عدم التيقن باستخدام الطرق الواردة في الفصل 3. كما يمكن أن تستخدم المقتربات من المستويين 2 و3 بيانات أنشطة ذات استبانة أعلى، مثل تقديرات المساحة للمناطق المناخية المختلفة أو لأنظمة إدارة المروج الطبيعية داخل الحدود الوطنية. وتؤدي البيانات ذات الاستبانة الأعلى إلى الحد من مستويات عدم التيقن عندما تقترن بمعاملات تراكم الكربون المحددة لقواعد البيانات ذات النطاق الأصغر. وفي حالة استخدام الإحصائيات الإجمالية لمساحة استخدام الأراضي بالنسبة لبيانات الأنشطة (بيانات الفاو، على سبيل المثال)، فقد يكون على الهيئة القائمة بالحصر استخدام مستوى افتراضي من عدم التيقن فيما يخص تقديرات مساحة الأراضي (± 50%). ورغم ذلك، فإن *الممارسة السليمة* تستلزم من القائم بالحصر اشتقاق أوجه عدم التيقن من بيانات الأنشطة الخاصة بالبلد المعني بدلا من استخدام مستوى افتراضي. وبالنسبة للمستويين 2 و3، فإن استخدام بيانات الأنشطة ذات الاستبانة الأعلى (مثل تقديرات المساحة للأقاليم المناخية المختلفة أو لأنظمة إدارة المروج الطبيعية داخل الحدود الوطنية) من شأنه أن يفضي إلى الحد من مستويات عدم التيقن عندما يتم تقسيم كافة البارامترات اللازمة لزيادة/فقد الكربون على نحو ملائم. ويمكن تحسين أوجه عدم التيقن في إحصائيات أنشطة استخدام الأراضي من خلال نظام وطني أفضل، مثل وضع أو توسيع مسح أرضي يتضمن مواقع معاينة إضافية و/أو الاستعانة بأنظمة الاستشعار عن بعد لتوفير تغطية إضافية. ويعتبر تصميم نظام تصنيف يستوعب غالبية أنشطة استخدام وإدارة الأراضي مع حجم عينة كاف للحد من عدم التيقن على المستوى الوطني من *الممارسة السليمة*.

2-2-6 المادة العضوية الميتة

تم تقديم طرق لتقدير تغيرات مخزون الكربون المقترنة بأحواض المادة العضوية الميتة (DOM) لنوعين من أحواض المادة العضوية الميتة: (1) الخشب الميت و(2) الفرش الحرجي. ويقدم الفصل 1 من هذا التقرير تعريفات مفصلة لهذه الأحواض

يعد حوض الخشب الميت حوضاً متنوعاً يصعب قياسه في الميدان ويكون مقترنا بأوجه عدم تيقن فيما يخص معدلات التحويل إلى فرش حرجي أو تربة أو انبعاثات إلى الغلاف الجوي. وتعتمد كميات الخشب الميت على توقيت الاضطراب الأخير ومقدار المدخلات (الوفيات) في وقت الاضطراب، ومعدلات الوفيات الطبيعية، ومعدلات التحلل والإدارة.

ويمثل تراكم الفرش الحرجي دالة للمقدار السنوي من السقوط الحرجي، والذي يشمل كافة الأوراق، والأغصان، والفروع الصغيرة، والثمار، والأزهار واللحاء، مطروحا منه المعدل السنوي لتحلل هذه المدخلات. وتتأثر كمية الفرش الحرجي كذلك بالوقت المنقضي منذ أخر اضطراب ونوع هذا الاضطراب. كما تؤدي ممارسات الإدارة إلى تغيير خصائص الفرش الحرجي، غير أن هناك القليل من الدراسات التي توثق على نحو واضح تأثيرات الإدارة على كربون الفرش الحرجي.

6-2-2-1 اختيار الطريقة

يتطلب تقدير التغيرات في مخزون الكربون بالمادة العضوية الميتة تقدير التغيرات في المخزون بحوضي الخشب الميت والفرش الحرجي (راجع المعادلة 2-17 في الفصل 2). تقدم شجرة القرار في الشكل 1-2 بالفصل 2 إرشادات للمساعدة في اختيار المستوى المناسب لتطبيق إجراءات التقدير.

ويعامل حوضي الخشب الميت والفرش الحرجي كل على حدة، غير أنه يتم استخدام الطريقة نفسها لتقديرات التغيرات بكل منهما.

المستوى 1

تفترض طريقة المستوى 1 أن مخزون الكربون في أحواض الخشب الميت والفرش الحرجي في حالة توازن، ومن ثم فليست هناك حاجة لتقدير التغيرات في مخزون الكربون لهذه الأحواض. ولذا، لم يتم تقديم أية أوراق عمل للمادة العضوية الميتة في *المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية*. ويجدر بالبلدان التي تشهد تغيرات كبيرة في أنواع المروج الطبيعية أو الاضطرابات أو أنظمة الإدارة في المروج الطبيعية بها أن تضع بيانات وطنية للتحديد الكمي لهذه التأثيرات والإبلاغ عنها باستخدام منهجيات المستوى 2 أو 3.

المستويان 2 و3

يسمح كل من المستويين 2 و3 بحساب التغيرات في كربون الخشب الميت والفرش الحرجي نتيجة ممارسات الإدارة. وهناك طريقتان يمكن استخدامهما لتقدير التغير في مخزون الكربون بالمادة العضوية الميتة.

طريقة الاكتساب-الفقد (المعادلة 2-18 في الفصل 2): تتضمن هذه الطريقة تقدير مساحة فئات إدارة المروج الطبيعية والمتوسط السنوي للتحويل إلى ومن مخزون الخشب الميت والفرش الحرجي. ويتطلب هذا: (1) تقدير مساحة *المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية* وفقا للمناطق المناخية، أو الإيكولوجية المختلفة، أو أنواع المروج الطبيعية، أو نظام الاضطراب، أو نظام الإدارة أو المعاملات الأخرى التي تؤثر بشكل ملموس على أحواض كربون الخشب الميت والفرش الحرجي، و(2) كمية الكتلة الحيوية المحولة إلى حوضي الخشب الميت والفرش الحرجي و(3) كمية الكتلة الحيوية المحولة من كلا الحوضين لكل هكتار وفقا لأنواع المروج الطبيعية المختلفة.

طريقة الفرق في المخزون (المعادلة 2-19 في الفصل 2): تتضمن هذه الطريقة تقدير مساحة المروج الطبيعية ومخزون حوضي الخشب الميت والفرش الحرجي عند نقطتين زمنيتين هما t_1 وt_2. ويتم الحصول على التغير في مخزون كربون حوضي الخشب الميت والفرش الحرجي لعام الحصر عن طريق قسمة التغير في المخزون على الفترة (بالسنوات) الفاصلة بين القياسين. وتناسب طريقة الفرق في المخزون البلدان التي تقوم بإجراء عمليات حصر دورية للمروج الطبيعية. وقد لا تكون مناسبة على نحو جيد للمناطق التي تتسم بظروف مناخية متغيرة للغاية، كما قد تؤدي إلى نتائج زائفة ما لم يمكن القيام بعمليات حصر سنوية. وهي أكثر ملاءمة للبلدان التي تتبنى طرق من المستوى 3. وتستخدم طرق المستوى 3 عندما يتوافر لدى البلدان معاملات انبعاث خاصة بالبلد وبيانات وطنية ملموسة. وقد تكون المنهجية الخاصة بالبلد قائمة على عمليات الحصر المفصلة لمجموعات الأراضي الدائمة المستخدمة كعينة لأراضي المروج الطبيعية و/أو النماذج.

6-2-2-2 اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة

جزء الكربون: يعتبر جزء الكربون من الخشب الميت والفرش الحرجي متغيراً ويعتمد على مرحلة التحلل. ويعد الخشب أقل تغيرا من الفرش الحرجي إلى حد بعيد ويمكن استخدام قيمة 0.50 طن كربون (طن مادة جافة) لجزء الكربون. وتتراوح قيم جزء الكربون للفرش الحرجي في المروج الطبيعية من 0.05 إلى 0.50 (Naeth *et al*., 1991; Kauffman *et al*., 1997)**.** وفي حالة عدم توافر البيانات الخاصة بالبلد أو النظام الحيوي، فإن يقترح استخدام قيمة 0.40 لجزء الكربون.

المستوى 1

لا تكون هناك حاجة إلى تقديرات معاملات الانبعاث/الإزالة، إذ يفترض المستوى 1 أن مخزون الكربون في المادة العضوية الميتة في كافة *المروج الطبيعية التي تظل مروجًا طبيعية* ثابتاً.

المستوى 2
من *الممارسة السليمة* أن يتم استخدام بيانات المادة العضوية الميتة الخاصة بالبلد لفئات المروج الطبيعية المختلفة إلى جانب القيم الافتراضية إذا كانت البيانات الخاصة بالبلد المعني أو المناطق الإقليمية غير متوافرة لبعض فئات المروج الطبيعية. ويمكن اشتقاق القيم الخاصة بالبلد المعني فيما يتعلق بتحويل الكربون من الأشجار الحية والأعشاب التي يتم حصادها إلى بقايا حصاد ومعدلات تحلل، في حالة استخدام طريقة الاكتساب-الفقد أو إلى تغير صاف في أحواض المادة العضوية الميتة، في حالة استخدام طريقة الفرق في المخزون، من معاملات التوسيع الوطنية مع مراعاة نوع المرج الطبيعي ومعدل استغلال الكتلة الحيوية وممارسات الحصاد وكمية الغطاء النباتي الذي يتعرض للتدمير أثناء عمليات الحصاد. وينبغي اشتقاق القيم الخاصة بالبلد لأنظمة الاضطراب من الدراسات العلمية.

المستوى 3
فيما يتعلق بالمستوى 3، يجب على البلدان وضع المنهجيات ومعاملات الانبعاثات الخاصة بها واللازمة لتقدير التغيرات في المادة العضوية الميتة. وقد تكون هذه المنهجيات مشتقة من كلتا الطريقتين الموضحتين أعلاه أو قد تكون قائمة على المقتربات الأخرى. وينبغي توثيق الطريقة المستخدمة على نحو واضح.

ويجب تحديد التقديرات المجزأة لكربون المادة العضوية الميتة على المستوى الوطني، كجزء من الحصر الوطني للمروج الطبيعية أو النماذج المعدة على المستوى الوطني، أو من برنامج مخصص لحصر غازات الاحتباس الحراري، مع عمليات معاينة دورية وفقا للمبادئ المحددة في الملحق 3أ-3 بالفصل 3. ويمكن أن تقترن بيانات الحصر بدراسات النماذج من أجل تسجيل ديناميكيات كافة أحواض الكربون في المروج الطبيعية.

توفر طرق المستوى 3 تقديرات ذات مستوى أكبر من التيقن مما توفره المستويات الأدنى وتتضمن روابط أكبر بين أحواض الكربون الفردية. وتجدر الإشارة إلى أن بعض البلدان وضعت مصفوفات اضطراب (راجع الجدول 2-1 بالفصل 2) تقدم نمطاً لإعادة توزيع الكربون بين الأحواض المختلفة لكل نوع من أنواع الاضطراب. وتمثل معدلات التحلل إحدى البارامترات الهامة الأخرى في حساب كربون المادة العضوية باستخدام النماذج، وقد تتباين وفقا لنوع الخشب وظروف المناطق المناخية الصغرى وإجراءات إعداد الموقع (على سبيل المثال، الحرق الخاضع للسيطرة أو حرق الكومات).

6-2-2-3 اختيار بيانات الأنشطة

تتألف بيانات الأنشطة من مساحات *المروج الطبيعية التي تظل مروجاً طبيعية* والتي يتم تلخصيها وفقاً لأنواع المروج الطبيعية الرئيسية وممارسات الإدارة وأنظمة الاضطراب. ويجب أن تكون المساحات الإجمالية للمروج الطبيعية متسقة مع المساحات المبلغ عنها في الأقسام الأخرى بهذا الفصل، وبالأخص في قسم الكتلة الحيوية من *المروج الطبيعية التي تظل مروجاً طبيعية*. ويكون من السهل تقدير التغيرات في الكتلة الحيوية على نحو كبير في حالة إمكانية استخدام هذه المعلومات إلى جانب بيانات التربة والمناخ الوطنية، وعمليات حصر الغطاء النباتي والبيانات الجيوفيزيائية الأخرى. *وتجدر الإشارة إلى أنه يجب الحصول على بيانات المساحة باستخدام الطرق الموضحة في الفصل 3.*

6-2-2-4 خطوات الحساب في المستويين 1 و2

فيما يلي ملخص للخطوات المتبعة لتقدير التغير في مخزون الكربون بأحواض المادة العضوية الميتة:

المستوى 1
بعد اختيار الإبلاغ عن هذه الفئة باستخدام مقترب من المستوى 1، لا يكون هناك حاجة للقيام بأي عمل إضافي نظرا للافتراض بأن النظام الحيوي يكون في حالة ثابتة، ولا توجد أية تغيرات متوقعة في مخزونات كربون الخشب الميت والفرش الحرجي.

المستوى 2 (طريقة الاكتساب-الفقد) – المعادلة 2-18 في الفصل 2
يتم تناول حوضي المادة العضوية الميتة (الخشب الميت والفرش الحرجي) كل على حدة، غير أنه يتم استخدام الطريقة نفسها في تقدير التغيرات بكل منهما.

الخطوة 1: تحديد فئات المروج الطبيعية التي سيتم استخدامها في التقدير والمساحات التمثيلية.

الخطوة 2: تحديد معدلات المدخلات والمخرجات للخشب الميت والفرش الحرجي بالنسبة للأحواض المعنية. تحديد قيم من عمليات الحصر أو الدراسات العملية فيما يخص متوسط مدخلات ومخرجات حوض الخشب الميت أو الفرش الحرجي لكل فئة. ولا توجد معاملات افتراضية فيما يخص مدخلات ومخرجات هذه الأحواض، وبالتالي ينبغي على البلدان استخدام البيانات المتاحة محلياً. حساب التغير الصافي أحواض المادة العضوية الميتة عن طريق طرح قيمة المخرجات من قيمة المدخلات. تشير القيم السالبة إلى انخفاض صاف في المخزون.

الخطوة 3: تحديد التغير الصافي في مخزون المادة العضوية الميتة لكل فئة عن طريق طرح قيمة المخرجات من قيمة المدخلات. تحويل التغير الصافي في مخزون الكتلة الحيوية بالمادة العضوية الميتة إلى مخزون كربون لكل فئة بالضرب في جزء الكربون. وتُستخدم قيمة افتراضية تبلغ 0.50 طن كربون (طن مادة جافة) للخشب الميت و0.40 طن كربون (طن مادة جافة) للفرش الحرجي. ويتطلب استخدام مقترب من المستوى 2 معاملات لمعدل تغير المخزون خاصة بالبلد أو النظام الحيوي.

الخطوة 4: تحديد التغير الكلي في أحواض كربون المادة العضوية الميتة لكل فئة عن طريق ضرب المساحة التمثيلية لكل فئة في التغير الصافي في مخزون الكربون بالمادة العضوية الميتة لهذه الفئة.

الخطوة 5: تقدير التغير الإجمالي في مخزون الكربون في المادة العضوية الميتة عن طريق استخراج مجموع التغيرات الإجمالية في المادة العضوية الميتة عبر كافة الفئات.

المستوى 2 (طريقة الفرق في المخزون) – المعادلة 2-19 في الفصل 2
يجب تناول كل حوض من حوضي المادة العضوية الميتة على نحو منفصل غير أن الطريقة المستخدمة مع كل منهما تعتبر واحدة.

الخطوة 1: تحديد فئات المروج الطبيعية التي سيتم استخدامها في التقدير والمساحات التمثيلية.

الخطوة 2: تحديد التغير الصافي في مخزون المادة العضوية الميتة لكل فئة. من بيانات الحصر، حدد الفاصل الزمني للحصر، ومتوسط مخزون المادة العضوية الميتة عند الحصر الأولي **(t_1)** ومتوسط مخزون المادة العضوية الميتة عند الحصر النهائي **(t_2)**. استخدام هذه القيم في حساب التغير السنوي الصافي في مخزون المادة العضوية الميتة وذلك بطرح قيمة مخزون المادة العضوية الميتة عند النقطة t_1 من قيمة مخزون المادة العضوية الميتة عن النقطة t_2 وقسمة الفرق على الفترة الزمنية الفاصلة بين القياسين (المعادلة 2-19). وتشير القيمة السالبة إلى انخفاض في مخزون المادة العضوية الميتة.

الخطوة 3: تحديد التغير الصافي في مخزون كربون المادة العضوية الميتة لكل فئة، ثم تحديد التغير الصافي في مخزون الكربون في المادة العضوية الميتة عن طريق ضرب التغير الصافي مخزون المادة العضوية الميتة لكل فئة في جزء الكربون للمادة العضوية الميتة. ويتطلب استخدام مقترب من المستوى 2 معاملات توسيع خاصة بالبلد أو النظام الحيوي.

الخطوتان 4 و5 على نحو مماثل لما هو متبع في طريقة الاكتساب-الفقد.

6-2-2-5 تقدير عدم التيقن

يناقش هذا القسم أوجه عدم التيقن المقترنة بالمصدر فيما يتصل بالتقديرات التي تم القيام بها للمادة العضوية الميتة في *المروج الطبيعية التي تظل مروجًا طبيعية*. هناك مصدران لعدم التيقن في عمليات حصر الكربون: (1) أوجه عدم التيقن في بيانات استخدام وإدارة الأراضي والبيانات البيئية، و(2) أوجه عدم التيقن في الزيادة والفقد في الكربون وقيم مخزون الكربون ومعامل التوسيع في معاملات تغير المخزون/الانبعاث بالنسبة للمقتربات من المستوى 2، وأوجه عدم التيقن في تركيب النموذج/خطأ البارامترات بالنسبة لمقتربات المستوى 3 القائمة على النماذج، أو خطأ القياس/تغيرية المعاينة المقترنة بعمليات الحصر القائمة على القياسات في المستوى 3. وبصفة عامة، تزداد دقة الحصر وتضيق نطاقات الثقة مع كثافة المعاينة الأكبر لتقدير القيم لكل فئة، فيما يرجح أن يتم الحد من التحيز (أي تحسن الدقة) من خلال تطوير حصر باستخدام مستوى أعلى يعمل على دمج المعلومات الخاصة بالبلد المعني. وتجدر الإشارة إلى أنه يجب حساب تقديرات الخطأ (أي الانحرافات المعيارية أو الخطأ المعياري أو نطاقات الخطأ) لكل فترة من الفترات الخاصة بالبلد والمستخدمة في تقدير أساسي لعدم التيقن.

ويكون على القائم بعملية الحصر التعامل مع أوجه عدم التيقن في بيانات الاستخدام والإدارة ثم إضافتها بعد ذلك إلى أوجه عدم التيقن المقترنة بالمعاملات الافتراضية والقيم المرجعية للمخزون باستخدام الطريقة المناسبة، مثل المعادلات البسيطة لتوليد الخطأ. وبالنسبة لطرق المستوى 2، يتم الاستعانة بالمعلومات الخاصة بالبلد في تحليل الحصر لأغراض الحد من التحيز. ومن *الممارسة السليمة* أن يتم تقييم حالات التبعية بين المعاملات والقيم المرجعية لمخزون الكربون وبيانات أنشطة استخدام وإدارة الأراضي. وبالأخص، تكون حالات التبعية القوية سمة عامة في بيانات أنشطة استخدام وإدارة الأراضي حيث تميل ممارسات الإدارة للترابط في الزمان والمكان. ويمكن جمع أوجه عدم التيقن في معاملات تغير المخزون/الانبعاث والقيم المرجعية للمخزون وبيانات الأنشطة باستخدام طرق مثل معادلات توليد الخطأ البسيطة أو إجراءات مونت كارلو من أجل تقدير المتوسطات والانحرافات المعيارية للتغير في مخزون الكربون في المادة العضوية الميتة (Ogle *et al*., 2003; Vanden Bygaart *et al*., 2004).

وتعد نماذج المستوى 3 أكثر تعقيدا وقد لا تكون معادلات توليد الخطأ البسيطة فعالة في التحديد الكمي لعدم التيقن في التقديرات الناتجة. ويمكن استخدام تحليلات مونت كارلو (Smith and Heath, 2001)، غير أنه قد يصعب تطبيقها إذا كان للنموذج معاملات كثيرة (بعض النماذج قد يكون بها عدة مئات من البارامترات) نظرا لأن دوال توزيع الاحتمالية المشتركة يجب بناؤها بما يعمل على التحديد الكمي للتباين وكذلك التباين المشترك بين المعاملات. وهناك طرق أخرى متاحة مثل المقتربات القائمة على التجريب (Monte *et al.*, 1996) والتي تعتمد على القياسات من شبكة رصد من أجل التقييم الإحصائي للعلاقة بين النتائج المحصلة من القياسات وتلك المحصلة من النماذج (Falloon and Smith, 2003). وعلى النقيض من إعداد النماذج، يمكن تحديد أوجه عدم التيقن في عمليات الحصر القائمة على القياسات بالمستوى 3 مباشرة من تباين العينة وخطأ القياس المقدر ومصادر عدم التيقن الأخرى ذات الصلة.

أوجه عدم التيقن المقترنة بمعاملات الانبعاث/الإزالة

ليس ثمة حاجة إلى أي تحليل لعدم التيقن عند استخدام المستوى 1 حيث يفترض هذا المستوى عدم تغير مخزون الكربون في المادة العضوية الميتة. وفيما يتعلق بتقديرات المستويين 2 و3، يتم استخدام البيانات المشتقة على مستوى البلد أو المناطق الإقليمية. وقد تشتمل قيم مخزون الكربون المرجعية ومعاملات تغير المخزون هذه على أوجه عدم تيقن متأصلة عالية، وبالأخص التحيز، عند تطبيقها على بلدان معينة. وتمثل القيم الافتراضية قيم متوسطة لتأثيرات استخدام الأراضي والإدارة أو قيم مخزون مرجعية قد تختلف عن القيم الخاصة بالموقع. ومن *الممارسة السليمة* بالنسبة للبلدان أن تعمل على تحديد أوجه عدم التيقن المقترنة بالمعاملات الافتراضية الخاصة بها فيما يتعلق بحوضي الخشب الميت والفرش الحرجي.

أوجه عدم التيقن في بيانات الأنشطة

يجب الحصول على بيانات المساحة وتقديرات عدم التيقن باستخدام الطرق الواردة في الفصل 3. وفي حالة استخدام إحصائيات إجمالية لمساحة استخدام الأراضي فيما يخص بيانات الأنشطة (بيانات الفاو، على سبيل المثال)، فقد يكون على الهيئة المعنية بالحصر استخدام مستوى افتراضي لعدم التيقن لتقديرات مساحة الأراضي (±50%). ورغم ذلك، فإن *الممارسة السليمة* تستلزم من القائم بالحصر اشتقاق أوجه عدم التيقن من بيانات الأنشطة الخاصة بالبلد المعني بدلاً من استخدام مستوى افتراضي. وبالنسبة للمستويين 2 و3، فإن استخدام بيانات الأنشطة ذات الاستبانة الأعلى (مثل تقديرات المساحة للأقاليم المناخية المختلفة أو لأنظمة إدارة المروج الطبيعية داخل الحدود الوطنية) سيؤدي إلى الحد من مستويات عدم التيقن عندما يتم تقسيم كافة البارامترات اللازمة لزيادة/فقد الكربون على نحو ملائم. ويمكن تحسين أوجه عدم التيقن في إحصائيات أنشطة استخدام الأراضي من خلال نظام وطني أفضل، مثل وضع أو توسيع مسح أرضي يتضمن مواقع معاينة إضافية و/أو الاستعانة بأنظمة الاستشعار عن بعد لتوفير تغطية إضافية. ويعتبر تصميم نظام تصنيف يستوعب غالبية أنشطة استخدام وإدارة الأراضي مع حجم عينة كاف للحد من عدم التيقن على المستوى الوطني من *الممارسة السليمة*.

6-2-3 كربون التربة

يتناول هذا القسم تأثيرات إدارة المروج الطبيعية على مخزون الكربون العضوي بالتربة, وذلك بشكل رئيسي من خلال التأثير على مدخلات الكربون إلى التربة, ومن ثمّ على مخزون كربون التربة, من خلال التأثير على صافي الإنتاج الأوليّ ودوران الجذور وتوزيع الكربون بين الجذور والفروع. وتتأثر مخزونات الكربون بالتربة داخل المروج الطبيعية بالحرائق، وكثافة عملية الرعي، وإدارة المخصبات، وإضافة الجير، والري، وإعادة البذار بأنواع العشب المنتجة بدرجات غير محددة والمروج المختلطة بالبقول المثبتة للنيتروجين (Conant *et al*., 2001; Follett *et al*.,

وتجدر الإشارة إلى أنه يمكن الحصول على معلومات وإرشادات عامة فيما يخص تقدير التغيرات في مخزون كربون التربة بالقسم 2-3-3 من الفصل 2 (بما في ذلك المعادلات)، وينبغي قراءة هذا القسم قبل البدء في تناول الخطوط التوجيهية المحددة المعنية بمخزون كربون التربة في المروج الطبيعية. يقدر التغير الإجمالي في مخزون كربون التربة بالنسبة للمروج الطبيعية باستخدام المعادلة 2-24 (الفصل 2) والتي تجمع التغير في مخزون كربون التربة العضوي بالنسبة لأنواع التربة المعدنية والتربة العضوية وكذلك التغير في المخزون المقترن بأحواض الكربون غير العضوي في التربة (حال تقديرها في المستوى 3). ويقدم هذا القسم إرشادات محددة لتقدير التغيرات في مخزون الكربون العضوي بالتربة. كما يشتمل القسم 2-3-3-1 على مناقشة عامة حول الكربون غير العضوي بالتربة مع العلم بأن هذا السياق لا يشتمل على أية معلومات إضافية في هذا الصدد.

لحساب التغيرات في مخزون كربون التربة المقترنة بالمروج الطبيعية التي تظل مروجاً طبيعية, ينبغي على البلدان أن توفر، على الأقل، تقديرات لمساحة المروج الطبيعية في بداية فترة الحصر وفي نهايتها. وإذا كانت بيانات استخدام الأراضي والإدارة محدودة، يمكن استخدام البيانات الإجمالية مثل إحصائيات الفاو المعنية بالمروج الطبيعية كنقطة انطلاق، إلى جانب معرفة الخبراء في البلد بالتوزيع التقريبي لأنظمة إدارة الأراضي (على سبيل المثال، أنظمة المروج الطبيعية/المراعي المتدهورة والإسمية والمحسنة). ويجب التقسيم الفرعي لفئات إدارة المروج الطبيعية وفقا للمناطق المناخية وأنواع التربة الرئيسية وهو ما قد يعتمد على التصنيفات الافتراضية أو الخاصة بالبلد المعني. ويمكن تحقيق ذلك عن طريق تراكبات استخدام الأراضي على خرائط المناخ والتربة المناسبة.

1-3-2-6 اختيار الطريقة

يمكن تطوير عمليات الحصر باستخدام مقترب من المستوى 1 أو 2 أو 3، حيث يتطلب كل مستوى تالٍ تفاصيل وموارد أكثر من السابق. كذلك فإن بإمكان البلدان أن تستخدم مستويات مختلفة لإعداد تقديرات للفئات الفرعية المنفصلة من كربون التربة (على سبيل المثال، تغيرات مخزون كربون التربة العضوي بأنواع التربة المعدنية والعضوية، وتغيرات المخزون المقترنة بأحواض الكربون غير العضوي بالتربة). وقد تم تقديم شجرات قرار لأنواع التربة المعدنية (الشكل 2-4) وأنواع التربة العضوية (الشكل 2-5) في القسم 2-3-3-1 (الفصل 2) بهدف مساعدة القائمين بالحصر في اختيار المستوى المناسب لعملية حصر كربون التربة التي يقومون بها.

أنواع التربة المعدنية

المستوى 1

بالنسبة لأنواع التربة المعدنية، فإن طريقة التقدير تقوم على التغيرات في مخزون الكربون العضوي بالتربة خلال فترة محددة في أعقاب التغيرات التي تحدث في الإدارة والتي من شأنها أن تؤثر على كربون التربة العضوي. وبعد انتهاء فترة انتقالية معينة, يمكننا افتراض حالة ثابتة لهذا المخزون. وتستخدم المعادلة 2-25 (الفصل 2) لتقدير التغير في مخزون كربون التربة العضوي في أنواع التربة المعدنية عن طريق طرح مخزون الكربون في العام الأخير من فترة الحصر **(SOC_0)** من مخزون الكربون في بداية فترة الحصر **($SOC_{(0-T)}$)** ثم قسمة الناتج على التبعية الزمنية لمعاملات تغير المخزون **(D)**. وينبغي ملاحظة أن مناطق السرير الصخري المكشوفة بالمروج الطبيعية لا يتم تضمينها في حساب مخزون كربون التربة (بافتراض أن المخزون يساوي صفراً). وفيما يتعلق بالممارسة العملية، يجب الحصول على بيانات البلد المعنية المتعلقة بأنشطة إدارة المروج الطبيعية وتصنيفها فرعيا في أنظمة إدارة ملائمة, وذلك قبل تقسيمها حسب المناطق المناخية وأنواع التربة الخاصة بالهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (راجع الفصل 3). ويقدر مخزون كربون التربة العضوي **(SOC)** لكل فترة زمنية للحصر باستخدام القيم المرجعية الافتراضية لمخزون الكربون **(SOC_{ref})** ومعاملات تغير المخزون الافتراضية **(FLU وFMG وFI)**.

المستوى 2

تعتمد طريقة المستوى 2 فيما يخص أنواع التربة المعدنية على المعادلة 2.25 (الفصل 2), غير أن المقترب المستخدم في الحصر يتم تطويره بشكل أكبر مع المعلومات الخاصة بالبلد من أجل التحديد الأفضل لمعاملات تغير المخزون والقيم المرجعية لمخزون الكربون، والمناطق المناخية، وأنواع التربة و/أو نظام تصنيف إدارة الأراضي.

المستوى 3

لا تستخدم مقتربات المستوى 3 معامل تغير المخزون البسيط بشكل جوهري, حيث تُستخدم النماذج الديناميكية و/أو القياسات التفصيلية لحصر كربون التربة كأساس لتقدير التغيرات السنوية في المخزون.

وتحسب تقديرات التغير في المخزون عند استخدام مقتربات قائمة على النماذج عن طريق المعادلات المزدوجة التي تقدر التغير الصافي لمخزون التربة. وهناك العديد من النماذج التي وُضعت من أجل محاكاة ديناميكيات كربون التربة (على سبيل المثال، راجع مراجعات كل من McGill *et al.,* 1996; Smith *et al.,* 1997). وتشمل المعايير الرئيسية في اختيار النموذج المناسب في قدرة النموذج على تمثيل كافة ممارسات/أنظمة الإدارة ذات الأهمية بالنسبة للمروج الطبيعية، وتوافق مدخلات النموذج (على سبيل المثال، متغيرات التحفيز) مع توافر بيانات المدخلات للبلد ككل، وكذلك في تمثيل النموذج على نحو كاف لتغيرات المخزون بناءً على المقارنات بالبيانات التجريبية.

ويمكن كذلك وضع مقترب من المستوى 3 باستخدام مقترب قائم على القياس يعتمد على شبكة رصد يتم أخذ العينات منها بصفة دروية لتقدير التغيرات في مخزون الكربون العضوي بالتربة. وعلى العكس من الشبكة المقترنة بالتحقق من النموذج, ستكون هناك حاجة لكثافة أكبر من المواقع المعيارية من أجل التمثيل الكافي للمجموعة المؤلفة من أنظمة استخدام الأراضي، والإدارة، والمناخ وأنواع التربة. ويمكن الحصول على إرشادات إضافية من القسم 2-3-3-1 (الفصل 2).

(i) أنواع التربة العضوية

المستوى 1

تُستخدم المعادلة 2-26 (الفصل 2) لتقدير التغير في مخزون الكربون في المروج الطبيعية المدارة بأنواع التربة العضوية (على سبيل المثال المشتقة من الخث، هيستوسولز). وتتمثل المنهجية في التصنيف الفرعي لأنواع التربة العضوية المُدارة حسب المنطقة المناخية وتعيين معدل فقد سنوي للكربون قائم على أساس المناخ. ويتم مضاعفة مساحات الأراضي عن معامل الانبعاث ثم إجمال الناتج لتقدير الانبعاثات السنوية للكربون. ولا ينبغي أن تتضمن المروج الطبيعية التي يمكن استخدامها في عملية الرعي الموسمية لكنها لم يتم تصريفها على نحو غير طبيعي في هذه الفئة.

المستوى 2
يعتمد مقترب المستوى 2 أيضاً على المعادلة 2-26 (الفصل 2), غير أن هذا المستوى يعمل على دمج المعلومات الخاصة بالبلد من أجل التحديد الأفضل لمعاملات الانبعاث والمناطق المناخية و/أو نظام تصنيف إدارة الأراضي.

المستوى 3
تستخدم المقتربات من المستوى 3 لأنواع التربة العضوية نماذج ديناميكية و/أو شبكات قياس، (راجع الفصل 3 لمزيد من التفاصيل حول أنواع التربة المعدنية).

2-3-2-6 اختيار معامل تغير المخزون والانبعاث

أنواع التربة المعدنية

المستوى 1
بالنسبة لمقترب المستوى 1, تم تقديم معاملات تغير المخزون الافتراضية في الجدول 2-6, الذي يشتمل على معامل استخدام الأراضي (F_{LU}) ومعامل المدخلات (F_I) ومعامل الإدارة (F_{MG}). ويشتمل الملحق 6أ-1 وكذلك المراجع على الطريقة والدراسات المستخدمة لاشتقاق معاملات تغير المخزون الافتراضية. وتقدر التبعية الزمنية (D) بحوالي 20 عاماً لمعاملات تغير المخزون الافتراضية في المروج الطبيعية, كما أنها تمثل تأثير الإدارة على عمق يصل إلى 30 سم. ويمكن الحصول على مخزونات الكربون المرجعية الافتراضية من الجدول 2-3 (الفصل 2). وتأخذ تقديرات الكربون المرجعي في الاعتبار الكربون العضوي في أعلى 30 سم من تشكيل التربة, بما يضمن الاتساق مع زيادة العمق لمعاملات تغير المخزون الافتراضية.

المستوى 2
يعد تقدير معاملات تغير المخزون الخاصة بالبلد المعني بمثابة تقدم هام بالنسبة لتحسين الحصر الذي يمكن تطويره في مقترب المستوى 2. ويتم اشتقاق معاملات المدخلات (F_I) والإدارة (F_{MG}) استناداً إلى المقارنات التجريبية للمروج الطبيعية المدارة اسمياً مع المدخلات المتوسطة, على التوالي, نظرا لأنها تعتبر الممارسات الاسمية في مخطط تصنيف الإدارة الافتراضي الخاص بالهيئة الحكومية الدولية المعنية بأنظمة الإدارة (راجع اختيار بيانات الأنشطة). ومن *الممارسة السليمة* أن يتم اشتقاق القيم لمخططات تصنيف أكثر تفصيلاً للإدارة والمناخ وأنواع التربة، إذا تبين من خلال التحليل التجريبي وجود اختلافات مؤثرة في معاملات تغير المخزون بين الفئات الأصغر. ويمكن كذلك اشتقاق مخزونات الكربون المرجعية من البيانات الخاصة بالبلد المعني في مقترب من المستوى 3. وتجدر الإشارة إلى أن القسم 2-3-3-1 (الفصل 2) يقدم إرشادات إضافية في هذا الخصوص.

المستوى 3
يعد احتمال تقدير معاملات ثابتة لمعدل تغير المخزون في حد *ذاتها* احتمالاً أقل مقارنة بالمعدلات المتغيرة التي توفر تسجيلاً أكثر دقة لتأثيرات استخدام الأرضي وإدارتها. راجع القسم 2-3-3-1 (الفصل 2) لمزيد من المناقشة.

الجدول 6-2
معاملات تغير المخزون ذات الصلة لإدارة المروج الطبيعية

المعامل	المستوي	النظام المناخي	القيمة الافتراضية للهيئة	الخطأ [1,2]	التعريف
استخدام الأراضي (F_{LU})	الكل	الكل	1.0	غير متاح	المرج الطبيعي الدائم الذي يُخصص له معامل استخدام الأراضي 1.
الإدارة (F_{MG})	مُدارة اسمياً (غير متدهورة)	الكل	1.0	غير متاح	المروج غير المتدهورة والمروج المُدارة على نحو مستدام, دون أية تحسينات إدارة هامة.
الإدارة (F_{MG})	المروج الطبيعية خفيفة المتدهورة	معتدلة/شمالية	0.95	± 13%	المروج الطبيعية أو المتدهورة بنسبة خفيفة, بمعدلات إنتاجية منخفضة بعض الشيء (بالنسبة المروج الطبيعية الأصلية أو المدرة اسمياً) مع عدم استقبال مدخلات إدارة.
		استوائية	0.97	± 11%	
		استوائية/جبلية[3]	0.96	± 40%	
الإدارة (F_{MG})	شديدة التدهور	الكل	0.7	± 40%	الفقد الكبير وبعيد المدى في الإنتاجية والغطاء النباتي, بسبب الأضرار الميكانيكية التي تصيب النباتات و/أو التعرية الشديدة للتربة.
الإدارة (F_{MG})	المروج الطبيعية المحسنة	معتدلة/شمالية	1.14	± 11%	المروج الطبيعية التي يتم إدارتها على نحو مستدام بمعدلات رعي معتدلة والتي تخضع لتحسين واحد على الأقل (مثل التخصيب وتحسين الأنواع والري).
		استوائية	1.17	± 9%	
		استوائية/جبلية[3]	1.16	± 40%	
المدخلات (المنطبقة على المروج الطبيعية المحسنة فقط) (F_I)	متوسطة	الكل	1.0	غير متاح	المروج المحسنة والتي لم يتم استخدام مدخلات إدارة إضافية بها.
المدخلات (المنطبقة على المروج الطبيعية المحسنة فقط) (F_I)	مرتفعة	الكل	1.11	± 7%	المروج الطبيعية المحسنة مع استخدام واحد أو أكثر من أشكال مدخلات/تحسينات الإدارة الإضافية بها (مع تجاوز الحد المستخدم للتصنيف كمراع محسنة).

[1] يساوي ± ضعفي الانحرافات المعيارية، ويعبر عنه كنسبة مئوية من المتوسط، عندما تكون الدراسات الكافية غير متاحة للتحليل الإحصائي, يتم استخدام معامل افتراضي ± 40% كمقياس للخطأ استنادا إلى رأي الخبراء. تشير NA إلى "غير مطبق" حيث تمثل قيم المعامل قيماً مرجعية محددة أو ممارسات اسمية للمدخلات أو فئات الإدارة.

[2] نطاق الخطأ هذا لا يتضمن الخطاء المنتظم المحتمل نتيجة أحجام العينات الصغيرة التي قد لا تمثل التأثر الفعلي لكافة المناطق حول العالم.

[3] لا توجد دراسات كافية لتقدير معاملات التغير في مخزون الكربون بالنسبة لأنواع التربة المعدنية في مناطق المناخ الاستوائي الجبلي. وكعملية تقريبية، تم استخدام متوسط التغير في المخزون بين المناطق المعتدلة والاستوائية لتقريب التغير في المخزون للنظام المناخي الاستوائي الجبلي.

ملاحظة: راجع الملحق 6أ-1 لتقدير معاملات تغير المخزون الافتراضية لانبعاثات/عمليات إزالة كربون التربة المعدنية في فئة المروج الطبيعية.

أنواع التربة العضوية

المستوى 1
بالنسبة لمقترب المستوى 1, يشتمل الجدول 6-3 على معاملات الانبعاث الافتراضية اللازمة لتقدير فقد الكربون المقترن بالتصريف في أنواع التربة العضوية.

المستوى 2
تشتق معاملات الانبعاث ففي مقتربات المستوى 2 من البيانات التجريبية الخاصة بالبلد المعني. ومن *الممارسة السليمة* فيما يتعلق بمعاملات الانبعاث أن تشتق لفئات إدارة معنية من المروج الطبيعية في أنواع التربة العضوية و/أو نظام تصنيف أكثر تفصيلا للمناطق المناخية بافتراض أن الفئات الجديدة تنطوي على اختلافات مؤثرة في معدلات الفقد في الكربون. ويمكن الحصول على مناقشة إضافية في القسم 2-3-3-1 (الفصل 2).

المستوى 3
يعد احتمال تقدير معاملات ثابتة لمعدل تغير المخزون في حد *ذاتها* احتمالاً أقل مقارنة بالمعدلات المتغيرة التي توفر تسجيلاً أكثر دقة لتأثيرات استخدام الأرضي وإدارتها .راجع القسم 2-3-3-1 (الفصل 2) لمزيد من المناقشة.

الجدول 6-3
معاملات الانبعاث السنوية (EF) للمروج الطبيعية وأنواع التربة العضوية المصرفة

نظام الحرارة المناخي	القيمة الافتراضية للهيئة (بأطنان الكربون لكل هكتار في العام)	الخطأ [1]
المعتدل الشمالي/البارد	0.25	±90%
المعتدل الدافئ	2.5	±90%
الاستوائي/شبه الاستوائي	5.0	±90%

[1] يمثل تقدير اسمي للخطأ، يساوي ضعفي الانحراف المعياري، كنسبة مئوية من المتوسط.

هذه القيم تمثل ربع الفقد في الأراضي الزراعية المصرفة (راجع الجدول 5.6 بالفصل 6), والتي تعد تقريباً الفقد التناسبي للكربون في المروج الطبيعية المصرفة بالنسبة للأراضي الزراعية وفقاً للبيانات الموضحة في Armentano and Menges (1986). تنطوي هذه القيم على درجة من عدم التيقن كما هو موضح في عمود الخطأ.

6-3-2-3 اختيار بيانات الأنشطة

(*ii*) *أنواع التربة المعدنية*

المستوى 1

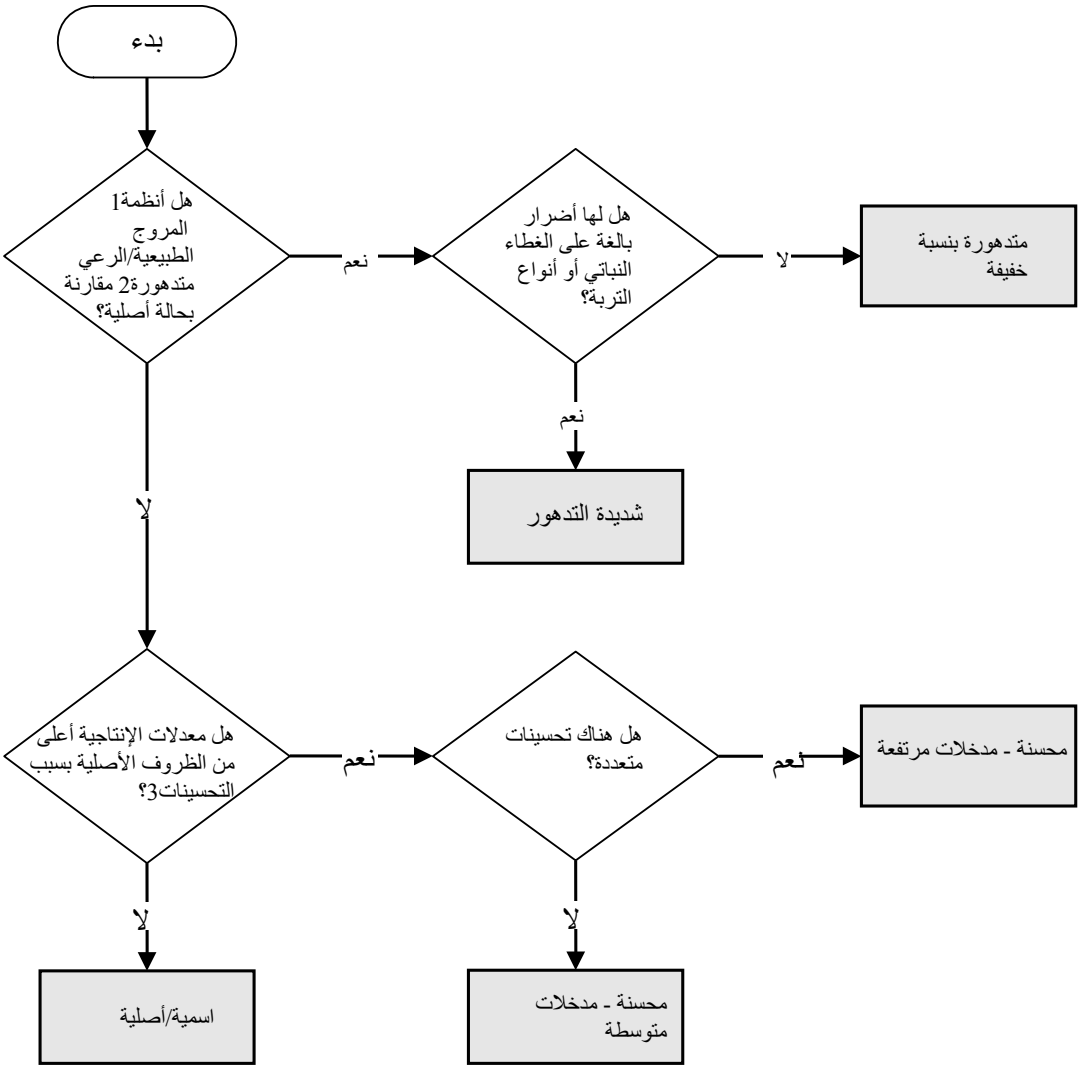
تصنف أنظمة المروج الطبيعية حسب الممارسات التي تؤثر على مخزون الكربون في التربة. وبصفة عامة، بالنسبة للممارسات المعروفة بأنها تؤدي إلى زيادة مدخلات الكربون إلى التربة, ومن ثمّ مخزونات كربون التربة, مثل الري والتخصيب، وإضافة الجير والتحسينات العضوية, وأنواع العشب الأكثر إنتاجية, يتم اعتبارها ذات حالة محسنة, مع مدخلات متوسطة أو مرتفعة اعتماداً على مستوى التحسين. أما المدخلات التي تؤدي إلى خفض مدخلات الكربون ومخزون الكربون العضوي في التربة, مثل عمليات الرعي الجائر, فيتم اعتبارها ذات حالة متدهورة بالنسبة للمراعي المبذورة المُدارة اسمياً أو المروج البكر التي لم تتعرض للتحسين أو التدهور. وتستخدم هذه الممارسات لتصنيف أنظمة الإدارة ثم تقدير التغير في مخزونات الكربون العضوي بالتربة. كما يشتمل الشكل 6-1 على نظام تصنيف يشكل أساساً للحصر الخاص بالمستوى 1. ويجب على القائمين بالحصر استخدام هذا التصنيف لتقسيم أنظمة الإدارة في فئات فرعية على نحو يتفق مع المعاملات الافتراضية لتغير المخزون في المستوى 1. ويمكن تطوير التصنيف لمقتربات المستويين 2 و3.

وتتمثل الأنواع الرئيسية لبيانات أنشطة استخدام الأراضي فيما يلي: (1) الإحصائيات الإجمالية (المقترب الأول) أو (2) البيانات التي تشتمل على معلومات واضحة حول عمليات تحويل استخدام الأراضي لكنها لا تشتمل على بيانات مرجعية جغرافية محددة (المقترب الثاني) أو (3) البيانات التي تشتمل على معلومات واضحة حول تحويلات استخدام الأراضي والمراجع الجغرافية (المقترب الثالث)، مثل عمليات حصر استخدام الأراضي والإدارة التي تكون عينة قائمة على الإحصاء من مساحة البلد. (راجع الفصل 3 للاطلاع على المناقشة المعنية بالمقتربات). وتوفر الإحصائيات المتاحة عالميا فيما يخص استخدام الأراضي مثل قواعد بيانات الفاو (http://www.fao.org/waicent/portal/glossary_en.asp)، كحد أدنى، بيانات مجمعة للمساحة الإجمالية حسب أنواع الاستخدام الرئيسية, حيث تعد مثالا للبيانات الإجمالية (المقترب الأول).

وتعمل بيانات أنشطة الإدارة على تكميل بيانات استخدام الأراضي بما يوفر معلومات لتصنيف أنظمة الإدارة مثل معدلات التخزين واستخدام المخصبات والري ونحو ذلك. ويمكن لهذه البيانات أن تكون كذلك إحصائيات إجمالية (المقترب الأول) أو معلومات حول التغيرات الواضحة في الإدارة (المقتربان الثاني والثالث). ومن *الممارسة السليمة* القيام، متى أمكن، بتخصيص أنشطة إدارة عامة (مثل متدهورة وأصلية ومحسنة) أو أنشطة إدارة معينة (كالتخصيب أو كثافة الرعي) لمساحات المروج الطبيعية. كما يمكن الاستعانة بخرائط تدهور التربة والتي تعد بمثابة مصدر معلومات مفيد في عملية تقسيم المروج الطبيعية وفقاً للإدارة (على سبيل المثال Conant and Paustian, 2002; McKeon *et al*., 2004). وإلى جانب ذلك, تعد معرفة الخبراء أحد مصادر المعلومات الخاصة بممارسات الإدارة. ومن *الممارسة السليمة* أن يتم الحصول على معرفة الخبراء, متى أمكن, من خلال استخدام الطرق المقترحة في الفصل 2 من المجلد 1 (الملحق 2أ.1, بروتوكول طلب الحصول على رأي الخبير).

تمثل عمليات حصر استخدام الأراضي والموارد القائمة على المسوح المتكررة لنفس المواقع بيانات أنشطة مُجمعة باستخدام المقترب 2 أو 3 وتتسم ببعض المزايا مقارنة بالإحصائيات الإجمالية الخاصة بالمراعي واستخدام الأراضي (المقترب الأول). ويمكن أن تكون بيانات المتسلسلات الزمنية مرتبطة على نحو مسبق بنظام إدارة معين للمروج الطبيعية, كما يمكن تحديد نوع التربة المرتبطة بالموقع المحدد عن طريق المعاينة أو بالإشارة إلى الموقع على خريطة تربة مناسبة. وتمكن نقاط الحصر التي يتم اختيارها استنادا إلى تصميم إحصائي مناسب من تقدير التغيرية المقترنة ببيانات الأنشطة والتي يمكن استخدامها كجزء من إجراء تحليل عدم التيقن. ويعد حصر الموارد الوطنية في الولايات المتحدة الأمريكية مثالاً واضحاً على مسح باستخدام المقترب الثالث (Nusser and Goebel, 1997).

الشكل 6-1 **مخطط تصنيف للمروج الطبيعية/أنظمة الرعي. لتصنيف أنظمة إدارة المروج الطبيعية، يجب على القائم بالحصر البدء من أعلى والمواصلة عبر الرسم التوضيحي مجيباً على الأسئلة (التحرك عبر الفروع إذا كانت الإجابة بنعم) حتى يصل إلى نقطة نهاية على الرسم. يتفق مخطط التصنيف مع معاملات تغير المخزون الافتراضية الواردة في الجدول 6-2.**



ملاحظة:
1: يشمل الرعي المستمر وأراضي الدريس والمراعي.
2:يتم معادلة التدهور بمدخلات الكربون إلى التربة بالنسبة للظروف الأصلية, والتي تتكوّن نتيجة للرعي الذي يتم بشكل هائل على المدى البعيد أو نتيجة لزراعة نباتات أقل إنتاجية بالنسبة للنباتات الأصلية.
3: تشير الإنتاجية صراحة إلى مدخلات الكربون إلى التربة (تحسينات الإدارة التي تعمل على زيادة المدخلات مثل التخصيب والتعديل العضوي والري وزراعة أنواع أكثر إنتاجية والإصلاح بالكلس وبذار البقول)

وتتطلب بيانات الأنشطة معلومات إضافية داخل البلد لتصنيف المساحات في فئات فرعية حسب المناخ وأنواع التربة. وإذا كانت هذه المعلومات لم يتم جمعها بعد، فيمكن استخدام مقترب أولي يعتمد على تراكب خرائط الغطاء النباتي/استخدام الأراضي (الوطنية أو من قواعد البيانات العالمية مثل IGBP_DIS) مع خرائط التربة ذات الأصل الوطني أو المصادر العالمية مثل الخريطة العالمية لأنواع التربة الصادرة عن الفاو وبيانات المناخ المستمدة من البرنامج البيئي للأمم المتحدة. ويشتمل الملحق 3أ.5 من الفصل 3 على وصف مفصل للخطط الافتراضية لتصنيف المناخ والتربة. كما يستند تصنيف التربة إلى الوصف التصنيفي وبيانات قوام التربة، فيما تقوم المناطق المناخية على المتوسط السنوي لدرجات الحرارة، والتهطال، والارتفاع، وحدوث الثلج، والتبخر المحتمل من النتح.

المستوى 2

يرجح أن تشتمل مقتربات المستوى 2 على تصنيف فرعي أكثر تفصيلا لأنظمة الإدارة مما هو كائن بالمستوى 1 (الشكل 6-1) وذلك في حالة توافر بيانات كافية. ويمكن أن يشتمل ذلك على مزيد من التقسيم الفرعي لأنظمة المروج الطبيعية (أي خفيفة التدهور وشديدة التدهور والاسمية والمحسنة), وفئات المدخلات (المدخلات المتوسطة والمرتفعة). ومن *الممارسة السليمة* أن يتم التقسيم الفرعي للفئات الافتراضية استنادا إلى البيانات التجريبية التي تبرهن على وجود اختلافات مؤثرة في قيم مخزون الكربون العضوي بالتربة بين الفئات المقترحة. علاوة على ذلك، يمكن أن تشتمل مقتربات المستوى 2 على تصنيف أكثر تفصيلا للمناطق المناخية وأنواع التربة.

المستوى 3

لتطبيق النماذج الديناميكية و/أو حصر مباشر قائم على القياس في المستوى 3، يلزم توافر بيانات مشابهة أو أكثر تفصيلاً حول مجموعات بيانات المناخ والتربة والطبوغرافيا والإدارة، فيما يتصل بطرق المستويين 1 و2، غير أن المتطلبات الدقيقة تعتمد على تصميم النموذج أو القياس.

أنواع التربة العضوية

المستوى 1

على عكس طريقة التربة المعدنية, لا تصنف المروج الطبيعية في أنواع التربة العضوية ضمن أنظمة الإدارة نظراً للافتراض القائل بأن التصريف يؤدي إلى تحفيز أكسدة المادة العضوية بنفس المعدل تقريباً بعد التعرض للظروف الهوائية, بصرف النظر عن نظام الإدارة. ورغم ذلك، فلكي يتم تطبيق الطريقة الموضحة في القسم 2-3-3-1 (الفصل 2)، يلزم تصنيف المروج الطبيعية المُدارة ضمن فئات فرعية حسب نوع التربة والمنطقة المناخية (راجع الفصل 3، الملحق 3أ-5 للحصول على إرشادات حول تصنيف التربة والمناخ).

ويمكن استخدام قواعد بيانات ومقتربات مشابهة لتلك الواردة فيما يتعلق *بأنواع التربة المعدنية* في الجزء الخاص بالمستوى 1 في الحصول على تقديرات المساحة. ويمكن تحديد مساحة التربة العضوية المدارة كمراعي باستخدام تراكب لخريطة استخدام الأراضي على خرائط للمناخ وأنواع التربة. ويمكن استخدام بيانات البلد المعني فيما يتعلق بمشروعات الصرف إلى جانب خرائط التربة والمسوح في الحصول على تقدير أكثر دقة للمساحات المعنية الخاصة بالمروج الطبيعية المدارة في أنواع التربة العضوية.

المستوى 2

يرجح أن تشتمل مقتربات المستوى 2 على تصنيف أنظمة الإدارة في حالة توافر بيانات كافية. وقد يشمل ذلك تقسيم أنظمة المروج الطبيعية حسب فئة الصرف, على سبيل المثال. علاوة على ذلك، يمكن أن تشتمل مقتربات المستوى 2 على تصنيف أكثر تفصيلا للمناطق المناخية وأنواع التربة.

المستوى 3

يرجح أن تشتمل مقتربات المستوى 3 لأنواع التربة المعدنية على بيانات أكثر تفصيلا حول المناخ والتربة والطبوغرافيا وبيانات الإدارة، مقارنة بطرق المستويين 1 و2، غير أن المتطلبات الدقيقة تعتمد على تصميم النموذج أو القياس.

6-2-3-4 خطوات الحساب للمستوى 1

أنواع التربة المعدنية

تتمثل الخطوات المطلوبة لتقدير SOC_0 و$SOC_{(0-T)}$ والتغير الصافي في مخزون كربون التربة للهكتار في المروج الطبيعية التي تظل مروجاً طبيعية فيما يلي:

الخطوة 1: تنظيم البيانات في فترات زمنية للحصر على أساس السنوات التي تم فيها جمع بيانات الأنشطة (على سبيل المثال، 1990 إلى 1995، 1995-2000 وهكذا).

الخطوة 2: تحديد استخدام وإدارة الأراضي وفقا لنوع التربة المعدنية والمنطقة المناخية للأراضي في بداية فترة الحصر، وهو ما قد يتباين وفقا للخطوة الزمنية ببيانات الأنشطة (0 إلى T، على سبيل المثال، منذ 5 أو 10 أو 20 عاماً).

الخطوة 3: اختيار قيمة مخزون الكربون المرجعية الأصلية (SOC_{REF})، وذلك استنادا إلى نوع المناخ والتربة من الجدول 2-3، لكل مساحة يجري حصرها من الأراضي. وتعتبر مخزونات الكربون المرجعية واحدة بالنسبة لكافة فئات استخدام الأراضي بما يضمن عدم حساب التغيرات المضللة في مخزون الكربون والتي تنجم عن الاختلافات في قيم الكربون المرجعية بين القطاعات.

الخطوة 4: استخدام معامل استخدام الأراضي (F_{LU}) ومعامل الإدارة (F_{MG}) ومستويات مدخلات الكربون (F_I) التي تمثل نظام استخدام وإدارة الأراضي الذي كان موجوداً في بداية فترة الحصر. تم إيراد قيم المعاملات F_{LU} وF_{MG} وF_I في الجدول 6-2.

الخطوة 5: ضرب هذه القيم في قيمة مخزون كربون التربة المرجعي لتقدير مخزون كربون التربة العضوي "الأولي" ($SOC_{(0-T)}$) لفترة الحصر.

الخطوة 6: تقدير SOC_0 بتكرار الخطوات من 1 إلى 4 باستخدام نفس مخزون الكربون المرجعي الأصلي (SOC_{ref})، ولكن مع معاملات استخدام الأراضي والإدارة والمدخلات التي تمثل حالات في العام الأخير)العام (0من الحصر .

الخطوة 7: تقدير متوسط التغير السنوي في مخزون الكربون العضوي بالتربة بالنسبة لهذه المساحة خلال فترة الحصر ($\Delta C_{Mineral}$).

الخطوة 8: تكرار الخطوات من 1 إلى 6 في حالة وجود فترات حصر إضافية (على سبيل المثال، من 1995 إلى 2000، ومن 2001 إلى 2005 وهكذا).

وفيما يلي مثال حالة لحساب التغير في مخزون كربون التربة العضوي باستخدام المعادلة 2-25 (الفصل 2) ومعاملات تغير المخزون الافتراضية ومخزونات الكربون المرجعية.

مثال: يوضح المثال التالي الحساب لمساحات إجمالية لتغير مخزون كربون التربة في المروج الطبيعية على عمق 30 سم. في مناخ استوائي رطب وتربة من نوع ألتيسول **(Ultisol)**, هناك 1 مليون هكتار من المروج الطبيعية الدائمة. وتقدر القيمة المرجعية الأصلية لمخزون الكربون **(SOC_{ref})** لنوع المناخ/التربة بحوالي 47 طن كربون لكل هكتار. وفي بداية فترة الحصر (1990 في هذا المثال), بلغ توزيع أنظمة المروج الطبيعية 500000 هكتار من المروج الطبيعية الأصلية غير المدارة, و400000 هكتار من أراضي الرعي خفيفة المتدهورة, و100000 هكتار من المروج الطبيعية شديدة التدهور. وبالتالي، كانت قيم مخزون الكربون الأولية في التربة لهذه المساحة: 500000 هكتار × (47 طن كربون للهكتار × 1 × 1× 1) + 400000 هكتار (47 طن كربون للهكتار × 1 × 0.97 × 1) + 100000 هكتار (47 طن كربون للهكتار × 1 × 0.7 × 1) = 45.026.000 طن كربون. وفي العام الأخير من فترة الحصر (2010 في هذا المثال)، كان هناك 300000 هكتار من المروج الطبيعية الأصلية غير المدارة, و300000 هكتار من أراضي الرعي المتدهورة بنسبة خفيفة وأراضي الرعي شديدة التدهور, و200000 هكتار من المروج الطبيعية شديدة التدهور, و100000 هكتار من المراعي المُحسنة التي تحصل على الأسمدة, و100000 هكتار من المراعي شديدة التحسن والتي تحصل على الأسمدة والري. وبالتالي، فإن القيم الإجمالية لمخزون كربون التربة في عام الحصر هي: 300000 هكتار × (47 طن كربون للهكتار × 1 × 1× 1) + 300000 هكتار (47 طن كربون للهكتار × 1 × 0.97 × 1) + 200000 هكتار (47 طن كربون للهكتار × 1 × 0.7 × 1) + 100000 × (47 طن كربون للهكتار × 1 × 1.17 × 1) + 100.000 × (47 طن كربون للهكتار × 1 × 1.17 × 1.11) = 45.959.890 كن كربون. ويكون متوسط التغير السنوي في مخزون الكربون طوال الفترة للمساحة كلها: 45.959.890 – 45.026.000 = 933.890 طن/20 عام = 46.694.5 طن كربون في العام زيادة سنوية في المخزون. (ملاحظة: 20 عاما هي فترة التبعية الزمنية لمعامل تغير المخزون، أي أن المعامل يمثل المعدل السنوي للتغير بامتداد 20 عاماً).

(*iii*) *أنواع التربة العضوية*

تتمثل خطوات تقدير الفقد في كربون التربة من أنواع التربة العضوية المصرفة فيما يلي:

الخطوة 1: تنظيم البيانات في فترات زمنية للحصر على أساس السنوات التي تم فيها جمع بيانات الأنشطة (على سبيل المثال، 1990 إلى 1995، 1995-2000 وهكذا).

الخطوة 2: تحديد مقدار المروج الطبيعية التي تظل مروجاً طبيعية بأنواع التربة العضوية المصرفة في العام الأخير لكل فترة من فترات الحصر.

الخطوة 3: تعيين معامل الانبعاث الملائم (EF) لعمليات الفقد السنوية من ثاني أكسيد الكربون استناداً إلى نظام الحرارة المناخي (من الجدول 5.6).

الخطوة 4: تقدير الانبعاثات الإجمالية عن طريق جمع حاصل المساحة (A) مضروبا في معامل الانبعاث (EF) لكافة المناطق المناخية.

الخطوة 5: كرر الخطوات مع فترات الحصر الإضافية.

6-2-3-5 تقدير عدم التيقن

توجد ثلاثة مصادر عريضة لعدم التيقن في عمليات حصر كربون التربة: (1) أوجه عدم التيقن في بيانات أنشطة الاستخدام والإدارة والبيانات البيئية؛ و(2) أوجه عدم التيقن في القيم المرجعية لمخزون الكربون حال استخدام مقترب من المستوى 1 أو 2 (أنواع التربة المعدنية فقط)؛ و(3) أوجه عدم التيقن في معاملات الانبعاث/تغير المخزون بالنسبة لمقتربات المستوى 1 أو 2، والخطأ في تركيب النموذج/البارامترات بالنسبة لمقتربات المستوى 3 القائمة على النماذج أو خطأ القياس/تغيرية المعاينة فيما يتصل بعمليات الحصر القائمة على القياسات بالمستوى 3. وبصفة عامة، تزداد دقة الحصر ويكون مدى الثقة أصغر مع إجراء المزيد من عمليات المعاينة لتقدير القيم للفئات الثلاثة العريضة، فيما يرجح أن يتم الحد من التحيز (أي زيادة الدقة) من خلال تطوير حصر باستخدام مستوى أعلى يعمل على دمج المعلومات الخاصة بالبلد المعني.

بالنسبة للمستوى 1، تم تقديم أوجه عدم التيقن المقترنة بالقيم المرجعية لمخزون الكربون في الهامش الأول بالجدول 2-3، ومعامل الانبعاث لأنواع التربة العضوية بالجدول 6-3, ومعاملات تغير المخزون بالجدول 6-2. ويكون على القائم بعملية الحصر التعامل مع أوجه عدم التيقن في بيانات إدارة واستخدام الأراضي، والتي يتم بعد ذلك إضافتها إلى أوجه عدم التيقن المرتبطة بالمعاملات الافتراضية وقيم المخزون المرجعية (بالنسبة لأنواع التربة المعدنية فقط) باستخدام الطريقة المناسبة، مثل المعادلات البسيطة لتوليد الخطأ. وفي حالة استخدام الإحصائيات الإجمالية لمساحة استخدام الأراضي بالنسبة لبيانات الأنشطة (بيانات الفاو، على سبيل المثال)، فقد يكون على الهيئة القائمة بالحصر استخدام مستوى افتراضي من عدم التيقن فيما يخص تقديرات مساحة الأراضي (± 50%).. ورغم ذلك، فإن *الممارسة السليمة* تستلزم من القائم بالحصر اشتقاق أوجه عدم التيقن من بيانات الأنشطة الخاصة بالبلد المعني بدلاً من استخدام مستوى افتراضي.

وقد تنطوي القيم المرجعية للمخزون ومعاملات تغير المخزون الافتراضية بالنسبة لأنواع التربة المعدنية وكذا معاملات الانبعاث بالنسبة لأنواع التربة العضوية على مستويات عالية متأصلة من عدم التيقن، وبالأخص التحيز، وذلك عند تطبيقها على بلدان معينة. وتمثل المستويات الافتراضية قيماً متوسطة على المستوى العالمي لتأثيرات استخدام وإدارة الأراضي أو مخزونات الكربون المرجعية وقد تختلف هذه القيم عن القيم الخاصة بالمنطقة (Powers *et al*., 2004; Ogle *et al*., 2006). ويمكن الحد من التحيز باشتقاق معاملات خاصة بالبلد المعني باستخدام طريقة المستوى 2 أو بوضع نظام تقدير من المستوى 3 خاص بالبلد المعني. وتستند مقتربات المستوى الأعلى على الأبحاث التي تجرى في البلد أو الأقاليم المجاورة حول أثر استخدام الأراضي والإدارة على كربون التربة. إضافة إلى ذلك، تستلزم *الممارسة السليمة* الحد من التحيز عن طريق حساب الاختلافات الملموسة داخل البلد في تأثيرات استخدام وإدارة الأراضي، مثل التباين بين المناطق المناخية و/أو أنواع التربة، حتى لو كان ذلك على حساب الدقة في تقديرات المعامل (Ogle *et al*., 2006)**.** ويمثل التحيز مشكلة أكبر عند الإبلاغ عن تغيرات المخزون نظراً لأنه لا يتم تسجيله بالضرورة في نطاق عدم التيقن (أي أن التغير الصحيح في المخزون قد يكون خارج نطاق عدم التيقن الذي يتم الإبلاغ عنه في حالة وجود نسبة تحيز ملموسة في المعاملات).

ويمكن تقليل أوجه عدم التيقن في إحصائيات أنشطة استخدام الأراضي من خلال نظام وطني أفضل، مثل وضع أو توسيع مسح أرضي يتضمن مواقع معاينة إضافية و/أو الاستعانة بأنظمة الاستشعار عن بعد لتوفير تغطية إضافية. ويعتبر تصميم نظام تصنيف يستوعب غالبية أنشطة استخدام وإدارة الأراضي مع حجم عينة كاف للحد من عدم التيقن على المستوى الوطني من *الممارسة السليمة*.

وبالنسبة لطرق المستوى 2، يتم الاستعانة بالمعلومات الخاصة بالبلد في تحليل الحصر لأغراض الحد من التحيز. على سبيل المثال، استخدم أوغل وآخرون (2003) البيانات الخاصة بالبلد في بناء دوال توزيع الاحتمالية للمعاملات وبيانات الأنشطة والقيم المرجعية لمخزون الكربون الخاصة بالولايات المتحدة الأمريكية فيما يخص أنواع التربة الزراعية. ومن *الممارسة السليمة* أن يتم تقييم حالات التبعية بين المعاملات والقيم المرجعية لمخزون الكربون وبيانات أنشطة استخدام وإدارة الأراضي. وعلى وجه التحديد، تكون حالات التبعية القوية سمة عامة في بيانات أنشطة استخدام وإدارة الأراضي نظراً لأن ممارسات الإدارة تميل إلى الترابط في الزمان والمكان. ويمكن جمع أوجه عدم التيقن في معاملات تغير المخزون/الانبعاث والقيم المرجعية للمخزون وبيانات الأنشطة باستخدام طرق مثل معادلات توليد الخطأ البسيطة أو إجراءات مونت كارلو من أجل تقدير المتوسطات والانحرافات المعيارية للتغير في مخزون كربون التربة (Ogle *et al*., 2003; Vanden Bygaart *et al*., 2004)**.**

وتعد نماذج المستوى 3 أكثر تعقيدا وقد لا تكون معادلات توليد الخطأ البسيطة فعالة في التحديد الكمي لعدم التيقن في التقديرات الناتجة. ويمكن استخدام تحليلات مونت كارلو **(**Smith and Heath, 2001**)**، على الرغم من صعوبة تطبيقها إذا كان للنموذج معاملات كثيرة (بعض النماذج قد يكون بها عدة مئات من البارامترات) نظراً لأن دوال توزيع الاحتمالية المشتركة يجب بناؤها بما يعمل على التحديد الكمي للتباين وكذلك التباين المشترك بين المعاملات**.** وهناك طرق أخرى متاحة مثل المقتربات القائمة على التجريب (Monte *et al*., 1996**)** والتي تعتمد على القياسات من شبكة رصد من أجل التقييم الإحصائي للعلاقة بين النتائج المحصلة من القياسات وتلك المحصلة من النماذج **(**Falloon and Smith, 2003). وعلى النقيض من وضع النماذج، يمكن تحديد أوجه عدم التيقن في عمليات الحصر القائمة على القياسات بالمستوى 3 من تباين العينة وخطأ القياس المُقدر ومصادر عدم التيقن الأخرى ذات الصلة.

6-2-4 انبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون من حرق الكتلة الحيوية

تصدر غازات الاحتباس الحراري غير ثاني أكسيد الكربون من حرق الكتلة الحيوية بصفة رئيسية في المروج الطبيعية التي تظل مروجاً طبيعية عن عملية "حرق السافانا", والتي غالباً ما تحدث في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية. ومع ذلك فإن التشكيلات العشبية والخشبية في أي مكان بالعالم يمكنها أن تتعرض للحرائق, كنتيجة في الغالب لممارسات الإدارة, لذا يتعين أيضاً الإبلاغ عن الانبعاثات الناجمة من غير ثاني أكسيد الكربون.

يذكر أن انبعاث ثاني أكسيد الكربون الصادرة عن حرق الكتلة الحيوية في *المروج الطبيعية التي تظل مروجاً طبيعية* لا يتم الإبلاغ عنها، نظراً لأنه يتم موازنتها بشكل كبير بغاز ثاني أكسيد الكربون الذي يُعاد إلى الكتلة الحيوية مرة أخرى من خلال أنشطة التمثيل الضوئي, وذلك في غضون أسابيع إلى سنوات قليلة من عملية الحرق.

كما ينبغي أيضاً الإبلاغ عن الانبعاثات من غير ثاني أكسيد الكربون (وبصفة خاصة الكربون والميثان وأكسيد النتروز وأكسيد النتروجين) من الاحتراق غير الكامل للكتلة الحيوية في المروج الطبيعية المدارة, بصرف النظر عن طبيعتها (حرائق طبيعية أو بشرية).وقد تتغير الكتلة الحيوية المحترقة من منطقة لأخرى كما قد تختلف باختلاف المواسم. وقد تتنوع أيضاً فعالية الاحتراق والمقدار المقابل من الكتلة الحيوية المُحولة إلى غازات الاحتباس الحراري غير ثاني أكسيد الكربون.

ويجب على البلدان الإبلاغ عن الانبعاثات من غير ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن حرق الكتلة الحيوية في المروج الطبيعية التي تظل مروجاً طبيعية, وذلك باستخدام البيانات السنوية بدلاً من معدل بيانات الأنشطة لفترة زمنية محددة، حيث يسمح ذلك لعملية الإبلاغ برصد التقلبات بين السنوات التي تحدث نتيجة للظواهر المناخية (مثل ظاهرة النينو) أو التقلبات المناخية الطبيعية (عادة ما تكون سنوات الجفاف, عند تكرار الاضطرابات الناتجة عن الحرائق بشكل أكثر). وبوجه عام, تتسم التقديرات بدرجة عالية من عدم التيقن نظراً لعدم توافر البيانات الموثوقة والدقيقة حول كتلة الوقود المتاحة للاحتراق ومعاملات الاحتراق والانبعاث.

وتلخص المعادلة 2.27 بالفصل 2 الطريقة العامة لتقدير انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في المروج الطبيعية التي تظل مروجاً طبيعية. ولا بد من تقدير الانبعاثات الصادرة عن حرق الكتلة الحيوية من الكتلة الحيوية فوق الأرض ومستودعات المواد العضوية الميتة. فمن خلال الحرق, يُفترض أن تظل الكتلة الحيوية تحت الأرض ثابتة بعد حدوث الاضطرابات, أو تنتقل إلى حوض التربة. وتجدر الإشارة إلى أن القسم 2.4 من الفصل 2 يحتوي على القيم الافتراضية لطريقة المستوى 1 أو مكونات طريقة المستوى 2.

6-2-4-1 اختيار الطريقة

يوضح الشكل 2-6 بالفصل 2 شجرة قرارات تتيح التوجيهات اللازمة لتحديد المستوى المناسب للإبلاغ عن الانبعاثات من غير ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن حرق الكتلة الحيوية. وإذا لم يكن حرق الكتلة الحيوية في *المروج الطبيعية التي تظل مروجاً طبيعية* فئة رئيسية, يكون بإمكان البلدان الإبلاغ عن انبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون باستخدام طريقة المستوى 1, والتي تقوم على البيانات الإجمالية ومعاملات الاحتراق والانبعاث الافتراضية، أما إذا كان حرق الكتلة الحيوية في *المروج الطبيعية التي تظل مروجاً طبيعية* يمثل فئة رئيسية, فيجب على كافة البلدان أن تسعى جاهدة لتحسين مقتربات الحصر والإبلاغ من خلال استخدام أعلى المستويات الممكنة في ضوء الظروف الوطنية.

المستوى 1

يجب استخدام المعادلة 2-27 عند اختيار الإبلاغ وفقاً لطريقة المستوى 1 التي تقوم على البيانات الإجمالية ومعاملات الاحتراق والانبعاث الافتراضية. وإذا لم تتوافر البيانات المتعلقة بكتلة الوقود المتاحة للاحتراق (M_B), يتعين على البلدان استخدام البيانات الافتراضية الموجودة في الجدول 2-4 بالفصل 2 لكتلة الوقود المستهلكة. ونظراً لأن البيانات المتوافرة بهذا الجدول يتم تقديمها حسب أنواع النباتات والفئات الفرعية, فيتعين على البلدان التي تستخدم هذه البيانات الافتراضية تصنيف *المروج الطبيعية التي تظل مروجاً طبيعية* في فئات فرعية داخل المنطقة الخاصة بها قبل اختيار القيمة (أو القيم) الافتراضية الملائمة.

المستوى 2

يعد المستوى 2 توسيعاً لطرق المستوى 1 من خلال الاستعانة بتقديرات مساحة أكثر تجزيئاً (حسب أنواع النباتات والفئات الفرعية) وتقديرات معاملات الاحتراق والانبعاث الخاصة بالبلد لكل طبقة. ويمكن تقدير المساحة المحترقة باستخدام البيانات المستشعرة عن بعد ذات الاستبانة الزمنية والمكانية الأكثر دقة والتي يتم تحليلها وفقاً لتصميم معاينة نشط. وتمثل دورية تحصيل البيانات عاملاً حاسماً ومحورياً لا سيما في الأحراج الاستوائية حيث يتم الحرق في فترة معينة من فترات السنة, وقد يستمر لأشهر عديدة. لذا, فمن الضروري عند تقدير المساحة المحترقة, القيام برصد التغيرات التي تطرأ على المساحة المحترقة شهراً بعد آخر.

المستوى 3

يجب أن تعتمد طريقة المستوى 3 على النماذج ذات الخوارزميات من أجل وضع الخرائط الإقليمية للمساحة المحترقة باستخدام بيانات أقمار صناعية ذات مصادر متعددة ودقة مكانية معتدلة. ولا بد من توثيق النتائج باستخدام البيانات المكانية عالية الدقة التي يتم تعزيزها من خلال المشاهدات الميدانية, وتحسينها اعتماداً على نتائج وتعليقات التوثيق التي يتم الحصول عليها من المستخدمين التشغيليين. وهنا تجدر الإشارة إلى أنه من الممكن وضع مقترب للعينات من أجل تقدير المساحة المحترقة. ويجب على البلدان تصنيف *المروج الطبيعية التي تظل مروجاً طبيعية* ومعاملات الاحتراق والانبعاث المطابقة, متى كان ذلك ممكناً. كما يجب أن توفر طريقة المستوى 3 التقديرات (التدفقات) الخاصة بحرق الكتلة الحيوية في كافة الأحواض, بما في ذلك الكتلة الحيوية تحت الأرض.

6-4-2-2 اختيار معاملات الانبعاث

المستوى 1
وفقاً لمقتربات المستوى 3, يتم تقديم القيم الافتراضية لمعاملات الاحتراق [جزء الوقود (الكتلة الحيوية فوق الأرض والفرش الحرجي والخشب الميت) المُستهلك] في الجدول 2-6 بالفصل 2, ولمعاملات الانبعاث في الجدول 2-5 بالفصل 2, وذلك لكل نوع من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري غير ثاني أكسيد الكربون. كما يشتمل الجدول 6-4 على تقديرات الكتلة الحيوية فوق الأرض في مناطق حشائش السافانا. ولا بد من استخدام القيمة الموضحة في الجدول 2-4 باعتبارها "جزء الوقود المحترق فعليا" في المعادلة 2-27 بالفصل 2. وعلى الرغم من أن بيانات القسم 1 عادة ما تكون إجمالية بشكل كبير, يتعين على البلدان السعي نحو تصنيف مساحات المروج الطبيعية التي تتأثر بحرق الكتلة الحيوية تبعاً لنوع النباتات (أراضي الجنيبات والسافانا والمراعي الخشبية ومروج السافانا) ووفقاً لفترة الحرق (الموسم الجاف المبكر أو الموسم الجاف المتوسط/المتأخر) .وإذا كان تصنيف المروج الطبيعية يتم بحسب نوع النبات والفئة الفرعية (مثل منتزه السافانا ومراعي السافانا الخشبية), فيمكن للبلدان استخدام القيم الافتراضية الموضحة في الجدول 2-4 بالفصل 2 حول استهلاك الكتلة الحيوية, حيث يمكن الحصول على تقديرات الناتج بين الوقود المتاح وجزء الكتلة الحيوية المحترق فعلياً (معادل لناتج الكميتين M_B وC_f في المعادلة 2-27 بالفصل 2).

المستوى 2
يتعين على البلدان التي تستخدم مقتربا من المستوى 2 الاستعانة بمعاملات الاحتراق والانبعاث الخاصة بالبلد لكل نوع عريض من أنواع المروج الطبيعية (أراضي الجنيبات ومراعي السافانا الخشبية ومروج السافانا) والفئات الفرعية (متى أمكن).

المستوى 3
يتعين على البلدان التي تستخدم مقتربا من المستوى 3 وضع خوارزميات لتقدير المساحة المحترقة, بما يتيح توثيق النواتج التي يتم الحصول عليها من خلال بيانات المشاهدات الميدانية والتشاور مع مستخدمي النواتج.

6-4-2-3 اختيار بيانات الأنشطة

المستوى 1
بالنسبة لطرق المستوى 1, تتمثل بيانات الأنشطة الضرورية فقط في المساحة المتأثرة بحرق الكتلة الحيوية في *المروج الطبيعية التي تظل مروجاً طبيعية*. وإذا لم تتوافر البيانات الوطنية حول المساحات المحترقة, يمكن الاستعانة بالبيانات الموجودة بخرائط الحرائق العالمية. ولا بد من من الوضع في الاعتبار أن أي ناتج خاص بالحرائق العالمية لا يمثل سوى جزء من إجمالي الحرائق التي تحدث من حيث كل من الزمان والمكان, نظراً للقيود الداخلية فيما يتعلق بأجهزة الاستشعار المحمولة على الأقمار الصناعية والتي تعد المصدر لبيانات الخريطة العالمية. وكبديل لذلك, يمكن للبلدان تقدير المساحة المحترقة سنوياً من خلال ضرب مساحة المروج الطبيعية بالمنطقة في الجزء السنوي المقدر للمروج المحترقة, وذلك حتى يمكنها تقسيم المساحة المقدرة بين *المروج الطبيعية التي تظل مروجاً طبيعية والمروج الطبيعية المُحولة* إلى استخدامات الأراضي الأخرى.

المستوى 2
يعمل هذا المقترب على توسيع المستوى 1 من خلال الاستعانة ببيانات أكثر تجزيئا حول المساحات المتأثرة بحرق الكتلة الحيوية. ولا بد من تصنيف مساحات المروج الطبيعية وفقاً لأنواع النباتات المختلفة (أراضي الجنيبات ومروج السافانا ومراعي السافانا الخشبية وغيرها) والفئات الفرعية الموجودة بالمروج الطبيعية. ولا بد أيضاً من وضع التقديرات الوطنية الخاصة بالمساحات المحترقة. وفي حالة عدم توافر البيانات الوطنية الموثوقة, يمكن للبلدان الاستعانة بخرائط الحرائق العالمية, بيد أنها لا بد أن تسعى جاهدة لتقييم عملية المعاينة التي يقوم عليها إنتاج خرائط الحرائق, والأهم من ذلك, تحديد ما إذا كانت العينة المعنية تأثرت أم لم تتأثر بأي تحيز منتظم أو غير منتظم. ولا بد أيضا من الاستعانة بمصادر البيانات المختلفة, والتي غالبا ما تتضمن استراتيجيات معاينة مختلفة, من أجل تقدير إجمالي المساحة المحترقة. كما ينبغي التحقق من المساحة المحترقة عن طريق مجموعات بيانات التوثيق.

المستوى 3
يتطلب المستوى 3 بيانات أنشطة عالية الاستبانة يتم تجزيئها على المستوى دون الوطني من أجل زيادة دقة مقاييس الشبكة. وعلى غرار المستوى 2, يجب تصنيف مساحة المروج الطبيعية في فئات فرعية بحسب أنواع النباتات والفئات الفرعية المعينة المقرر استخدامها في النماذج. ومتى أمكن, يمكن استخدام تقديرات المساحات المحددة مكانياً لتيسير القيام بالتغطية الكاملة للمروج الطبيعية والتأكيد على أن المساحات لم يتم تقييمها على نحو ناقص أو مبالغ فيه. وعلاوة على ذلك, يمكن ربط تقديرات المساحة المحددة مكانياً بمعدلات الانبعاث والحرائق ذات الصلة على المستوى المحلي, بما يعمل على تحسين دقة التقديرات. ويعمل استخدام النماذج القائمة على العمليات في الحصول على تقديرات أكثر دقة للمساحات المحترقة إذا تم توثيق النتائج بالقياسات الميدانية. ومن ثم, يجب توفير قياسات تمثيلية كافية لأغراض التوثيق.

6-4-2-4 تقدير عدم التيقن

توجد عدة مصادر لعدم التيقن فيما يخص تقديرات انبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون من حرق الكتلة الحيوية في المروج الطبيعية التي تظل مروجًا طبيعية. على سبيل المثال، تشمل السافانا خليطًا متغايرًا من الأعشاب والأغصان والجذبات الشوكية وأراضي الشجيرات المفتوحة. ويختلف سلوك الحرائق بين هذه الأنواع على نحو كبير، ومن هنا فإن تجزيء تكوينات الغطاء النباتي من شأنه أن يمكن من الحصول على دقة أكبر.

وتجدر الإشارة إلى أن جزء الوقود المحترق أثناء احتراق الكتلة الحيوية (معامل الاحتراق) يختلف اختلافا كبيرا، ليس فقط بين الأنظمة الحيوية، بل وفيما بين الحرائق والأعوام، وكدالة على على الممارسات التربوية. ولا يمكن القيام باستقراء موثوق للقياسات من حريق وعام و/أو بيئة تربوية فيما يتعلق بالمناطق الأخرى أو الأعوام أو نطاق المجال الحيوي (Robinson, 1989).

ومن الأسباب الرئيسية لعدم التيقن في تقدير تأثير حرق الكتلة الحيوية على انبعاث غازات الاحتباس الحراري، نطاق المنطقة المحترقة، وكثافة الحريق، ومعدل الانتشار خاصّة في الأنظمة الحيوية الأستوائية (Seiler and Crutzen, 1980; Matson and Ojima, 1990; Robinson, 1989). وتختلف تقييمات الدقة بشكل واسع وتعتمد بشكل جوهري على دقة تقديرات المنطقة المحترقة، ونسبة الوقود المؤكسد المتاح ووقود الكتلة الحيوية المتاح. ويمكن أن تختلف حالات عدم التيقن في تقديرات المنطقة المحترقة بشكل ملموس على المنهجية المستخدمة - على سبيل المثال، ففي حالة استخدام الاستشعار عن بعد عالي الاستبانة، ربما يصل 20% على وجه التقريب، فيما ينتج عن استخدام الخرائط العالمية للحرائق مستوى من

3-6 الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية

تشمل *الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية* الغابات أو فئات الاستخدام الأخرى المحولة إلى مروج طبيعية خلال العشرين سنة الأخيرة. ويتضمن حصر غاز الاحتباس الحراري بالنسبة لفئة استخدام الأراضي التي تحولت إلى مروج طبيعية (**LG**) تقدير التغيرات في مخزون الكربون من أحواض الكربون الخمسة (الكتلة الحيوية فوق الأرض، والكتلة الحيوية تحت الأرض، والخشب الميت، والفرش الحرجي، والمادة العضوية بالتربة) وكذلك انبعاثات غازات الاحتباس الحراري غير ثاني أكسيد الكربون. وترتبط المصادر الرئيسية للانبعاثات وعمليات الإزالة لغازات الاحتباس الحراري في هذه الفئة بتغير وإدارة استخدام الأراضي.

تكون التغيرات في الكربون نتيجة التحويل من استخدامات الأراضي الأخرى (في الغالب من الأراضي الحرجية والأراضي الزراعية وبدرجة أقل من الأراضي الرطبة ونادرًا من أراضي الاستيطان) إلى مروج طبيعية أقل وضوحاً مقارنة بالأراضي الزراعية. وتقدم المؤلفات المعنية بنوع التحويل الرئيسي (من الأراضي الحرجية إلى المروج الطبيعية في الأحراج الإستوائية) دليلاً على صافي عمليات الاكتساب وعمليات الفقد في كربون التربة، ويُعد تأثير الإدارة على تغيرات كربون التربة في المروج الطبيعية هامًا بعد التحويل (راجع، على سبيل المثال، Veldkamp, 2001) وكذلك قيم المخزون قبل التحويل. يمكن أن ينتج عن تحويل الأراضي من الاستخدامات الأخرى ومن الحالات الطبيعية إلى المروج الطبيعية صافي انبعاثات أو صافي امتصاص لثاني أكسيد الكربون من كل من الكتلة الحيوية والتربة. كما قد تؤدي عملية التحويل إلى انبعاثات نتيجة حرق الكتلة الحيوية.

تقدم شجرة القرار في الشكل 1-3 (الفصل 1) إرشادات لاختيار المستوى المناسب لتطبيق إجراءات تقدير *الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية*.

1-3-6 الكتلة الحيوية

يقدم هذا القسم إرشادات لتقدير تغيرات مخزون الكربون في الكتلة الحيوية نتيجة تحويل الأراضي غير المدارة إلى مروج طبيعية مدارة، وكذلك التحويل من استخدامات الأراضي الأخرى إلى مروج طبيعية، ويشمل ذلك *الأراضي الحرجية المحولة إلى مروج طبيعية* والأراضي الزراعية التي تحولت إلى مراع وأراضي رعي. وتنتج تغيرات مخزون كربون الكتلة الحيوية الناتجة من تحويل الأراضي إلى مروج طبيعية من إزالة الغطاء النباتي الموجود واستبداله بغطاء النباتي المميز للمروج الطبيعية. وهو ما يختلف عن المفاهيم المرتبطة بتغير مخزون الكربون في الكتلة الحيوية *للمروج الطبيعية التي تظل مروجًا طبيعية* حيث ترتبط التغيرات بممارسات الإدارة.

ويؤدي تحويل الأراضي إلى مروج طبيعية في الغالب إلى تحويل الكربون من حوض إلى آخر. ويجب حساب كل عمليات التحويل وعمليات الفقد والاكتساب من هذه الأحواض أثناء الانتقال إلى حالة ثابتة جديدة عند الإبلاغ عن الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية. على سبيل المثال، عند تحويل حرج إلى مرعى، يتم قطع الأشجار وينتقل جزء من الكتلة الحيوية فوق الأرض إلى حوض المادة العضوية الميتة، وينتقل جزء من الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى حوض المادة العضوية بالتربة ونحو ذلك.

ويتطلب تقدير التغيرات في مخزون الكربون بالكتلة الحيوية بالنسبة للأراضي المحولة إلى مروج طبيعية مقتربًا ثنائي المرحلة، حيث يوجد في الغالب تغير مفاجئ في الكتلة الحيوية مصاحب للتغير في استخدام الأراضي، وبالأخص عندما يكون التغير مقصودًا ومقترنًا بعمليات إعداد للأرض (مثل الإزالة والحرق). ويتم التعامل مع هذا التغير المفاجئ كمرحلة أولى ويتم تقديره في عام التحويل. وتُعنى المرحلة الثانية (مرحلة 2) بالفقد والاكتساب التدريجي للكتلة الحيوية أثناء فترة انتقالية إلى نظام ذي حالة ثابتة. وعند نقطة زمنية معينة، يجب أن يقترب النظام الحيوي للمروج الطبيعية من التوازن، وعندها يتم حسابه ضمن فئة *المروج الطبيعية التي تظل مروجًا طبيعية*. وتمثل فترة الانتقال التالية للتحويل والتي تبلغ 20 عامًا الفترة الافتراضية للبقاء في الفئة الانتقالية، ولكن يمكن للبلدان تحديد فترة الانتقال المناسبة حسب تقديرها. قد تعتمد قيم المعاملات التي تحدد معدل الانبعاثات على فترة الانتقال المستخدمة.

ولتضمين الفترة الافتراضية في الحسابات، يجب تناول الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية كمجموعات سنوية. بمعنى أن الأراضي المحولة في عام معين يجب حسابها باستخدام طرق المرحلة الأولى في عام التحويل وباستخدام طرق المرحلة الثانية للأعوام التسعة عشر التالية. وفي نهاية فترة العشرين (20) عامًا، يتم إضافة مساحة الأراضي لهذا العام المحدد إلى مساحة الأراضي التي يتم حسابها تحت فئة *المروج الطبيعية التي تظل مروجًا طبيعية*.

ويرجح ألا يحدث انتقال مفاجئ لعدد من الأراضي التي تحولت إلى مروج طبيعية (مثل الأراضي الزراعية التي تم هجرها والأراضي الزراعية التي تعود إلى مروج طبيعية). وفي هذه الحالة، لن تكون طرق المرحلة الأولى مناسبة وسيظهر انتقال تدريجي في أحواض الكتلة الحيوية وصولاً إلى توازن جديد. وفي هذا النوع من التحويل، يمكن التعامل مع حساب التحويل الكامل باستخدام طرق المرحلة الثانية.

ومن *الممارسة السليمة* أن يتم تحديد نسب انتقال الكربون بين الأحواض في حالة وجود انتقال مفاجئ. ويمكن تلخيص التأثيرات الفورية لأنشطة تحويل الأراضي في مخزونات الكربون الخمسة في "مصفوفة اضطراب". وتوضح مصفوفة الاضطراب عمليات استبقاء وتحويل وإطلاق الكربون في الأحواض في الأنظمة الحيوية الأصلية بعد التحويل إلى مروج طبيعية. وتحدد مصفوفة الاضطراب لكل حوض النسبة التي تبقى في هذا الحوض والنسبة التي تتحول إلى الأحواض الأخرى. هناك عدد قليل من أشكال التحويل الممكنة وهي موضحة في مصفوفة الاضطراب بالجدول2.1 في الفصل 2. إذا كان معدل تحويل الأراضي أكثر أو أقل ثباتاً، فإن الافتراض بفقد الكربون الموجود في هذه الأحواض بالكامل في وقت التحويل يعتبر افتراضاً معقولاً كتقدير تقريبي أولي. وفي الحالات التي يختلف فيها معدل تحويل الأراضي بمرور الوقت، فإن *الممارسة السليمة* تستلزم حساب انتقال وإطلاق الكربون بين أحواض الكربون المختلفة وضمان حساب الكربون بالكامل.

وفي حالة التغير المفاجئ والفوري في مخزون الكربون نتيجة التحويل إلى مروج طبيعية، يتم تقدير أثر هذا التغير باستخدام المعادلة 2-16 في الفصل 2. وخلال الفترة الانتقالية، تكون الأحواض التي تكتسب أو تفقد الكربون ذات منحنى اكتساب أو فقد غير خطي في الغالب وهو ما يمكن تمثيله في صورة مصفوفات تحويل متتابعة. وإذا كانت الأشكال الصحيحة للمنحنيات معروفة، فيمكن تطبيق هذه المنحنيات على كل مجموعة تخضع للانتقال أثناء عام الإبلاغ لتقدير الانبعاثات أو عمليات الإزالة السنوية بواسطة الحوض المعين. وعلى الجانب الآخر إذا كانت أشكال المنحى غير معروفة، فيمكن للبلدان استخدام وسيلة أبسط تتمثل في دالة تحلل خطية لتقدير تغيرات الحوض. وهناك طريقتان لتقدير هذه التغيرات.

1-1-3-6 اختيار الطريقة

تقدم شجرة القرار في الشكل 2-2 (الفصل 2) إرشادات لاختيار المستوى المناسب لتطبيق إجراءات تقدير الكتلة الحيوية في *الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية*. ويتطلب تقدير التغيرات في الكتلة الحيوية تقدير التغير في الغطاء النباتي فوق الأرض والتغير في الكتلة الحيوية تحت الأرض. ويجب على البلدان استخدام أعلى المستويات الممكنة في ضوء الظروف الوطنية. وتجدر الإشارة إلى أن *الممارسة السليمة* تقتضي من البلدان استخدام مقترب من المستوى 2 أو 3 إذا كانت الانبعاثات وعمليات الإزالة من *الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية* تمثل فئة رئيسية، وكذلك إذا كانت الفئة الفرعية من الكتلة الحيوية تعتبر ذات أهمية استنادًا إلى المبادئ المحددة في الفصل 4 من المجلد 1 (اختيار المنهجيات وتحدد الفئات الرئيسية).

المستوى 1

يجب تقدير التغير في مخزون كربون الكتلة الحيوية في *الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية* تحت المستوى 1 باستخدام المعادلة 2-15. ويكون متوسط التغير في مخزون الكربون مساويا التغير في مخزون الكربون نتيجة إزالة الكتلة الحيوية من الاستخدام الأولي للأراضي (أي الكربون في الكتلة الحيوية بعد التحويل مباشرة مطروحًا منه الكربون في الكتلة الحيوية قبل التحويل)، إضافة إلى مخزون الكربون الناتج عن نمو الكتلة الحيوية بعد التحويل. وكتبسيط للمستوى 1، يفترض فقدان الكتلة الحيوية بالكامل من النظام الحيوي السابق بعد التحويل مباشرة (المعادلة 2-16)، وحتى مع عدم وجود تغير مفاجئ، وبالتالي يفترض أن قيمة الكتلة الحيوية المتبقية (B_{AFTER}) تساوي الصفر (أي يتم إزالة الغطاء النباتي بشكل كامل قبل زراعة نباتات المروج الطبيعية). ولذلك لا يوجد انتقال للكتلة الحيوية من حوض الكتلة الحيوية إلى حوض الخشب الميت، على سبيل المثال. ويمكن الحصول على القيم الافتراضية للكتلة الحيوية قبل التحويل في الفصل المخصص لنوع الاستخدام المعني (على سبيل المثال، يمكن الحصول على المعاملات الافتراضية للأراضي الحرجية في الفصل الذي يتناول الكتلة الحيوية في الأراضي الحرجية).

وعلاوة على ما سبق، يُفترض أن المروج الطبيعية تصل إلى الكتلة الحيوية المستقرة بها أثناء العام الأول بعد التحويل. ولذلك وبالنسبة للمستوى 1، لا توجد أية تغيرات في المخزون ترتبط بالمرحلة 2، بالرغم من أنه يجب الاحتفاظ بالأراضي المحولة إلى مروج طبيعية في فئة التحويل أثناء فترة الانتقال البالغة 20 عامًا لأن مخزونات التربة ستستغرق وقتًا أطول لتحقيق التوازن. وبالتالي تكون الانبعاثات وعمليات الامتصاص من الكتلة الحيوية أثناء المرحلة 2 من الحساب تساوي الصفر. وفي حالة وجود تغيرات كبيرة في الإدارة أثناء مرحلة الانتقال، يمكن للبلدان حساب تأثيراتها على مخزونات الكربون في الكتلة الحيوية باستخدام طريقتي المستوى 2 من *المروج الطبيعية التي تظل مروجًا طبيعية*. ومن *الممارسة السليمة* أن يتم حساب كل *الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية*. ولذا يجب إجراء حساب منفصل لكل نوع من التحويل.

المستوى 2

تختلف حسابات المستوى 2 من الناحية التركيبية في عدد من الطرق عن المستوى 1. أولاً، يقدر المستوى 2 باستخدام المقترب الثنائي الموضح مسبقًا. كما يعتمد المستوى 2 على بعض التقديرات الخاصة بالبلد المعني للكتلة الحيوية في الاستخدامات الأولية والنهائية للأراضي وليس البيانات الافتراضية، كما في المستوى 1. ويتم تجزيء تقديرات المساحة *للأراضي المحولة إلى مروج طبيعية* بمستويات مكانية أعلى دقة منها في المستوى 1 لتسجيل الاختلافات الأقليمية داخل تكونات المروج الطبيعية في البلد.

ثانيًا، بالنسبة للمستوى 2 قد لا يكون الافتراض بأن مخزون الكتلة الحيوية بعد التحويل يساوي الصفر مقبولا في البلد. ويكون على البلدان أن تأخذ بعين الاعتبار عمليات التحويل التي يتم فيها إزالة بعض، لكن ليس كل، الغطاء النباتي من الاستخدام الأصلي. بالإضافة إلى ذلك، يمكن ضمن المستوى 2 حساب زيادة الكتلة الحيوية بعد نشوء المروج الطبيعية خلال فترة من عدة سنوات (بدلاً من حساب تغير مخزون الكتلة الحيوية بالكامل في عام التحويل)، إذا توفرت البيانات لتقدير وقت نشوء الكتلة الحيوية بالكامل وتغيرات المخزون السنوي.

ثالثًا، من *الممارسة السليمة* عند استخدام المستوى 2 أن يتم تحديد نسب تحويل الكربون بين الأحواض. ولا تحتوي أنظمة المروج الطبيعية على كمية كبيرة من الكربون في حوض الخشب الميت أو الفرش الحرجي، ولكن قد يبقى الخشب الميت لعدد من السنوات في المروج الطبيعية الصغيرة التي تحل محل الغابات، أو يتراكم في أراضي الأشجار الخفيضة كبقايا كتلة حيوية خشبية. وإذا كان معدل تحويل الأراضي أكثر أو أقل ثباتاً، فيعد الافتراض بفقد كل الكربون في هذه الأحواض في وقت التحويل افتراضاً معقولاً عند التقدير التقريبي الأول. وفي حالة اختلاف معدل تحويل الأراضي بمرور الوقت، يكون من المناسب حساب انتقال وإطلاق الكربون من أحواض الفرش الحوضي والخشب الميت وكربون التربة، ويكون من الضروري تمييز حالات الفقد الفورية نتيجة أنشطة التحويل عن حالات الفقد التي تحدث في الأعوام التالية لتحويل الأراضي.

يُقدر التغير الفوري والمفاجئ في مخزون الكربون في الكتلة الحيوية نتيجة *الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية* باستخدام المستويين 2 و3 عن طريق المعادلة 2-16 من الفصل 2، حيث يفترض أن يساوي B_{AFTER} الصفر. وأثناء فترة الانتقال، تكون الأحواض التي تكتسب أو تفقد الكربون غالبًا ذات منحنى فقد أو اكتساب غير خطي يمكن تمثيله عن طريق مصفوفات تحويل متتابعة. وفيما يتعلق بالمستوى2، يمكن افتراض دالة تغير خطي. بالنسبة لمقترب المستوى 3 القائم على هذه الطرق. ومن *الممارسة السليمة أن يتم* استخدام الأشكال الصحيحة للمنحنيات. ويتعين تطبيق هذه المنحنيات على كل مجموعة تخضع للتحويل خلال عام الإبلاغ هذا لتقدير التغير السنوي في أحواض كربون الكتلة الحيوية.

وهناك طريقتان مقترحتان لحساب التغيرات في الكتلة الحيوية خلال المرحلة الانتقالية. وتعد المعادلات المستخدمة هي نفسها المستخدمة للمستوى 2 في قسم *المروج الطبيعية التي تظل مروجًا طبيعية*.

طريقة الاكتساب-الفقد (انظر المعادلة 2.7 في الفصل 2): تتضمن هذه الطريقة تقدير مساحة كل نوع من أنواع التحويل والمتوسط السنوي للتحويل إلى ومن مخزونات الكتلة الحيوية. يتطلب هذا: (أ) تقدير للمساحة ضمن *الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية* حسب المناطق المناخية أو الإيكولوجية، أو أنواع المروج الطبيعية، أو نظام الاضطراب، أو نظام الإدارة أو معاملات أخرى تؤثر بشكل كبير على أحواض كربون الكتلة الحيوية، (ب) كمية تراكم الكتلة الحيوية في مخزونات الكتلة الحيوية؛ و(ج) كمية الكتلة الحيوية المفقودة من مخزونات الكتلة الحيوية على أساس كل هكتار حسب أنواع المروج الطبيعية المختلفة.

طريقة الفرق في المخزون (راجع المعادلة 2.8 في الفصل 2): تتضمن هذه الطريقة تقدير *الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية* ومخزونات الكتلة الحيوية عند نقطتين زمنيتين هما t_1 وt_2. ويتم الحصول على تغيرات مخزون الكتلة الحيوية لعام الحصر عن طريق قسمة التغير في المخزون على الفترة (الأعوام) الفاصلة بين القياسين. وتناسب طريقة الفرق في المخزون البلدان التي تجرى بها عمليات حصر دورية، وتلائم بشكل أكبر البلدان التي تستخدم طرق المستوى 3. وقد لا تناسب هذه الطريقة بشكل جيد المناطق التي بها ظروف مناخية متقلبة جدًا وقد تؤدي إلى نتائج مزيفة ما لم يمكن إجراء عمليات الحصر السنوية.

المستوى 3

تستخدم طرق المستوى 3 عندما يتوافر لدى البلدان معاملات انبعاث خاصة بالبلد وبيانات وطنية ملموسة. وقد تكون المنهجية الخاصة بالبلد قائمة على عمليات الحصر المفصلة لمجموعات الأراضي الدائمة المستخدمة كعينة لأراضي المروج الطبيعية و/أو النماذج. وفيما يتعلق بالمستوى 3، يجب على البلدان وضع المنهجيات والبارامترات الخاصة بها لتقدير التغيرات في الكتلة الحيوية. وقد تكون هذه المنهجيات مشتقة من كلتا الطرق الموضحة أعلاه أو تكون قائمة على المقتربات الأخرى. وينبغي توثيق الطريقة المستخدمة على نحو واضح.

وتجدر الإشارة إلى أن المستوى 3 يشتمل على أنظمة حصر تستخدم المعاينة القائمة إحصائياً للكتلة الحيوية بمرور الوقت و/أو نماذج عمليات، وتُصنف هذه الأنظمة حسب المناخ ونوع المروج الطبيعية ونظام الإدارة. على سبيل المثال، يمكن استخدام نماذج النمو المحققة الخاصة بالأنواع والتي تشتمل على تأثيرات الإدارة مثل الرعي الجائر والحرائق والإصلاح بالكلس والتخصيب، إلى جانب البيانات المناسبة حول أنشطة الإدارة، لتقدير التغيرات الصافية في مخزون كربون الكتلة الحيوية في المروج الطبيعية بمرور الوقت. كما أن بالإمكان تطبيق النماذج مع المعاينة التي تجرى بصفة دورية لتقديرات الكتلة الحيوية، والتي تشبه تلك المستخدمة في عمليات الحصر المفصلة الخاصة بالأحراج، لتقدير تغيرات المخزون لإجراء الاستقراءات المكانية لمناطق المروج الطبيعية.

وتشمل المعايير الرئيسية في اختيار النماذج المناسبة أن يتمتع النموذج بالقدرة على تمثيل كل عمليات تحويل النظام الحيوي وممارسات الإدارة التي يتم تمثيلها في بيانات الأنشطة. ومن الأهمية أن يتم التحقق من النماذج باستخدام المشاهدات المستقلة من المواقع الميدانية في البلد أو المنطقة والتي تمثل تغير أنظمة المناخ والتربة وإدارة المروج الطبيعية الموجودة في البلد.

إذا كان ممكنًا، يجب استخدام تقديرات المساحة الواضحة مكانيًا لتسهيل الحصول على تغطية كاملة للمروج الطبيعية ولضمان عدم التحيز في تقديرات المساحات بالزيادة أو النقص. وعلاوة على ذلك، يمكن ربط تقديرات المساحة الواضحة مكانيًا بمعدلات زيادة وإزالة الكربون والتجديد وتأثيرات الإدارة ذات الصلة على المستوى المحلي بما يعمل على تحسين دقة التقديرات.

6-3-1-2 اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة

المستوى 1

تتطلب طرق المستوى 1 تقديرات للكتلة الحيوية في استخدام الأراضي قبل التحويل وبعد التحويل. ويفترض المستوى 1 إزالة الكتلة الحيوية بالكامل عند إعداد الموقع لاستخدام المروج الطبيعية، ولذلك تصبح القيمة الافتراضية للكتلة الحيوية بعد التحويل مباشرًة تساوي صفر طن في الهكتار. ويمكن الحصول على القيم الافتراضية للكتلة الحيوية فيما يخص:

- الأراضي الحرجية قبل الإزالة: انظر الفصل 4 (الأراضي الحرجية)؛
- المحاصيل الزراعية التي تشتمل على محاصيل خشبية دائمة: انظر الفصل 5 (المحاصيل الزراعية)؛ و
- الأراضي الزراعية التي تشمل محاصيل سنوية: استخدام قيمة افتراضية تبلغ 4.7 طن كربون لكل هكتار أو 10 أطنان من المادة الجافة لكل هكتار، ويبلغ نطاق الخطأ المقترن بهذه القيمة ±75%.

يوفر الجدول 6.4 قيمًا افتراضية للكتلة الحيوية بعد التحويل؛ مع ذلك، قد يوجد تباين واسع داخل أي منطقة نتيجة التباين في هطول الأمطار أو طبيعة التربة. وتنطوي هذه القيم الافتراضية على معدلات خطأ عالية ولذلك عند توافر بيانات أفضل للبلد المعني، يجب على البلدان استخدام البيانات الأفضل والمتاحة محليًا لتقدير الكتلة الحيوية في المروج الطبيعية.

الجدول 6-4
القيم الافتراضية لمخزونات الكتلة الحيوية في المروج الطبيعية بعد التحويل من استخدام آخر للأراضي.

المنطقة المناخية حسب تصنيف الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ	أقصى حد للكتلة الحيوية[1] فوق الأرض (بالأطنان في الهكتار)	إجمالي (فوق الأرض وتحت الأرض) الكتلة الحيوية2 غير الخشبية (بالأطنان في الهكتار)	الخطأ[3]
شمالية – جافة ومطيرة[4]	1.7	8.5	±75%
معتدلة باردة – جافة	1.7	6.5	±75%
معتدلة باردة - مطيرة	2.4	13.6	±75%
معتدلة دافئة – جافة	1.6	6.1	±75%
معتدلة دافئة - مطيرة	2.7	13.5	±75%
أستوائية – جافة	2.3	8.7	±75%
أستوائية – رطبة ومطيرة	6.2	16.1	±75%

[1] بيانات الكتلة الحيوية الواقفة مجمعة من متوسطات متعددة السنوات تم الإبلاغ عنها في مواقع المروج الطبيعية المسجلة في قاعدة بيانات ORNL DAAC NPP [http://www.daacsti.ornl.gov/NPP/].

[2] يعتمد إجمالي قيم الكتلة الحيوية فوق الأرض وتحت الأرض على الحد الأقصى للكتلة الحيوية فوق الأرض ونسب الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى الكتلة الحيوية فوق الأرض.

[3] يمثل تقدير اسمي للخطأ، يساوي ضعفي الانحراف المعياري، كنسبة مئوية من المتوسط.

[4] نظرا لمحدودية البيانات، تم الجمع بين المناطق الجافة والرطبة لنظام الحرارة الشمالي والمناطق الرطبة والمطيرة لنظام الحرارة الأستوائي.

المستوى 2

من *الممارسة السليمة* في هذا المستوى استخدام تقديرات البلد المعني لمخزونات الكتلة الحيوية والانبعاثات/عمليات الإزالة الناجمة عن تحويل الأراضي، وكذلك تضمين تقديرات عمليات الفقد في الموقع وخارجه نتيجة عمليتي الحرق والتحلل التي تعقب تحويل الأراضي إلى مروج طبيعية. وهذه التحسينات قد تتم في شكل دراسات منتظمة لمحتوى الكربون والانبعاثات وعمليات الإزالة المقترنة باستخدامات الأراضي وعمليات تحويل الاستخدام داخل البلد أو المنطقة، وكذلك إعادة تدقيق القيم الافتراضية الموضوعة في ضوء الظروف الخاصة بالبلد.

ويتطلب المستوى 2 البيانات الخاصة بالبلد أو المنطقة المعنية فيما يتعلق بالكتلة الحيوية في المروج الطبيعية. وهو ما يمكن القيام به عبر مجموعة متنوعة من الطرق، بما في ذلك تقدير الكثافة (أي الغطاء التاجي) للنباتات الخشبية والعشبية عن طريق الصور الجوية أو صور الأقمار الاصطناعية عالية الاستبانة والقياسات الأرضية. ويمكن أن يتباين تركيب الأنواع والكثافة ونسبة الكتلة الحيوية فوق الأرض إلى تحت الأرض بشكل كبير بالنسبة لظروف وأنواع المروج الطبيعية المختلفة، وبالتالي فقد يكون التصنيف الفرعي لمجموعات الأراضي المستخدمة في المعاينة وأنشطة المسح حسب أنواع المروج الطبيعية إجراءً أكثر فاعلية. ويشتمل الملحق 3 أ-3 من الفصل 3 على إرشادات عامة حول أساليب المعاينة والمسح المستخدمة في حصر الكتلة الحيوية.

يُعد تسجيل ديناميكيات الكتلة الحيوية تحت الأرض بدقة أمرًا ضروريًا لحساب التغيرات في مخزون الكربون عند تحويل الأراضي إلى مروج طبيعية. وفي حالة هجر الأراضي الزراعية، ستزداد الكتلة الحيوية باستمرار مع تتابع النظام الحيوي. وبالنسبة للأراضي المحولة من أحراج إلى مراع، يحدث تحلل تدريجي للكتلة الحيوية الخاصة بالأحراج فوق الأرض وزيادة تدريجية للكتلة الحيوية تحت الأرض لأعشاب المراعي. ورغم أن

وتشير نسب المجموع الجذري إلى الخضري إلى تباينات واسعة في القيم على مستوى كل من الأنواع الفردية (على سبيل المثال، Anderson *et al.*, 1972) والمجتمعات النباتية (على سبيل المثال، Jackson *et al.*, 1996; Cairns *et al.*, 1997). ولذلك يُوصى ما أمكن باستخدام نسب المجموع الجذري إلى الخضري التي يتم الحصول عليها تجريبياً والخاصة بالمنطقة أو نوع النبات. ويقدم الجدول 6.1 النسب الافتراضية للمجموع الجذري إلى الخضري الخاصة بالأنظمة الحيوية الرئيسية للمروج الطبيعية في العالم؛ ويمكن استخدام هذه البيانات كنسب افتراضية عندما لا يتوفر لدى البلدان المزيد من المعلومات الإقليمية اللازمة لوضع نسب خاصة بالبلد. كما يتم تضمين نسب للأراضي الخشبية/السافانا وأراضي الأشجار الجنبات للاستخدام من قبل البلدان التي تقوم بتضمين هذه الأنواع في قسم المروج الطبيعية من الحصر الخاص بها.

المستوى 3

تشمل مقتربات المستوى 3 استخدام مجموعة النماذج الديناميكية وقياسات الحصر الخاصة بتغيرات مخزون الكتلة الحيوية. وتجدر الإشارة إلى أن هذا المستوى لا يستخدم تغيرات المخزون البسيطة أو معاملات الانبعاث *في حد ذاتها*. ويتم اشتقاق تقديرات الانبعاثات/عمليات الإزالة باستخدام المقتربات القائمة على النماذج من التفاعل بين المعادلات العديدة التي تقدر صافي التغير في مخزونات الكتلة الحيوية داخل النماذج. ويمكن استخدام النماذج إلى جانب المعاينة الدورية لتقديرات المخزون مثلما هو متبع في عمليات الحصر المفصلة الخاصة بالأحراج، لتقدير تغيرات المخزون او مدخلاته أو مخرجاته (كما هو الحال في المستوى 2 لإجراء استقراءات مكانية لمناطق المروج الطبيعية). على سبيل المثال، يمكن استخدام نماذج النمو المحققة الخاصة بالأنواع والتي تشتمل على تأثيرات الإدارة مثل الرعي الجائر والحرائق والتخصيب، إلى جانب البيانات المناسبة حول أنشطة الإدارة، لتقدير التغيرات الصافية في مخزون كربون الكتلة الحيوية في المروج الطبيعية بمرور الوقت.

3-1-3-6 اختيار بيانات الأنشطة

تتطلب كافة المستويات تقديرات لمساحات الأراضي المحولة إلى المروج الطبيعية. ويجب استخدام بيانات المساحة نفسها لحساب الكتلة الحيوية وتقديرات المادة العضوية الميتة وكربون التربة. ويمكن، إذا لزم الأمر، تجزيء بيانات المساحة المستخدمة في تحليل التربة بما يسمح بالتطابق مع النطاق المكاني المطلوب لتقديرات الكتلة الحيوية ذات المستوى الأدنى، غير أنه في المستويات الأعلى، يجب أن يراعي التصنيف أنواع التربة الرئيسية. ويجب الحصول على بيانات المساحة باستخدام الطرق الموضحة في الفصل 3. وتجدر الإشارة إلى أنه من الضروري القيام بعمليات تدقيق مقارن لضمان التمثيل الوافي والمتسق للأراضي المحولة سنويا بما يضمن تفادي أي حالات ممكنة للإسقاط أو ازدواجية الحساب. ويجب تجزيء البيانات وفقا للفئات المناخية العامة وأنواع المروج الطبيعية. وتتطلب عمليات الحصر بالمستوى 3 معلومات أكثر شمولاً حول إنشاء المروج الطبيعية الجديدة تتضمن طبقات تربة ومناخ واستبانة زمنية ومكانية أكثر دقة. ويجب تضمين كافة التغيرات التي تقع خلال الأعوام المحددة كفترة انتقالية في تحويلات أكبر من الفترة الانتقالية (الفترة الافتراضية 20 عاماً) ويتم الإبلاغ عنها كقسم فرعي من *المروج الطبيعية التي تظل مروجًا طبيعية*. وتتطلب المستويات الأعلى تفاصيل أكبر بما يضمن اتساق عمليات الحصر مع *الخطوط التوجيهية للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ*، غير أن المتطلب الأدنى هو تحديد مساحات تحويل الأحراج على نحو منفصل. وذلك لأن الأحراج تكون عادة ذات كثافة كربونية أعلى قبل التحويل. وهو ما يعني أنه قد تكون هناك حاجة لمعرفة جزئية على الأقل بمصفوفة تغير الاستخدام، وبالتالي، عند استخدام المقتربين 1 و2 من الفصل 3 لتقدير مساحة الأراضي، قد تكون هناك حاجة لمسوح تكميلية لتحديد مساحة الأراضي التي يجري تحويلها من أراض حرجية إلى مروج طبيعية. وكما هو موضح في الفصل 3، عند إنشاء المسوح، ففي أغلب الحالات يكون العمل على تحديد المساحات التي تخضع للتحويل على نحو مباشر إجراءً أكثر دقة مقارنة بتقدير هذه المساحات عن طريق الفرق بين الإجمالي مساحات الأراضي في استخدامات معينة خلال فترات زمنية مختلفة.

المستوى 1

تُعد تقديرات المناطق المحولة إلى مروج طبيعية، من الاستخدامات الأولية للأراضي (أي الأراضي الحرجية والأراضي الزراعية وأراضي الاستيطان ونحو ذلك) إلى النوع النهائي للمروج الطبيعية، أمرًا ضروريًا. وتفترض منهجية المستوى 1 استناد تقديرات المساحة إلى إطار زمني من عام واحد، تنتقل بعده إلي فئة *المروج الطبيعية التي تظل مروجًا طبيعية*. وفي حالة تقييم تقديرات المساحة على مدار إطارات زمنية أطول، يجب تحويلها إلى مساحات متوسطة سنوية لتلائم قيم مخزون الكربون المستخدمة. وفي حالة عدم توافر مثل هذه البيانات مع البلدان، فقد يتم استقراء العينات الجزئية للحصول على قاعدة الأراضي الكلية، أو يتم استقراء التقديرات التاريخية لعمليات التحويل بمرور الوقت وذلك استنادا إلى حكم الخبراء بالبلد. وبحد أدني، يمكن للبلدان أن تستند إلى متوسط معدلات إزالة الغابات وتحويلات استخدام الأراضي إلى مروج طبيعية من المصادر العالمية، بما في ذلك الفاو (انظر موقع ويب FAOSTAT). وقد تستخدم مقتربات المستوى 1 متوسط المعدلات السنوية للتحويل والمساحات المقدرة بدلاً من التقديرات المباشرة.

المستوى 2

تقتضي *الممارسة السليمة* استخدام تقديرات المساحة الفعلية لكافة عمليات التحويل الممكنة من الاستخدام الأولى إلى نوع المروج الطبيعية. ويمكن إجراء تقرير الإبلاغ الكامل لمساحات الأراضي سواء عن طريق تحليل الصور المستشعرة عن بعد على فترات دورية لأنماط استخدام الأراضي والغطاء الأرضي و/أو عبر عمليات المعاينة الأرضية الدورية لأنواع استخدام الأراضي أو أنظمة الحصر المختلطة.

المستوى 3

يجب أن توفر بيانات الأنشطة المستخدمة في حسابات المستوى 3 تقديرات كاملة لكافة عمليات تحويل استخدام الأراضي إلى مروج طبيعية، وأن يتم تجزيء هذه البيانات من أجل استيعاب الظروف المختلفة داخل البلد. ويمكن أن يتم التجزيء على أساس الحدود السياسية (البلد، الإقليم، ونحو ذلك)، أو المجال الحيوي، أو المنطقة المناخية، أو مزيج من هذه البارامترات. وفي كثير من الحالات، قد يكون لدى البلدان معلومات حول الاتجاهات متعددة الأعوام في تحويل استخدام الأراضي (من عمليات الحصر الدورية القائمة على العينة أو الاستشعار عن بعد لأنماط الاستخدام والغطاء الأرضي).

4-1-3-6 خطوات الحساب في المستويين 1 و2

فيما يلي ملخص بالخطوات اللازمة لتقدير التغير في مخزون الكربون في الكتلة الحيوية (ΔC_B) باستخدام الطرق الافتراضية

تم توفير ورقات عمل لإجراء تقديرات المستوى 1 المعنية بالانبعاثات وعمليات الإزالة من هذه الفئة (انظر الملحق 1 ورقات عمل الزراعة والحراجة واستعمالات الأرض الأخرى). ويتم تبسيط المعادلة 2-15 لهذا الحساب. ويعتمد المستوى 1 على الافتراض بأن قيمة كل من ΔC_G وΔC_L تساوي الصفر. ولذلك يعد $\Delta C_{CONVERSION}$ المكون الوحيد الذي يتطلب حسابًا، ويتم حسابه باستخدام المعادلة 2-16. وبالنسبة للأراضي المحولة إلى مروج طبيعية، يتم حساب المعادلة 2-16 مرتين، مرة للكتلة الحيوية العشبية ومرة للكتلة الحيوية الخشبية، وذلك نظرا لأن كل عنصر من هذه العناصر يحتوي على جزء كربون مختلف.

المستوى 1

يحتاج المستوى 1 إلى حساب التغير المفاجئ فقط. ويرتكز إلى افتراض بسيط هو أن كافة تغيرات المخزون تحدث في عام التحويل. ولذلك فبالنسبة للتحويلات الأكبر من عام واحد، ولكنها لا تزال في الفترة الانتقالية، يُفترض عدم وجود تغيرات صافية في مخزونات كربون الكتلة الحيوية.

الخطوة 1: تحديد فئات تحويل الأراضي التي سيتم استخدامها في هذا التقدير والمساحات التمثيلية. يتطلب المستوى 1 تقديرات المناطق المحولة إلى مروج طبيعية من الاستخدامات الأولية للأراضي (أي الأراضي الحرجية والأراضي الزراعية وأراضي الاستيطان وغير ذلك) إلى النوع النهائي للمروج الطبيعية. وعند حساب الأراضي التي لا تزال في المرحلة الانتقالية، يُتطلب فقط حساب إجمالي مساحة الأراضي التي تحولت أثناء العشرين عامًا السابقة إذ يفترض المستوى 1 حدوث كافة التغيرات في مخزون كربون الكتلة الحيوية في العام الأول.

الخطوة 2: تحديد فئات الأنشطة التي سيتم استخدامها في التقدير والمساحات التمثيلية. تتكون فئة الأنشطة من تعريفات لنوع التحويل و، إذا أمكن، طبيعة إدارة الغطاء الأرضي السابق وإدارة المرج الطبيعي (على سبيل المثال، "تحويل الحرج الاستوائي الموسمي المقطوع إلى مراعي ماشية باستخدام الأعشاب المجلوبة").

الخطوة 3: بالنسبة لكل فئة نشاط، تحدد الكتلة الحيوية بالهكتار في الكتلة الحيوية العشبية والكتلة الحيوية الخشبية (كل على حده) قبل التحويل. وفي حالة عدم توافر بيانات الكتلة الحيوية تحت الأرض، يتم استخدام نسب الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى الكتلة الحيوية فوق الأرض لتقدير مكون تحت الأرض في الكتلة الحيوية. يمكن الحصول على القيم الافتراضية من الفصل المعني بالفئة الأخرى لاستخدام الأراضي.

الخطوة 4: بالنسبة لكل فئة نشاط، تحديد الكتلة الحيوية بالهكتار في الكتلة الحيوية العشبية والكتلة الحيوية الخشبية (كل على حدة) بعد عام واحد من التحويل إلى المروج الطبيعية. وفي حالة عدم توافر بيانات الكتلة الحيوية تحت الأرض، يتم استخدام نسب الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى الكتلة الحيوية فوق الأرض لتقدير مكون تحت الأرض من الكتلة الحيوية. يمكن الوصول إلى القيم الافتراضية للكتلة الحيوية العشبية في الجدول 6-4.

الخطوة 5: تحديد أجزاء الكربون المناسبة للكتلة الحيوية العشبية والخشبية. تُستخدم قيمة افتراضية تبلغ 0.50 طن كربون (طن مادة جافة) للكتلة الحيوية الخشبية و0.47 طن كربون (طن مادة جافة) للكتلة الحيوية العشبية.

الخطوة 6: تقدير صافي تغير مخزونات الكربون في الكتلة الحيوية الخشبية والعشبية (كل على حدة) بطرح الكتلة الحيوية النهائية من الكتلة الحيوية الأولية وضرب هذا الفرق في المساحة التمثيلية للنشاط وفي جزء الكربون لمكون الكتلة الحيوية. تشير القيمة السالبة إلى زيادة في الكتلة الحيوية.

الخطوة 7: حساب تغيرات مخزونات كربون الكتلة الحيوية الخشبية والعشبية لتحديد صافي التغير في مخزونات كربون الكتلة الحيوية لكل فئة نشاط. ينبغي حساب المجاميع الفرعية لكل نوع تحويل ثم حساب المجموع الكلي وإدخاله في نهاية العمود الأخير في الجدول.

المستوى 2

الخطوة 1: تحديد فئات تحويل الأراضي التي سيتم استخدامها في هذا التقدير والمساحات التمثيلية. عند الحساب بالنسبة للأراضي في المرحلة الانتقالية، يلزم توافر بيانات المساحات التمثيلية لكل فئة في مراحل التحويل المختلفة.

الخطوة 2: التغيرات المفاجئة

- تحدد فئات الأنشطة التي سيتم استخدامها في التقدير والمساحات التمثيلية. تتكون فئة الأنشطة من تعريفات لنوع التحويل و، إذا أمكن، طبيعة إدارة الغطاء الأرضي السابق وإدارة المرج الطبيعي (على سبيل المثال، "تحويل الحرج الاستوائي الموسمي المقطوع إلى مراعي ماشية باستخدام الأعشاب المجلوبة").

- بالنسبة لكل فئة نشاط، تحديد الكتلة الحيوية بالهكتار في الكتلة الحيوية العشبية والكتلة الحيوية الخشبية (على حده) قبل التحويل. وفي حالة عدم توافر بيانات الكتلة الحيوية تحت الأرض، يتم استخدام نسب الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى الكتلة الحيوية فوق الأرض لتقدير مكون تحت الأرض من الكتلة الحيوية.
- بالنسبة لكل فئة نشاط، تحديد الكتلة الحيوية بالهكتار في الكتلة الحيوية العشبية والكتلة الحيوية الخشبية (كل على حدة) بعد عام واحد من التحويل إلى المروج الطبيعية. وفي حالة عدم توافر بيانات الكتلة الحيوية تحت الأرض، يتم استخدام نسب الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى الكتلة الحيوية فوق الأرض لتقدير مكون تحت الأرض بالكتلة الحيوية.
- تحديد أجزاء الكربون المناسبة للكتلة الحيوية العشبية والخشبية. تُستخدم قيمة افتراضية تبلغ 0.50 طن كربون (طن مادة جافة) للكتلة الحيوية الخشبية و0.47 طن كربون (طن مادة جافة) للكتلة الحيوية العشبية.
- تقدير صافي تغير مخزونات الكربون في الكتلة الحيوية الخشبية والعشبية بالهكتار لكل نوع من التحويل بطرح الكتلة الحيوية النهائية من الكتلة الحيوية الأولية وضرب هذا الفرق في المساحة التمثيلية للنشاط وفي جزء كربون مكون الكتلة الحيوية. تشير القيمة السلبية إلى زيادة في الكتلة الحيوية.
- حساب تغيرات مخزونات كربون الكتلة الحيوية الخشبية والعشبية لتحديد صافي التغير في مخزونات كربون الكتلة الحيوية لكل فئة نشاط. ينبغي حساب المجاميع الفرعية لكل نوع تحويل واستخراج المجموع الكلي.

الخطوة 3: التغيرات الانتقالية

- تحديد الفئات والمجموعات التي سيتم استخدامها في التقدير والمساحات التمثيلية. تتكون فئة الأنشطة من تعريفات لنوع التحويل و، إذا أمكن، طبيعة إدارة الغطاء الأرضي السابق وإدارة المرج الطبيعي (على سبيل المثال، "تحويل الحرج الاستوائي الموسمي المقطوع إلى مراعي ماشية باستخدام الأعشاب المجلوبة").
- تحديد معدل التغير السنوي للكتلة الحيوية العشبية والخشبية (كل على حدة) حسب نوع النشاط باستخدام طريقة الاكتساب-الفقد أو طريقة الفرق في المخزون (انظر فيما يلي) لكل مجموعة من الأراضي تمر حاليًا بالمرحلة الانتقالية بين التحويل والوصول إلى نظام مروج طبيعية مستقر وجديد.
- تحديد الكتلة الحيوية العشبية والخشبية في المجموعة أثناء العام السابق (تُؤخذ عادة من الحصر السابق).
- حساب التغير في الكتلة الحيوية العشبية والخشبية لكل مجموعة بإضافة معدل التغير الصافي إلى قيم مخزونات العام السابق.

طريقة الاكتساب-الفقد (المعادلة 2-7 في الفصل 2)

- تحديد متوسط الزيادة السنوية للكتلة الحيوية العشبية والخشبية (كل على حدة).
- تحديد متوسط حالات الفقد السنوية للكتلة الحيوية العشبية والخشبية (كل على حدة).
- تحديد معدل التغير الصافي في الكتلة الحيوية العشبية والخشبية بطرح الفقد من الزيادة.

طريقة الفرق في المخزون (المعادلة 2-8 في الفصل 2)

- تحديد الفترة الزمنية الفاصلة بين عمليات الحصر، ومتوسط قيم مخزون الكتلة الحيوية العشبية والخشبية في الحصر الأولي ومتوسط الكتلة الحيوية العشبية والخشبية في الحصر النهائي.
- استخدام هذه القيم في حساب صافي الفرق السنوي في الكتلة الحيوية العشبية والخشبية عن طريق طرح المخزون الأولى من المخزون النهائي، وقسمة الفرق على عدد السنوات الفاصلة بين الحصرين. تشير القيمة السالبة إلى انخفاض في المخزون.
- يتطلب مقترب المستوى 2 معاملات توسيع خاصة بالبلد أو النظام الحيوي وأفضل البيانات المحلية المتاحة (وتوثيقها).

6-1-3-5 تقدير عدم التيقن

تعتبر تحليلات عدم التيقن فيما يخص *الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية* مماثلة على نحو جوهري للتحليلات الخاصة *بالمروج الطبيعية التي تظل مروجًا طبيعية*. وهناك مصدران لعدم التيقن في عمليات حصر الكربون: (1) أوجه عدم التيقن في بيانات استخدام وإدارة الأراضي والبيانات البيئية، و(2) أوجه عدم التيقن في الزيادة والفقد في الكربون وقيم مخزون الكربون ومعامل التوسيع ومعاملات تغير المخزون/الانبعاث بالنسبة للمقتربات من المستوى 2، وأوجه عدم التيقن في تركيب النموذج/خطأ البارامترات بالنسبة لمقتربات المستوى 3 القائمة على النماذج، أو خطأ القياس/تغيرية المعاينة فيما يخص عمليات الحصر القائمة على القياسات في المستوى 3. راجع قسم عدم التيقن في *المروج الطبيعية التي تظل مروجًا طبيعية* للحصول على مناقشة إضافية (القسم 6-2-1-5).

2-3-6 المادة العضوية الميتة

يقدم هذا القسم التغيرات في مخزونات كربون حوض المادة العضوية الميتة **(DOM)** في *فئة الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية*. وتمثل الأراضي الزراعية والأراضي الحرجية وأراضي الاستيطان والأراضي الأخرى أنواعًا محتملة للتحويل إلى مروج طبيعية. ويشتمل القسم على طرق لنوعين من أحواض المادة العضوية الميتة: (1) الخشب الميت و(2) الفرش الحرجي. ويقدم الفصل 1 من هذا المجلد تعاريف مفصلة لهذين الحوضين. يمكن التعرف على خصائص الخشب الميت والفرش الحرجي بالرجوع إلى القسم 6-2-2.

يتطلب تقدير التغيرات في مخزونات كربون المواد العضوية الميتة *للأراضي المحولة إلى مروج طبيعية* مقتربًا ثنائي المرحلة، يشبه المقترب الموضح في قسم الكتلة الحيوية (القسم 6-3-1). خلال المرحلة الأولى، يوجد في الغالب تغير مفاجئ في المادة العضوية الميتة المقترنة بالتغير في الاستخدام، وبالأخص عندما يكون التغير مقصودًا ومقترنًا بعمليات إعداد للأرض (مثل الإزالة والحرق). أما المرحلة الثانية فتُعنى بعمليات التحلل والزيادة أثناء فترة انتقالية وصولاً إلى نظام ذي حالة ثابتة. وعند نقطة زمنية معينة، يجب أن يصل النظام الحيوي في المروج الطبيعية إلى حالة توازن وفي هذه الأثناء يمكن اعتباره ضمن *المروج الطبيعية التي تظل مروجًا طبيعية* وحسابه في هذه الفئة. تمثل الفترة الانتقالية المقدرة بعشرين عامًا بعد التحويل الفترة الافتراضية، ولكن البلدان حرة في تحديد الفترة الانتقالية المناسبة لها حسب تقديرها.

ولتضمين الفترة الافتراضية في الحسابات، يجب تناول الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية كمجموعات سنوية. بمعنى أن الأراضي المحولة في عام معين يجب حسابها باستخدام طرق المرحلة 1 في عام التحويل وباستخدام طرق المرحلة 2 للأعوام التسعة عشر التالية. وفي نهاية فترة العشرين (20) عامًا، يتم إضافة مساحة الأراضي لهذا العام المحدد إلى مساحة الأراضي التي يتم حسابها تحت فئة *المروج الطبيعية التي تظل مروجًا طبيعية*.

يرجح ألا يتوافر حوض خشب ميت أو فرش حرجي في الكثير من أنواع الاستخدام، ولذلك يمكن افتراض أن أحواض الكربون المعنية قبل التحويل تساوي الصفر. يمكن أن تشتمل الأراضي الحرجية والأنظمة الزراعية الحرجية والأراضي الرطبة على كمية كبيرة من الكربون وكذلك المساحات الحرجية المحيطة بأراضي الاستيطان والتي ربما يتم تعريفها كأراض استيطان استنادًا إلى الاستخدام القريب وليس الغطاء الأرضي.

ويرجح عدم حدوث انتقال مفاجئ بعدد من مناطق الأراضي التي تحولت إلى مروج طبيعية (مثل الأراضي الزراعية التي تم هجرها والأراضي الزراعية التي تعود للمروج الطبيعية). في هذه الحالة، لن تكون افتراضات المرحلة 1 مناسبة ويكون هناك انتقال تدريجي في أحواض الكتلة العضوية الميتة وصولاً إلى توازن جديد. عندما يحدث هذا النوع من التحويل، يمكن التعامل مع حساب التحويل الكامل باستخدام طرق المرحلة 2.

تشتمل عملية تحويل الأراضي إلى مروج طبيعية في الغالب الإزالة والحرق. وعند إزالة الأراضي، قد تتم إزالة الكتلة العضوية الميتة للحصول على خشب الوقود أو استخدامات أخرى. وقد تحاول البلدان تحديد حجم عمليات الإزالة هذه وحساب الكربون في القطاعات الأخرى (مثل الطاقة). بالإضافة إلى ذلك، لا يقوم حرق النباتات المتبقية بإزالة الكتلة العضوية الميتة بالكامل ويتحول بعضها إلى فحم نباتي. وفي المستويات الأعلى، قد ترغب البلدان في حساب هذا الانتقال إلى حوض تخزين طويل المدى.

1-2-3-6 اختيار الطريقة

تقدم شجرة القرار في الشكل 2-3 بالفصل 2 إرشادات للمساعدة فيما يتعلق باختيار المستوى المناسب لتطبيق إجراءات التقدير. ويتطلب تقدير التغيرات في مخزون الكربون بالمادة العضوية الميتة تقدير التغيرات في المخزون بحوضي الخشب الميت والفرش الحرجي. ويتم تناول كل حوض من حوضي المادة العضوية الميتة (الخشب الميت والفرش الحرجي) بشكل منفصل، غير أن الطريقة المستخدمة في تقدير التغيرات بكل منهما تعد واحدة.

المستوى 1

يشتمل مقترب المستوى 1 على تقدير مساحة كل نوع من تحويل الأراضي باستخدام فئات التحويل الكبرى فقط (على سبيل المثال، من أراض حرجية إلى مروج طبيعية). ويقدر التغير المباشر والمفاجئ في مخزون الكربون (المرحلة 1) بكل من الخشب الميت والفرش الحرجي نتيجة تحويل الأراضي الأخرى إلى مروج طبيعية في المستوى 1 باستخدام المعادلة 2.23 حيث تساوي قيمة C_0 الصفر ويكون T_{on} مساويا الواحد. ويفترض المستوى 1 إزالة كافة الخشب الميت والفرش الحرجي أثناء التحويل وألا يتبقى أو يتراكم خشب ميت أو فرش حرجي في *الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية*. وبالنسبة للبلدان التي يكون بها هذا الافتراض مقبولاً (على سبيل المثال عندما تمارس زراعة القطع والحرق على نطاق واسع) فإنه ينبغي استخدام مستوى أعلى عند حساب الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية. وعلاوة على ما سبق، يتعين افتراض أن تصل المروج الطبيعية إلى الكتلة الحيوية المستقرة أثناء العام الأول بعد التحويل. ولذلك وبالنسبة للمستوى 1، لا توجد أية انبعاثات أو عمليات إزالة ترتبط بالمرحلة 2، بالرغم من أنه يجب الاحتفاظ بالأراضي المحولة إلى مروج طبيعية في فئة التحويل الخاصة بفترة الانتقال البالغة 20 عامًا لأن مخزونات التربة ستستغرق وقتًا أطول لتحقيق التوازن.

وتجدر الإشارة إلى أنه لا توجد قيم افتراضية متاحة للخشب الميت أو الفرش الحرجي في معظم الأنظمة. وبالنسبة للأحراج، لا توجد قيم افتراضية عالمية للخشب الميت، لكن توجد قيم للفرش الحرجي (الجدول 2-2، الفصل 2). ويجب على البلدان أن تسعى لعمل أفضل التقديرات واستخدام البيانات المحلية من المؤسسات البحثية الزراعية والمعنية بالأحراج من أجل توفير أفضل التقديرات للخشب الميت والفرش الحرجي في النظام الأولي قبل التحويل.

المستوى 2
تتطلب مقتربات المستوى 2 مستوى أكبر من التجزيء مقارنة بالمستوى 1. وينبغي الإبلاغ عن بيانات الأنشطة وفقًا للمنطقة الإيكولوجية وأنظمة الإدارة.

وكما هو موضح في قسم الكتلة الحيوية (القسم 6-3-1)، يمكن تلخيص التأثيرات الفورية لأنشطة تحويل الأراضي على أحواض الكربون الخمسة في "مصفوفة اضطراب". وتوضح مصفوفة الاضطراب عمليات استبقاء وتحويل وإطلاق الكربون في الأحواض في الأنظمة الحيوية الأصلية بعد التحويل إلى مروج طبيعية. وتعمل مصفوفة الاضطراب على تحديد نسبة مخزون الكربون التي تظل في الحوض والنسبة التي تنتقل إلى أحواض أخرى. وهناك عدد قليل من أنواع التحويل الممكنة وهي موضحة في مصفوفة الاضطراب بالجدول 2-1 من الفصل 2. ويضمن استخدام مصفوفة الاضطراب الاتساق في حساب كافة أحواض الكربون.

ويقدر التغير المباشر والمفاجئ في مخزون الكربون في الخشب الميت نتيجة تحويل الأراضي الأخرى إلى مروج طبيعية في المستويين 2 و3 باستخدام المعادلة 2-23- وأثناء الفترة الانتقالية، تكون الأحواض التي تكتسب أو تفقد الكربون غالبًا ذات منحنى فقد أو اكتساب غير خطي يمكن تمثيله عن طريق مصفوفات تحويل متتابعة. وفيما يتعلق بالمستوى 2، يمكن افتراض دالة تغير خطي، وينبغي لمقترب المستوى 3 القائم على هذه الطرق استخدام الأشكال الصحيحة من المنحنيات. ويجب تطبيق هذه المنحنيات على كل مجموعة تخضع للتحويل خلال عام الإبلاغ هذا لتقدير التغير السنوي في حوضي كربون الخشب الميت والفرش الحرجي.

وهناك طريقتان مقترحتان لحساب التغيرات في كربون الخشب الميت والفرش الحرجي خلال المرحلة الانتقالية:

طريقة الاكتساب-الفقد (المعادلة 2-18 في الفصل 2): تتضمن هذه الطريقة تقدير مساحة كل نوع من أنواع التحويل والمتوسط السنوي للتحويل إلى ومن مخزون الخشب الميت والفرش الحرجي. ويحتاج ذلك لتقدير المساحة المندرجة تحت فئة *الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية* وفقًا لأنواع المناخ أو المناطق الإيكولوجية أو المروج الطبيعية المختلفة أو نظام الاضطراب أو نظام الإدارة أو المعاملات الأخرى التي تؤثر بشكل ملموس على حوضي الخشب الميت والفرش الحرجي وكمية الكتلة الحيوية المحولة إلى مخزونات خشب ميت وفرش حرجي وكذلك كمية الكتلة الحيوية المزالة من هذين الحوضين لكل هكتار وفقًا لأنواع المروج الطبيعية المختلفة.

طريقة فرق المخزون (المعادلة 2-19 في الفصل 2): تتضمن طريقة فرق المخزون تقدير مساحة *الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية* وتقدير مخزون حوضي الخشب الميت والفرش الحرجي عند نقطتين زمنيتين هما $\mathbf{t_1}$ و$\mathbf{t_2}$. ويتم الحصول على التغيرات السنوية في مخزون كربون حوضي الخشب الميت والفرش الحرجي لعام الحصر عن طريق قسمة التغير في المخزون على الفترة (الأعوام) الفاصلة بين القياسين. وتلائم هذه الطريقة البلدان التي تقوم بعمليات حصر دورية. وقد لا تلائم بشكل جيد المناطق التي تتسم بظروف مناخية شديدة التقلب، فيما قد تؤدي إلى نتائج مزيفة ما لم يتم القيام بعمليات الحصر السنوية.

المستوى 3
فيما يتعلق بالمستوى 3، يجب على البلدان وضع المنهجيات والبارامترات الخاصة بها لتقدير التغيرات في أحواض المادة العضوية الميتة. وقد تكون هذه المنهجيات مشتقة إما من كلتا الطرق الموضحة أعلاه أو تكون قائمة على المقتربات الأخرى. وينبغي توثيق الطريقة المستخدمة على نحو واضح. وقد تكون طريقة الفرق في المخزون الموضحة أعلاه مناسبة للبلدان التي تستخدم طرق المستوى 3. وتستخدم طرق المستوى 3 عندما يتوافر لدى البلدان معاملات انبعاث خاصة بالبلد وبيانات وطنية على نطاق كبير. وقد تكون المنهجية الخاصة بالبلد قائمة على عمليات الحصر المفصلة لعينات الأراضي الدائمة في المروج الطبيعية و/أو النماذج.

6-3-2-2 اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة

جزء الكربون: يعتبر جزء الكربون من الخشب الميت والفرش الحرجي متغيراً ويعتمد على مرحلة التحلل. ويعد الخشب أقل تغيرا من الفرش الحرجي. وتستخدم القيمة الافتراضية 0.50 طن كربون (طن مادة جافة) لجزء الكربون. وتتراوح قيم الفرش الحرجي في المروج الطبيعية بين 0.30 و0.50 طن كربون (طن مادة جافة). وفي حالة عدم توافر معاملات توسيع خاصة بالبلد أو النظام الحيوي، يجب على البلدان استخدام قيمة جزء كربون تبلغ 0.40 طن كربون (طن مادة جافة).

المستوى 1
بالنسبة للمستوى 1، يفترض أن مخزون الخشب الميت والفرش الحرجي في الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية يفقد جميعه أثناء التحويل وأنه لا يوجد تراكم من المادة العضوية الميتة في المروج الطبيعية بعد التحويل. ويجدر بالبلدان التي تشهد تحويلات كبيرة من الأنظمة الحيوية الأخرى إلى المروج الطبيعية وضع بيانات وطنية لتحديد هذا التأثير والإبلاغ عنه تحت منهجيات المستويين 2 و3.

المستوى 2
من *الممارسة السليمة* أن يتم استخدام بيانات على مستوى البلدان فيما يخص الخشب الميت والفرش الحرجي لفئات المروج الطبيعية المختلفة إلى جانب القيم الافتراضية، وذلك إذا كانت البيانات الخاصة بالبلد المعني أو المناطق الإقليمية غير متوافرة لبعض فئات التحويل. ويمكن اشتقاق القيم الخاصة بالبلد المعني فيما يتعلق بتحويل الكربون من الأشجار الحية والأعشاب التي يتم حصادها إلى بقايا حصاد ومعدلات تحلل، في حالة استخدام طريقة الاكتساب-الفقد، أو تغير صاف في أحواض المادة العضوية الميتة، مع طريقة الفرق في المخزون من معاملات التوسيع الوطنية مع مراعاة نوع المرج الطبيعي ومعدل استغلال الكتلة الحيوية وممارسات الحصاد والغطاء النباتي الذي يتعرض للتدمير أثناء عمليات الحصاد. وينبغي اشتقاق القيم الخاصة بالبلد لأنظمة الاضطراب من الدراسات العلمية.

المستوى 3
يجب تحديد تقديرات الكربون في أحواض المادة العضوية الميتة المجزأة على المستوى الوطني كجزء من الحصر الوطني للمروج الطبيعية أو النماذج المعدة على المستوى الوطني أو من برنامج مخصص لحصر غازات الاحتباس الحراري، إلى جانب عمليات معاينة دورية وفقا للمبادئ المحددة في الملحق 3أ.3 بالفصل 3. ويمكن أن تقترن بيانات الحصر بدراسات النماذج من أجل تسجيل ديناميكيات كافة أحواض الكربون في المروج الطبيعية.

توفر طرق المستوى 3 تقديرات ذات مستوى أكبر من التيقن مما توفره المستويات الأدنى وتتضمن ارتباط أكبر بين أحواض الكربون الفردية. وتجدر الإشارة إلى أن بعض البلدان وضعت مصفوفات اضطراب تقدم نمطا لإعادة توزيع الكربون بين الأحواض المختلفة لكل نوع من الاضطراب. وتمثل معدلات التحلل إحدى البارامترات الهامة الأخرى في حساب كربون المادة العضوية باستخدام النماذج، وهي قد تتباين وفقًا لنوع الخشب والظروف المناخية وإجراءات إعداد الموقع (على سبيل المثال، الحرق الخاضع للسيطرة أو حرق الكومات).

3-2-3-6 اختيار بيانات الأنشطة

تتطلب كافة المستويات تقديرات *لمساحات الأراضي المحولة إلى المروج الطبيعية*. ويجب استخدام بيانات المساحة نفسها لحساب الكتلة الحيوية وتقديرات المادة العضوية الميتة وكربون التربة. ويمكن، إذا لزم الأمر، تجزيء بيانات المساحة المستخدمة في تحليل التربة بما يسمح بالاتساق مع النطاق المكاني المطلوب للتقديرات ذات المستوى الأدنى للكتلة الحيوية، غير أنه في المستويات الأعلى، يجب أن يراعي التصنيف الأنواع الرئيسية للتربة. وينبغي الحصول على بيانات المساحة باستخدام الطرق الموضحة في الفصل 3. ويجب إجراء عمليات التدقيق المقارن لضمان التمثيل الوافي والمتسق للأراضي المحولة سنويا بما يضمن تفادي أي حالات ممكنة للإسقاط أو ازدواجية الحساب. ويجب تجزيء البيانات وفقا للفئات المناخية العامة وأنواع المروج الطبيعية. وتتطلب عمليات الحصر بالمستوى 3 معلومات أكثر شمولاً حول إنشاء المروج الطبيعية الجديدة تتضمن طبقات تربة ومناخ واستبانة زمنية ومكانية أكثر دقة. ويجب تضمين كافة التغيرات التي تقع خلال الأعوام المحددة كفترة انتقالية في تحويلات أكبر من الفترة الانتقالية (الفترة الافتراضية 20 عاماً) ويتم الإبلاغ عنها كقسم فرعي من *المروج الطبيعية التي تظل مروجًا طبيعية*. وتتطلب المستويات الأعلى تفاصيل أكبر غير أن المتطلب الأدنى الذي يضمن اتساق عمليات الحصر مع *الخطوط التوجيهية للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ* هو أن مساحات تحويل الأحراج يتم تحديدها على حدة. وذلك لأن الأحراج تكون عادة ذات كثافة كربونية أعلى قبل التحويل. وهو ما يعني أنه قد تكون هناك حاجة لمعرفة جزئية على الأقل بمصفوفة تغير الاستخدام، وبالتالي، عند استخدام المقتربين 1 و2 من الفصل 3 لتقدير مساحة الأراضي، مسوح تكميلية لتحديد مساحة الأراضي التي يجري تحويلها من أراض حرجية إلى مروج طبيعية. وكما هو موضح في الفصل 3، عند إنشاء المسوح، يكون في أغلب الحالات طلب إنشاء المساحات التي تخضع للتحويل على نحو مباشر إجراءً أكثر دقة من تقدير هذه المساحات عن طريق الفرق بين الإجمالي ومساحات الأراضي في استخدامات معينة عند فترات زمنية مختلفة.

يقدم الفصل 3 إرشادات عامة حول المقتربات المستخدمة للحصول على المساحة وتقسيمها حسب الفئات المختلفة لاستخدام الأراضي. ولتقدير الانبعاثات وعمليات الإزالة من هذا المصدر، تحتاج البلدان للحصول على تقديرات المساحة لعمليات التحويل إلى مروج طبيعية وتجزيئها كما هو مطلوب للتوافق مع معاملات الانبعاث المتاحة والبارمترات الأخرى.

4-2-3-6 خطوات الحساب في المستويين 1 و2

بالنسبة للمستوى 1، ينبغي حساب التغيرات المفاجئة فقط وهو ما يتم باستخدام المعادلة 2-23 حيث تكون قيمة $\mathbf{C_0}$ تساوي الصفر و$\mathbf{T_{on}}$ تساوي الواحد. ويفترض المستوى 1 إزالة كافة الخشب الميت والفرش الحرجي أثناء التحويل وأنه لا يتبقى أو يتراكم خشب ميت أو فرش حرجي في *الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية*. وبالتالي، فبالنسبة لعمليات التحويل التي يزيد عمرها عن عام واحد لكنها لا تزال في المرحلة الانتقالية، يُفترض عدم وجود تغيرات صافية في مخزون كربون الكتلة الحيوية.

المستوى 1
الخطوة 1: تحديد فئات تحويل الأراضي التي سيتم استخدامها في هذا التقدير والمساحات التمثيلية. يتطلب المستوى 1 تقديرات المساحات المحولة إلى مروج طبيعية من الاستخدامات الأولية للأراضي (أي الأراضي الحرجية والأراضي الزراعية وأراضي الاستيطان وغيرها) إلى نوع المروج الطبيعية النهائي. وعند حساب الأراضي التي تكون في المرحلة الانتقالية، تكون هناك حاجة لحساب إجمالي مساحة الأراضي الإجمالية التي تم تحويلها أثناء العشرين عامًا السابقة حيث يفترض المستوى 1 عدم حدوث تراكم لمخزون كربون المادة العضوية الميتة أثناء العام الأول. وينبغي ملاحظة أن كافة المروج الطبيعية التي يزيد عمرها عن 20 عاما يجب حسابها ضمن فئة *المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية*. وبالتالي فإن مساحات المروج الطبيعية التي يزيد عمرها عن 21 عاما يجب نقلها إلى هذه الفئة.

الخطوة 2: تحديد فئات الأنشطة التي سيتم استخدامها في التقدير والمساحات التمثيلية. تتكون فئة الأنشطة من تعريفات لنوع التحويل و، إذا أمكن، طبيعة إدارة الغطاء الأرضي السابق وإدارة المرج الطبيعي (على سبيل المثال، "تحويل الحرج الاستوائي الموسمي المقطوع إلى مراعي ماشية باستخدام الأعشاب المجلوبة").

الخطوة 3: بالنسبة لكل فئة نشاط، تحديد قيمة مخزون الكربون لكل هكتار في الخشب الميت والفرش الحرجي (كل على حدة) قبل التحويل. يمكن الحصول على القيم الافتراضية، حال وجودها، في الفصل المعني بالفئة الأخرى لاستخدام الأراضي.

الخطوة 4: بالنسبة لكل فئة نشاط، افتراض أن مخزون الكربون لكل هكتار في الخشب الميت والفرش الحرجي (كل على حدة) بعد عام واحد من التحويل إلى مروج طبيعية يساوي الصفر.

الخطوة 5: تحديد أجزاء الكربون الملائمة للكتلة الحيوية في الخشب الميت والفرش الحرجي. وتُستخدم قيم افتراضية تبلغ 0.50 طن كربون (طن مادة جافة) للخشب الميت و0.40 طن كربون (طن مادة جافة) للفرش الحرجي.

الخطوة 6: تقدير التغير الصافي في مخزون الكربون في الخشب الميت والفرش الحرجي (كل على حده) بطرح المخزون النهائي من المخزون الأولي وضرب هذا الفرق في المساحة التمثيلية للنشاط وفي جزئ الكربون لمكون الكتلة الحيوية.

الخطوة 7: جمع التغيرات في مخزون الكربون بكل من الخشب الميت والفرش الحرجي لتحديد التغير الصافي في مخزون كربون المادة العضوية الميتة لكل فئة نشاط. ينبغي حساب المجاميع الفرعية لكل نوع تحويل ثم حساب المجموع الكلي وإدخاله في نهاية العمود الأخير في الجدول.

المستوى 2

الخطوة 1: تحديد فئات تحويل الأراضي التي سيتم استخدامها في هذا التقدير والمساحات التمثيلية. عند الحساب بالنسبة للأراضي في المرحلة الانتقالية، يلزم توافر بيانات المساحات التمثيلية لكل فئة في مراحل التحويل المختلفة.

الخطوة 2: التغيرات المفاجئة

- تحديد فئات الأنشطة التي سيتم استخدامها في التقدير والمساحات التمثيلية. تتكون فئة الأنشطة من تعريفات لنوع التحويل و، إذا أمكن، طبيعة إدارة الغطاء الأرضي السابق وإدارة المرج الطبيعي (على سبيل المثال، "تحويل الحرج الاستوائي الموسمي المقطوع إلى مراعي ماشية باستخدام الأعشاب المجلوبة").
- بالنسبة لكل فئة نشاط،تحديد الكتلة لكل هكتار من الخشب الميت والفرش الحرجي (كل على حدة) قبل التحويل.
- بالنسبة لكل فئة نشاط، تحديد الكتلة لكل هكتار من الخشب الميت والفرش الحرجي (كل على حدة) بعد عام واحد من التحويل إلى مروج طبيعية.
- تحديد جزء الكربون الملائم لكل من الخشب الميت والفرش الحرجي. وتُستخدم قيم افتراضية تبلغ 0.50 طن كربون (طن مادة جافة) للخشب الميت و0.40 طن كربون (طن مادة جافة) للفرش الحرجي.
- تقدير التغير الصافي في مخزون الكربون في الخشب الميت والفرش الحرجي (كل على حده) لكل نوع من التحويل بطرح المخزون النهائي من المخزون الأولي وضرب هذا الفرق في المساحة التمثيلية للنشاط وفي جزئ الكربون لمكون الكتلة الحيوية. تشير القيمة السالبة إلى زيادة في المادة العضوية الميتة.
- استخراج مجموع التغيرات في مخزون الكربون بكل من الخشب الميت والفرش الحرجي لتحديد التغير الصافي في مخزون الكربون لكل فئة نشاط. ينبغي حساب المجاميع الفرعية لكل نوع تحويل واستخراج المجموع الكلي.

الخطوة 3: التغيرات الانتقالية

- تحديد الفئات والمجموعات التي سيتم استخدامها في التقدير والمساحات التمثيلية. تتكون فئة الأنشطة من تعريفات لنوع التحويل و، إذا أمكن، طبيعة إدارة الغطاء الأرضي السابق وإدارة المرج الطبيعي (على سبيل المثال، "تحويل الحرج الاستوائي الموسمي المقطوع إلى مراعي ماشية باستخدام الأعشاب المجلوبة").
- تحديد معدل التغير السنوي للخشب الميت والفرش الحرجي (كل على حدة) حسب نوع النشاط باستخدام إما طريقة الاكتساب-الفقد أو طريقة الفرق في المخزون (انظر فيما يلي) لكل مجموعة من الأراضي توجد حاليًا بالمرحلة الانتقالية بين التحويل والوصول إلى نظام مروج طبيعية جديد مستقر.
- تحديد قيم مخزون كل من الخشب الميت والفرش الحرجي في المجموعة أثناء العام السابق (تؤخذ عادة من الحصر السابق).
- حساب التغير في قيم مخزون الخشب الميت والفرش الحرجي لكل مجموعة بإضافة معدل التغير الصافي إلى قيم المخزون في العام السابق.

طريقة الاكتساب-الفقد (المعادلة 2-18 في الفصل 2)

- تحديد متوسط المدخلات السنوية للخشب الميت والفرش الحرجي (كل على حدة).
- تحديد متوسط المخرجات السنوية للخشب الميت والفرش الحرجي (كل على حدة).
- تحديد معدل التغير الصافي في الخشب الميت والفرش الحرجي بطرح الفقد من الزيادة.

طريقة الفرق في المخزون (المعادلة 2-19 في الفصل 2)

- تحديد الفترة الزمنية الفاصلة بين عمليات الحصر، ومتوسط قيم مخزون الخشب الميت والفرش الحرجي في الحصر الأولي وكذلك متوسط قيم مخزون الخشب الميت والفرش الحرجي في الحصر النهائي.
- استخدام هذه القيم لحساب التغير الصافي في مخزون الخشب الميت والفرش الحرجي بطرح قيمة المخزون الأولى من قيمة المخزون النهائي وقسمة الفرق على عدد السنوات الفاصلة بين الحصرين. تشير القيمة السالبة إلى انخفاض في المخزون.
- يتطلب مقترب المستوى 2 معاملات توسيع خاصة بالبلد أو النظام الحيوي وأفضل البيانات المحلية المتاحة (وتوثيقها).

6-3-2-5 تقدير عدم التيقن

تعتبر تحليلات عدم التيقن فيما يخص *الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية* مماثلة على نحو جوهري للتحليلات الخاصة *بالمروج الطبيعية التي تظل مروجًا طبيعية*. يوجد مصدران لعدم التيقن في عمليات حصر الكربون: (1) أوجه عدم التيقن في بيانات استخدام وإدارة الأراضي والبيانات البيئية، و(2) أوجه عدم التيقن في الزيادة والفقد في الكربون وقيم مخزون الكربون ومعامل التوسيع في معاملات تغير المخزون/الانبعاث بالنسبة للمقتربات من المستوى 2، وأوجه عدم التيقن في تركيب النموذج/خطأ البارامترات بالنسبة لمقتربات المستوى 3 القائمة على النماذج، أو خطأ القياس/تغيرية المعاينة المقترنة بعمليات الحصر القائمة على القياسات في المستوى 3. راجع قسم عدم التيقن في *المروج الطبيعية التي تظل مروجًا طبيعية* للحصول على مناقشة إضافية (القسم 6-2-2-5).

6-3-3 كربون التربة

تؤدي إدارة المروج الطبيعية التي تنطوي على تصريف إلى انبعاثات من التربة العضوية، بصرف النظر عن نوع الاستخدام السابق. غير أن التأثير على أنواع التربة المعدنية يعتبر أقل وضوحا بالنسبة للأراضي المحولة إلى مروج طبيعية. وتقدم المؤلفات الصادرة حول أحد أنواع التحويل السائدة على نطاق عالمي (التحويل من أراض حرجية إلى مروج طبيعية في المناطق الاستوائية) دليلا لعمليات الاكتساب الصافية وكذلك عمليات الفقد الصافية في كربون التربة، كما أنه من المعروف أن الإدارة المحددة للمروج الطبيعية بعد التحويل تعتبر هامة (على سبيل المثال، Veldkamp, 2001).

تجدر الإشارة إلى أنه يمكن الحصول على معلومات وإرشادات عامة فيما يخص تقدير التغيرات في مخزون كربون التربة بالقسم 2-3-3 من الفصل 2 (بما في ذلك المعادلات)، وينبغي قراءة هذا القسم قبل البدء في تناول الخطوط التوجيهية المحددة المعنية بمخزون كربون التربة في المروج الطبيعية. يُقدر التغير الإجمالي في مخزون كربون التربة بالنسبة *للأراضي المحولة إلى مروج طبيعية* باستخدام المعادلة 2-24 والتي تجمع التغير في مخزون كربون التربة العضوي بالنسبة لأنواع التربة المعدنية والتربة العضوية، وتغيرات المخزون المقترنة بأحواض الكربون غير العضوي في التربة (حال تقديرها في المستوى 3). ويقدم هذا القسم إرشادات محددة لتقدير التغيرات في مخزون الكربون العضوي بالتربة. وتوجد مناقشة عامة في القسم 2-3-3 بالفصل 2 حول كربون التربة غير العضوي ولا تقدم أية معلومات إضافية هنا.

ولحساب التغيرات في مخزون كربون التربة المقترنة *بالأراضي المحولة إلى مروج طبيعية*، يجب على البلدان أن يتوافر لديها، على الأقل، تقديرات لمساحة *الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية* أثناء فترة الحصر، وأن تكون هذه التقديرات مقسمة في فئات فرعية حسب المنطقة المناخية ونوع التربة. وإذا كانت بيانات الإدارة واستخدام الأراضي محدودة، فيمكن استخدام البيانات الإجمالية، مثل إحصائيات الفاو، كنقطة انطلاق، إلى جانب معرفة الخبراء في البلد بالتوزيع التقريبي لأنواع استخدام الأراضي التي يجري تحويلها والإدارة المقترنة بكل منها. وفي حالة عدم معرفة الاستخدامات والتحويلات السابقة للأراضي، لا يزال بالإمكان تقدير التغيرات في مخزون الكربون العضوي بالتربة باستخدام الطرق المقدمة في قسم *المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية*، غير أن مساحة قاعدة الأراضي يرجح أن تكون مختلفة بالنسبة للمروج الطبيعية في العام الحالي مقارنة بالعام الأولي للحصر. ورغم ذلك فإن من الأهمية أن تكون مساحة الأراضي الإجمالية التي يتم حسابها عبر كافة قطاعات استخدام الأراضي متساوية طوال فترة الحصر (على سبيل المثال، في حالة تحويل 3 مليون هكتار من الأراضي الحرجية والأراضي الزراعية إلى مروج طبيعية أثناء فترة الحصر، فإن المروج الطبيعية يضاف إليها 3 مليون هكتار في العام الأخير من الحصر، بينما تفقد الأراضي الزراعية والحرجية نفس المساحة في العام الأخير). وتقسم مساحة *الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية* وفقا للمناطق المناخية وممارسات الإدارة وأنواع التربة الرئيسية، وهو ما قد يقوم على التصنيفات الافتراضية أو الخاصة بالبلد المعني. ويمكن تحقيق ذلك بمجموعات خرائط المناخ والتربة، إلى جانب بيانات محددة مكانياً في مواقع أنواع تحويل استخدام الأراضي.

6-3-3-1 اختيار الطريقة

يمكن تطوير عمليات الحصر باستخدام مقترب من المستوى 1 أو 2 أو 3، حيث يتطلب كل مستوى تالٍ تفاصيل وموارد أكثر من السابق. كذلك فإن بإمكان البلدان أن تستخدم مستويات مختلفة لإعداد تقديرات للفئات الفرعية المنفصلة من كربون التربة (على سبيل المثال، تغيرات مخزون كربون التربة العضوي بأنواع التربة المعدنية والعضوية، وتغيرات المخزون المقترنة بأحواض الكربون غير العضوي بالتربة). ويشتمل الفصل 2 على شجرات قرار لأنواع التربة المعدنية (الشكل 2-4) وأنواع التربة العضوية (الشكل 2-5) بهدف مساعدة القائمين بالحصر في اختيار المستوى المناسب لحصر كربون التربة.

أنواع التربة المعدنية

المستوى 1
باستخدام المعادلة 2-25 (الفصل 2)، يمكن تقدير التغير في مخزون الكربون العضوي بالتربة بالنسبة لأنواع التربة المعدنية من أجل حساب تأثير تحويل استخدام الأراضي إلى مروج طبيعية. وتعتبر الطريقة مماثلة على نحو جوهري للطريقة المستخدمة مع *المروج الطبيعية التي تظل مروجاً طبيعية*، باستثناء أن قيم مخزون الكربون قبل التحويل تكون معتمدة على معاملات التغير في المخزون الخاصة بنوع استخدام آخر. وعلى وجه التحديد، يتم حساب مخزون الكربون العضوي الأولي (قبل التحويل) بالتربة ($SOC_{(0-T)}$) والمخزون في العام الأخير من فترة الحصر (SOC_0) باستخدام معاملات تغير المخزون (F_{LU}, F_{MG}, F_I) ولقيم المرجعية لمخزون الكربون العضوي بالتربة (SOC_{REF}). وينبغي ملاحظة أن مناطق السرير الصخري المكشوفة بالأراضي الحرجية أو الاستخدام السابق للأراضي لا يتم تضمينهما في حساب مخزون كربون التربة (بافتراض أن المخزون يساوي الصفر). وتُقدر المعدلات السنوية لتغير المخزون استناداً إلى الفرق في المخزون (بمرور الوقت) بين العام الأول والعام الأخير في فترة الحصر مقسوماً على التبعية الزمنية لمعاملات تغير المخزون (**D**، افتراضياً تساوي 20 عاماً).

المستوى 2
تستخدم طريقة المستوى 2 فيما يتعلق بأنواع التربة المعدنية المعادلة 2-25 (الفصل 2)، غير أنها تتضمن قيم مرجعية لمخزون الكربون و/أو معاملات تغير في المخزون خاصة بالبلد أو المناطق الإقليمية وربما بيانات بيئية وبيانات أنشطة استخدام أكثر تجزيئاً.

المستوى 3
تشتمل طرق المستوى 3 على نماذج أكثر تفصيلاً وخاصة بالبلد المعني و/أو مقتربات قائمة على القياسات إلى جانب بيانات عالية التفصيل حول الإدارة واستخدام الأراضي. وتقتضي *الممارسة السليمة* أن تعمل مقتربات المستوى 3 على تقدير التغير في كربون التربة نتيجة تحويلات الاستخدام إلى مروج طبيعية باستخدام نماذج وشبكات رصد و/أو قواعد بيانات تكون قادرة على تمثيل عمليات التحويل بمرور الوقت من استخدامات الأراضي الأخرى والتي تشمل الأراضي الحرجية والأراضي الزراعية وربما أراضي الاستيطان أو الأراضي الأخرى. وإذا أمكن، يُوصى بأن يتم إكمال طرق المستوى 3 بتقديرات إزالة الكتلة الحيوية ومعالجة مخلفات النباتات بعد إزالتها (يشمل ذلك البقايا الخشبية والفرش الحرجي)، إذ إن الاختلاف في طريقة إزالة المخلفات ومعالجتها (على سبيل المثال، الحرق وإعداد الموقع) من شأنه أن يؤثر على مدخلات الكربون إلى المادة العضوية الميتة في التربة وكذلك على عمليات فقد الكربون عبر التحلل والاحتراق. ومن الأهمية أن يتم تقييم النماذج باستخدام المشاهدات المستقلة التي يتم الحصول عليها من المواقع الميدانية الخاصة بالبلد أو المنطقة والتي تعتبر تمثيلية لتفاعلات المناخ والتربة وإدارة المروج الطبيعية في التغير بعد التحويل في مخزون كربون التربة.

أنواع التربة العضوية

المستويان 1 و2
تعامل *الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية* في أنواع التربة العضوية خلال فترة الحصر على نحو مماثل *للمروج الطبيعية التي تظل مروجاً طبيعية* في أنواع التربة العضوية، وهو ما يعني تطبيق معامل انبعاث ثابت عليها، استنادا إلى النظام المناخي، وحساب عمليات الفقد في الكربون باستخدام المعادلة 2-26 (الفصل 2). ويمكن الحصول على إرشادات إضافية حول مقتربات المستويين 1 و2 من قسم *المروج الطبيعية التي تظل مروجاً طبيعية* (القسم 6-2-3-1).

المستوى 3
مثلما هو الحال مع أنواع التربة المعدنية، يشتمل مقترب من المستوى 3 على نماذج و/أو مقتربات قائمة على القياسات أكثر تفصيلاً وخاصة بالبلد المعني إلى جانب بيانات استخدام وإدارة عالية التجزيء (*راجع أنواع التربة المعدنية أعلاه* للحصول على مناقشة إضافية).

6-3-3-2 اختيار معاملات تغير المخزون والانبعاث

أنواع التربة المعدنية

المستوى 1
فيما يتعلق بالأراضي غير المدارة، وكذلك بالنسبة للأراضي الحرجية المدارة، وأراضي الاستيطان والمروج الطبيعية المدارة اسميا والتي تتسم بأنظمة اضطراب منخفضة، يُفترض أن قيم مخزون كربون التربة تساوي القيم المرجعية (أي أن معاملات استخدام الأراضي والاضطرابات (بالنسبة للأحراج فقط) والإدارة والمدخلات تساوي 1)، غير أنه من الضروري تطبيق معاملات افتراضية لتغير المخزون بهدف تمثيل الأنظمة الأخرى مثل المروج الطبيعية المحسنة والمتدهورة وكذلك كافة أنظمة الأراضي الزراعية. ويمكن الحصول على القيم المرجعية الافتراضية لمخزون الكربون من الجدول 2-3 من الفصل 2. راجع *اختيار معاملات الانبعاث وتغير المخزون* في الفصل المناسب من استخدامات الأراضي للحصول على معاملات تغير المخزون الافتراضية (الأراضي الحرجية في القسم 4-2-3-2، والأراضي الزراعية في القسم 5-2-3-2، والمروج الطبيعية في القسم 6-2-3-2، وأراضي الاستيطان في القسم 8-2-3-2، والأراضي الأخرى في القسم 9-3-3-2).

وتجدر الإشارة إلى أن *الممارسة السليمة* تقتضي استخدام معامل إدارة (**F_{LU}**) فيما يتعلق بالأراضي المراحة (الجدول 5-5) وذلك في حالة التعامل مع الأراضي السنوية المزروعة المحولة إلى مروج طبيعية (أي، حتى يعاد تصنيف الأراضي ضمن فئة *المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية*) نظرا لأن الأنظمة الزراعية السنوية المحولة حديثاً تكتسب عادة الكربون بمعدل مماثل للأراضي المراحة. علاوة على ذلك، فقد تم اشتقاق معاملات الإراحة المستخدمة في المستوى 1 من البيانات التجريبية بما يضمن أن تمثل هذه المعاملات على نحو واضح الاكتساب المتوقع أثناء العشرين عاما الأولى بالنسبة للأراضي المزالة من النظام الزراعي. وفي حالة اختيار البلدان افتراض زيادة أسرع في الكربون تؤدي إلى رفع المستويات إلى الحالات الأصلية خلال 20 عاما، فيجب تبرير ذلك في الوثائق المقدمة.

المستوى 2
ربما يعتبر تقدير معاملات تغير المخزون الخاصة بالبلد المعني التطور الأكثر أهمية بالنسبة لمقترب من المستوى 2. ويُحسب الفرق بين قيم مخزون الكربون العضوي في التربة في أنواع استخدام الأراضي مقارنة بحالة مرجعية عن طريق معامل استخدام **(F_{LU})**. بعد ذلك يتم استخدام معامل المدخلات (F_I) ومعاملات الإدارة (F_{MG}) من أجل مزيد من التدقيق لمخزون الكربون بنظام المروج الطبيعية الجديدة. ويمكن الحصول على إرشادات إضافية حول كيفية اشتقاق معاملات تغير المخزون هذه في *المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية*، القسم 6-2-3-2 وكذلك على الإرشادات العامة في القسم 2-3-3-1 (الفصل 2). راجع القسم المناسب للحصول على معلومات محددة فيما يخص اشتقاق معاملات تغير المخزون لقطاعات استخدام الأراضي الأخرى (الأراضي الحرجية في القسم 4-2-3-2، والأراضي الزراعية في القسم 5-2-3-2، وأراضي الاستيطان في القسم 8-2-3-2، والأراضي الأخرى في القسم 9-3-3-2).

ويمكن كذلك اشتقاق مخزونات الكربون المرجعية من البيانات الخاصة بالبلد المعين في مقترب من المستوى 2. ورغم ذلك، يجب أن تتسم القيم المرجعية بالاتساق عبر كافة فئات استخدام الأراضي (على سبيل المثال، الأراضي الحرجية والأراضي الزراعية والمروج الطبيعية وأراضي الاستيطان والأراضي الأخرى)، وهو ما يتطلب التنسيق بين الفرق المختلفة التي تقوم بعمليات حصر كربون التربة في قطاع الزراعة والحراجة واستعمالات الأرض الأخرى.

المستوى 3
يعد احتمال تقدير معاملات ثابتة لمعدل تغير المخزون في حد *ذاتها* احتمالاً أقل مقارنة بالمعدلات المتغيرة التي توفر تسجيلاً أكثر دقة لتأثيرات استخدام الأرضي وإدارتها. راجع القسم 2-3-3-1 في الفصل 2 لمزيد من المناقشة.

أنواع التربة العضوية

المستويان 1 و2
تعامل *الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية* في أنواع التربة العضوية أثناء فترة الحصر مثلما تعامل *المروج الطبيعية التي تظل مروجًا طبيعية* في أنواع التربة العضوية. ويمكن الحصول على معاملات الانبعاث المستخدمة في المستوى 1 من الجدول 3-6، فيما تشتق معاملات الانبعاث المستخدمة في المستوى 2 من البيانات الخاصة بالبلد أو المنطقة الإقليمية.

المستوى 3
يعد احتمال تقدير معاملات ثابتة لمعدل تغير المخزون في حد *ذاتها* احتمالاً أقل مقارنة بالمعدلات المتغيرة التي توفر تسجيلاً أكثر دقة لتأثيرات استخدام الأرضي وإدارتها**.** راجع القسم 2-3-3 في الفصل 2 لمزيد من المناقشة.

6-3-3-3 اختيار بيانات الأنشطة

أنواع التربة المعدنية

المستويان 1 و2
لأغراض تقدير التغير في مخزون كربون التربة، يجب تقسيم تقديرات المساحة *للأراضي المحولة إلى مروج طبيعية* وفقا للمناطق المناخية وأنواع التربة الرئيسية. ويمكن تحقيق ذلك بمجموعات من خرائط المناخ والتربة المناسبة إلى جانب بيانات محددة مكانياً في مواقع تحويل استخدام الأراضي. ويمكن الحصول على وصف مفصل للخطط الافتراضية لتصنيف المناخ والتربة من الفصل 3. فيما يمكن الحصول على المعلومات المعنية بالقطاع فيما يخص معالجة بيانات أنشطة استخدام الأراضي/الإدارة من الفصول المعنية بكل استخدام من استخدامات الأراضي (الأراضي الحرجية في القسم 4-2-3-3، والأراضي الزراعية في القسم 5-2-3-3، والمروج الطبيعية في القسم 6-2-3-3، وأراضي الاستيطان في القسم 8-2-3-3، والأراضي الأخرى في القسم 9-3-3-3).

ويعتبر نوع بيانات أنشطة استخدام الأراضي والإدارة إحدى القضايا الهامة في تقدير تأثير *الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية* على مخزون الكربون العضوي في التربة. وتوفر بيانات الأنشطة المجمعة باستخدام المقترب 2 أو 3 (راجع الفصل 3 للحصول على مناقشة حول المقتربات) الأساس لتحديد الاستخدام السابق للأراضي المصنفة تحت فئة *الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية*. وعلى الجانب الآخر، توفر البيانات الإجمالية (المقترب 1) المساحة الإجمالية فقط لكل نوع استخدام في بداية فترة الحصر ونهايتها (على سبيل المثال، 1985 و2005). وبالتالي، ما لم يتم تجميع معلومات تكميلية لاستنتاج نمط تغير الاستخدام (كما هو مقترح في الفصل 3)، فإن بيانات المقترب 1 تعتبر غير كافية لتحديد عمليات تحويل محددة بين فئات استخدام الأراضي. ومن هنا، يكون الاستخدام السابق قبل التحويل إلى مروج طبيعية غير معروف. ولحسن الحظ، لا يمثل ذلك إشكالية في حالة استخدام طرق المستوى 1 أو المستوى 2 نظرا لأن عملية الحساب بهما ليست ديناميكية وتفترض تغير تدريجي من حالة توازن إلى أخرى. ولذلك، فمع البيانات الإجمالية (المقترب 1)، قد يتم حساب التغيرات في مخزون الكربون العضوي بالتربة على نحو منفصل لكل قطاع استخدام ثم جمع قيم القطاعات للحصول على التغير الإجمالي في المخزون. ويكون التغير المقدر في مخزون كربون التربة مساويا للنتائج المحصلة باستخدام بيانات أنشطة المقترب 2 (أو 3) (أي، مصفوفة تغير استخدام كاملة) غير أن تقييم اتجاهات مخزون الكربون يكون مهماً فقط بعد جمع تقديرات المخزون لكافة استخدامات الأراضي (بمعنى أن التغيرات ستزداد أو تنقص تبعا للتغيرات في مساحة الأرض داخل استخدامات الأراضي الفردية، غير أنه يتم تعويض ذلك من خلال عمليات الاكتساب أو الفقد في استخدامات الأراضي الأخرى، وبالتالي لا يوجد تغير فعلي في المخزون في حوض التربة للبلد). وهو ما يجعل تحقيق التنسيق بين كافة القطاعات أمرا هاماً خاصة من أجل ضمان ثبات القاعدة الإجمالية للأراضي بمرور الوقت على اعتبار أن مقدار المساحة يتم فقده واكتسابه داخل القطاعات الفردية في خلال كل عام حصر نتيجة التغير في الاستخدام.

وينبغي ملاحظة أنه لن يكون بالإمكان تحديد مساحة الأراضي الزراعية السنوية المزروعة المحولة إلى مروج طبيعية باستخدام بيانات الأنشطة الإجمالية (المقترب 1). وبالتالي، سيتم تطبيق معاملات تغير المخزون الخاصة بالمروج الطبيعية دونما اعتبار للمعدل الأقل لاكتساب الكربون في الأراضي الزراعية السنوية المحولة مؤخرا، وهو ما قد يُفضي إلى تقدير مبالغ فيه لاكتساب الكربون خلال فترة 20 عاماً، وبالأخص عند استخدام طريقة المستوى 1 (راجع اختيار معاملات تغير المخزون والانبعاث لمزيد من المناقشة). وهذا التنبيه ينبغي الإقرار به في وثائق الإبلاغ، كما أنه من *الممارسة السليمة* بالنسبة لعمليات الحصر المستقبلية أن تقوم بتجميع المعلومات الإضافية اللازمة لتقدير مساحة المروج الطبيعية المحولة مؤخرا من الأراضي الزراعية، وبالأخص إذا كان كربون التربة يمثل فئة مصدر رئيسية.

المستوى 3
لتطبيق النماذج الديناميكية و/أو الحصر القائم على القياسات المباشرة في المستوى 3، يلزم توافر بيانات متشابهة أو أكثر تفصيلا حول مجموعات بيانات المناخ والتربة والطبوغرافيا والإدارة مقارنة بالمستوى 1 و2، غير أن المتطلبات الدقيقة تتوقف على تصميم النموذج أو القياس.

أنواع التربة العضوية

المستويان 1 و2
تعامل *الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية* في أنواع التربة العضوية خلال فترة الحصر مثلما تعامل *المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية*، وقد تم مناقشة الإرشادات المتعلقة ببيانات الأنشطة في القسم 6-2-3-3.

المستوى 3
مثلما هو الحال مع أنواع التربة المعدنية، يرجح أن تحتاج المقتربات من المستوى 3 إلى بيانات أكثر تفصيلا حول مجموعات بيانات المناخ والتربة والطبوغرافيا والإدارة، فيما يتصل بالمستوى 1 و2، غير أن المتطلبات الفعلية الدقيقة تعتمد على تصميم النموذج أو القياس.

6-3-3-4 خطوات الحساب للمستوى 1

أنواع التربة المعدنية
تتمثل الخطوات المطلوبة لتقدير قيمة كل من SOC_0 و$SOC_{(0-T)}$ والتغير الصافي في مخزون كربون التربة في *الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية* فيما يلي:

الخطوة 1: تنظيم البيانات في فترات زمنية للحصر على أساس السنوات التي تم فيها جمع بيانات الأنشطة (على سبيل المثال، 1990 إلى 1995، 1995-2000 وهكذا).

الخطوة 2: تحديد استخدام وإدارة الأراضي وفقا لأنواع التربة المعدنية والمناطق المناخية للأراضي في بداية فترة الحصر، وهو ما قد يتباين وفقا للخطوة الزمنية ببيانات الأنشطة (0 إلى **T**، على سبيل المثال، منذ 5 أو 10 أو 20 عاماً).

الخطوة 3: اختيار قيمة مخزون الكربون المرجعية الأصلية **(SOC_{REF})**، وذلك استنادا إلى نوع المناخ والتربة من الجدول 2-3، لكل مساحة يجري حصرها من الأراضي. وتعتبر مخزونات الكربون المرجعية واحدة بالنسبة لكافة فئات استخدام الأراضي بما يضمن عدم حساب التغيرات المضللة في مخزون الكربون والتي تنجم عن الاختلافات في قيم الكربون المرجعية بين القطاعات.

الخطوة 4: اختيار معامل استخدام الأراضي **(F_{LU})** ومعامل الإدارة **(F_{MG})** ومستويات مدخلات الكربون **(F_I)** التي تمثل نظام استخدام وإدارة الأراضي الذي كان موجودا قبل التحويل إلى مروج طبيعية. ويمكن الحصول على قيم المعاملات F_{LU} وF_{MG} و F_Iفي القسم المعني بقطاع استخدام الأراضي (الأراضي الزراعية في الفصل 5، والمروج الطبيعية في الفصل 6 وأراضي الاستيطان في الفصل 8 والأراضي الأخرى في الفصل 9).

الخطوة 5: ضرب هذه القيم في القيمة المرجعية لمخزون كربون التربة لتقدير المخزون "الأولي" لكربون التربة العضوي **($SOC_{(0-T)}$)** لفترة الحصر.

الخطوة 6: تقدير SOC_0 بتكرار الخطوات من 1 إلى 4 باستخدام نفس القيمة المرجعية لمخزون الكربون **(SOC_{ref})**، ولكن مع معاملات الاستخدام والإدارة والمدخلات التي تمثل حالات (بعد التحويل إلى مروج طبيعية) في العام الأخير (العام 0) للحصر .

الخطوة 7: تقدير متوسط التغير السنوي في مخزون الكربون العضوي بالتربة بالنسبة لهذه المساحة خلال فترة الحصر **($\Delta C_{Mineral}$)**.

الخطوة 8: تكرار الخطوات من 1 إلى 6 في حالة وجود فترات حصر إضافية (على سبيل المثال، من 1995 إلى 2000، ومن 2001 إلى 2005 وهكذا).

وفيما يلي مثال رقمي لتشجير تربة أرض زراعية.

باستخدام المعادلة 2-25 (الفصل 2) ومعاملات تغير المخزون الافتراضية والقيم المرجعية لمخزون الكربون، فيما يلي مثال حالة لتقدير التغيرات في مخزون الكربون العضوي بالتربة والمقترنة *بالأراضي المحولة إلى مروج طبيعية*.

> **مثال :**لمنطقة مناخية استوائية مطيرة وتربة بركانية ظلت تحت الزراعة السنوية طويلة المدى ذات الفلاحة المكثفة وحيث كان يتم إزالة مخلفات المحاصيل من الحقل، كانت قيم مخزون الكربون في بداية فترة الحصر (1990 في هذا المثال) $SOC_{(0-T)}$ هي 70 طن كربون في للهتكار × 0.48 × 0.92 = 30.9 طن كربون للهكتار. وبعد التحويل إلى مراعي محسنة (مخصبة، على سبيل المثال) كانت قيم المخزون **(SOC_0)** هي 70 طن كربون للهكتار × 0.82 × 1.17 × 1 = 67.2 طن كربون للهكتار. وبالتالي فإن التغير السنوي في مخزون كربون التربة خلال فترة الحصر يتم حسابه على النحو (67.2 طن كربون للهكتار – 36.9 طن كربون للهكتار) / 20 عاماً = 1.5 طن كربون للهكتار في العام. وينبغي ملاحظة أن معامل الإراحة (0.82) من الأراضي الزراعية تم استخدامه للمعامل F_{LU} نظرا لأن المروج الطبيعية لا تصل بشكل كامل إلى مستوى مخزون الكربون الأصلي في 20 عاماً. وبعد العشرين عاما الأولى، يتم استخدام معامل قيمته 1 لتمثيل F_{LU} في مقترب المستوى 1.

أنواع التربة العضوية
تستخدم نفس خطوات الحساب الموضحة في القسم 6-2-3-4 أعلاه.

6-3-3-5 تقدير عدم التيقن

تعتبر تحليلات عدم التيقن فيما يخص *الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية* مماثلة على نحو جوهري للتحليلات الخاصة *بالمروج الطبيعية التي تظل مروجًا طبيعية*. فهناك ثلاثة مصادر عريضة لعدم التيقن: (1) أوجه عدم التيقن في بيانات أنشطة الاستخدام والإدارة والبيانات البيئية؛ و(2) أوجه عدم التيقن في القيم المرجعية لمخزون الكربون حال استخدام مقترب من المستوى 1 أو 2 (أنواع التربة المعدنية فقط)؛ و(3) أوجه عدم التيقن في معاملات الانبعاث/تغير المخزون بالنسبة لمقتربات المستوى 1 أو 2، والخطأ في تركيب النموذج/البارامترات بالنسبة لمقتربات المستوى 3 القائمة

6-3-4 انبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون من حرق الكتلة الحيوية

تحدث انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من *الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية* نتيجة حرق الكتلة الحيوية والمادة العضوية الميتة في *الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية*. ويتم حساب الانبعاثات في فئة الأراضي الجديدة. وتنشأ أهم انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في هذا القسم من تحويل الأراضي الحرجية إلى مروج طبيعية، غير أن الانبعاثات الهامة قد تحدث أحيانا كنتيجة لتحويل الأراضي الزراعية إلى مروج طبيعية. ولا يرجح إلى حد بعيد أن تنشأ المروج الطبيعية عن التحويل من فئات الاستخدام الأخرى (أراضي الاستيطان والأراضي الرطبة أو الأراضي الأخرى).

ويعتبر الحرق المتكرر في الممارسات الشائعة في الأحراج الاستوائية حتى يتم إزالة معظم (أو كافة) المخلفات والمادة العضوية الميتة وإنشاء المرعى. وفي بعض الأماكن يجب تكرار عملية الحرق ثلاث أو أربع مرات. وقد يتم تحويل جزء من الكتلة الحيوية الحرجية فوق الأرض والتي يتم إزالتها أثناء عملية تحويل الأراضي الحرجية إلى مروج طبيعية أو إلى منتجات خشب محصود، وقد يتم إزالة مقدار من الموقع لاستخدامه كخشب وقود (وبالتالي يُحرق خارج الموقع). وما يتبقى يحرق عادة في الموقع.

ويجب الإبلاغ عن انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناتجة عن حرق الكتلة الحيوية في الأراضي الحرجية غير المدارة، إذا أعقب الحرق تحويل في الاستخدام، نظرا لأن الأراضي المحولة تعتبر أراضي مدارة.

ولا يؤدي تحويل الأراضي الزراعية إلى مروج طبيعية في العادة إلى حرق للكتلة الحيوية. ورغم ذلك، ففي حالة استخدام الحرق، يجب على البلدان الإبلاغ عن انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المطابقة بصفة سنوية.

ويعتبر المقترب المستخدم في تقدير الانبعاثات غير ثاني أكسيد الكربون من حرق الكتلة الحيوية في *الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية* بالضرورة نفس المقترب المستخدم مع *المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية*.

6-3-4-1 اختيار الطريقة

تقدم شجرة القرار في الشكل 2-6 بالفصل 2 إرشادات حول اختيار المستوى المناسب للاستخدام بواسطة البلدان عند الإبلاغ عن انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من *الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية*.

ويرتبط اختيار الطريقة على نحو مباشر بمدى توافر البيانات الوطنية حول المساحة المحترقة التي تم تحويلها وكتلة الوقود المتاح ومعاملات الاحتراق والانبعاث. وعند استخدام مستويات أعلى، تُستخدم البيانات الخاصة بالبلد حول كتلة الوقود المتاحة من أجل حساب كمية الكتلة الحيوية المحولة إلى منتجات خشب محصود (إذا كان ذلك مطبقا) والكمية المزالة للاستخدام كوقود ويتم حرقها خارج الموقع.

ويجب على البلدان أن تبذل قصارى جهدها للإبلاغ باستخدام طريقة من المستوى 2 أو 3 إذا كانت انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من حرق الكتلة الحيوية في *الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية* تمثل فئة رئيسية.

6-4-3-2 اختيار معاملات الانبعاث

المستوى 1
يعتبر حساب كتلة الوقود المتاحة للاحتراق (الكمية $\mathbf{M_B}$ في المعادلة 2-27) هاماً لتقدير انبعاثات غازات الاحتباس الحراري. وقد تم إيراد البيانات الافتراضية لدعم تقدير الانبعاثات عند استخدام مقترب من المستوى 1 في الجداول من 2-4 إلى 2-6 بالفصل 2. وتحتاج البلدان لإيضاح كيفية توافق أنواع الغطاء النباتي بها مع فئات الغطاء النباتي العريضة الواردة في الجداول الافتراضية. وفيما يتعلق بالمستوى 1، ينبغي افتراض أن كافة الكربون في الكتلة الحيوية فوق الأرض والمادة العضوية الميتة في فئة الأراضي السابقة يُفقد بعد التحويل مباشرة. ويمكن الحصول على القيم الافتراضية للكتلة الحيوية قبل التحويل في الفصل المخصص لنوع الاستخدام المعني (على سبيل المثال، يمكن الحصول على المعاملات الافتراضية للأراضي الحرجية في الفصل الذي يتناول الكتلة الحيوية في الأراضي الحرجية).

المستوى 2
في طريقة المستوى 2، يجب استخدام التقديرات الخاصة بالبلد فيما يتعلق باحتراق الوقود. كما يجب تجزيء البيانات وفقا لأنواع الأحراج، في حالة *الأراضي الحرجية المحولة إلى مروج طبيعية*. كذلك ينبغي وضع معاملات احتراق وانبعاث تعكس على نحو أفضل الظروف الوطنية (المنطقة المناخية والمجال الحيوي وظروف الحرق) وتوفير نطاقات لعدم التيقن. علاوة على ذلك، وبخلاف المستوى 1 الذي يفترض فقد كافة الكربون في الكتلة الحيوية فوق الأرض والمادة العضوية الميتة بعد التحويل مباشرة، يجب عند استخدام طريقة المستوى 2 تقدير عمليات تحويل الكتلة الحيوية إلى منتجات خشب محصود وخشب وقود (يحرق خارج الموقع) من أجل توفير تقدير أكثر موثوقية لكتلة الوقود المتاح.

المستوى 3
يجب أن تكون كافة البارامترات خاصة بالبلد في هذا المستوى.

6-4-3-3 اختيار بيانات الأنشطة

تشير بيانات الأنشطة المطلوبة لتقدير انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من حرق الكتلة الحيوية إلى المساحة المتأثرة بهذا النشاط. وينبغي على البلدان تقسيم المساحة المحولة إلى مروج طبيعية حسب الأراضي الحرجية والأراضي الزراعية المحولة نظرا لأن كمية الوقود المتاحة للاحتراق قد تختلف اختلافاً بيناً من فئة استخدام إلى أخرى.

المستوى 1
يجب على البلدان التي تستخدم مقترب من المستوى 1 تقدير المساحات المحولة إلى مروج طبيعية من استخدامات الأراضي الأولية (الأراضي الحرجية والأراضي الزراعية وغيرها). ويجب تقدير التحويل على أساس سنوي. ويمكن اشتقاق التقديرات من مقتربات عديدة: (1) تطبيق معدل تحويل إلى المروج الطبيعية على المساحة الإجمالية السنوية المحولة (يمكن تقدير هذا المعدل استنادا إلى المعرفة التاريخية و حكم الخبراء بالبلد و/أو عينات المساحات المحولة وتقييم الاستخدام النهائي)، أو (2) استخدام البيانات من مصادر عالمية، مثل الفاو، لتقدير مساحة الأراضي الحرجية والأراضي الزراعية المحولة سنويا، واستخدام حكم الخبراء لتقدير الجزء المحول من هذه المساحة إلى مروج طبيعية.

المستوى 2
يجب على البلدان، ما أمكن، استخدام تقديرات المساحة الفعلية لكافة عمليات التحويل الممكنة إلى مروج طبيعية. وتجدر الإشارة إلى أن البيانات متعددة الفترات المستشعرة عن بعد والتي تتسم باستبانة كافية توفر تقديرات أفضل فيما يخص تحويل استخدام الأراضي مقارنة بالمقتربات التي يقدمها المستوى 1. وقد يكون التحليل قائماً على التغطية الكاملة للمنطقة أو على عينات مختارة يمكن منها اشتقاق تقديرات المساحة المحولة إلى مروج طبيعية في المنطقة ككل.

المستوى 3
يجب أن ترتكز بيانات الأنشطة في المستوى 3 إلى طريقة المقترب الثالث المقدمة في الفصل 3، حيث يتم تقدير المساحة السنوية الإجمالية المحولة إلى مروج طبيعية (من الأراضي الحرجية أو الأراضي الزراعية أو فئات الاستخدام الأخرى). ويجب تجزيء البيانات وفقا لنوع المجال الحيوي أو المناخ أو الحدود السياسية أو مجموعة مؤلفة من هذه البارامترات.

6-4-3-4 تقدير عدم التيقن

المستوى 1
تنشأ مصادر عدم التيقن في هذه الطريقة من مصادر كثيرة: (1) استخدام معدلات عالمية أو وطنية لمتوسط التحويل أو تقديرات سيئة لمساحة الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية، و(2) تقدير المساحة المحولة التي تم حرقها كجزء من إحدى ممارسات الإدارة (التخلص من الكتلة الحيوية في الاستخدام الأولي لإنشاء الأراضي الزراعية)، و(3) كتلة الوقود المتاح، و(4) معاملات الاحتراق والانبعاث. وقد تم تقديم أوجه عدم التيقن المرتبطة بمعاملات الانبعاث والاحتراق، فيما تعتمد أوجه عدم التيقن المرتبطة بالعنصرين (1) و(2) بشكل كبير على الطريقة المستخدمة في التقدير. وكنتيجة لأوجه عدم التيقن هذه فمن غير المرجح أن يكون تقدير المساحة المحترقة أفضل من 20% وأن تكون الانبعاثات بالنسبة لوحدة المساحة في حدود معامل قيمته 2 باستخدام طرق المستوى 1.

المستوى 2
من شأن استخدام تقديرات المساحة المستمدة من مصادر أكثر موثوقية (البيانات المستشعرة عن بعد، المقترب القائم على المعاينة) أن تفضي إلى تحسين دقة الحصر مقارنة بالمستوى 1 والمقترب 1 (الفصل 3). علاوة على ذلك فإن هذه المصادر من شأنها أن توفر تقديرات أفضل للمساحات المحولة والمحترقة. ويؤدي حساب الكتلة المحولة إلى منتجات خشب محصود أو المزالة من الموقع في صورة خشب وقود والكتلة الحيوية المتروكة في الموقع لتتحلل، يعمل على إزالة أحد أوجه التحيز (التقدير المرتفع) في التقديرات. وتجدر الإشارة إلى أن تقديرات معاملات الانبعاث والاحتراق على المستوى الوطني إذا كانت مصحوبة بنطاقات للخطأ (في صورة انحراف معياري)، فإنها تتيح إمكانية تقدير عدم التيقن المقترن *بالأراضي المحولة إلى أراض مروج طبيعية*.

المستوى 3
يرجح أن يكون عدم التيقن المقترن ببيانات الأنشطة في المستوى 3 أقل مقارنة بالمستوى 1 أو 2، وهو يعتمد على الاستشعار عن بعد والمسوح الميدانية ومقترب النمذجة المستخدم ومدخلات البيانات.

4-6 الاستيفاء والمتسلسلات الزمنية وضمان/مراقبة الجودة والإبلاغ

1-4-6 الاستيفاء

المستوى 1
يتكون الحصر الوافي للمروج الطبيعية في المستوى 1 من ثلاثة عناصر: (1) تقدير تغيرات مخزون الكربون وانبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون (مثل الميثان والكربون وأكسيد النيتروز وأكاسيد النتروجين) من حرق الكتلة الحيوية بالنسبة لكافة *الأراضي المحولة إلى أراض زراعية والأراضي الزراعية التي تظل أراضي زراعية* أثناء فترة الحصر. و(2) قيام تحليل الحصر بتناول تأثير كافة ممارسات الإدارة الموضحة في طرق المستوى 1، و(3) مراعاة التحليل لاختلاف المناخ والتربة الذي يؤثر على الانبعاثات وعمليات الإزالة (كما هو موضح في المستوى 1).
ويتطلب العنصران الأخيران توزيع أنظمة الإدارة على مساحات المروج الطبيعية والتقسيم الفرعي حسب المناطق المناخية وأنواع التربة. ومن *الممارسة السليمة* بالنسبة للبلدان أن تحرص على استخدام نفس تصنيفات المساحة لأحواض الكتلة الحيوية والتربة إضافة إلى حرق الكتلة الحيوية (إلى الحد الذي تكون فيه التصنيفات مطلوبة لفئات المصدر هذه). ومن شأن ذلك أن يضمن الاتساق والشفافية وأن يسمح بالاستخدام الفعال لمسوح الأراضي وأدوات جمع البيانات الأخرى، وأن يتيح الربط الصريح بين التغيرات في مخزون الكربون في أحواض الكتلة الحيوية والتربة وكذلك انبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون من حرق الكتلة الحيوية.

وفيما يتعلق بتقديرات الكتلة الحيوية ومخزون الكربون، فيجب على حصر المروج الطبيعية أن يتناول تأثير تغير استخدام الأراضي (*الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية*) والإدارة. ورغم ذلك، قد لا تكون بيانات الأنشطة أو معرفة الخبراء كافية، في بعض الحالات، لتقدير تأثيرات ممارسات الإدارة، مثل نوع ومدى الإدارة الحرجية الرعوية وإدارة المخصبات والري وكثافة الرعي ونحو ذلك. وفي هذه الحالات فقد تلجأ البلدان لاستخدام حصر يتناول استخدام الأراضي فقط، غير أن النتائج ستكون غير كاملة ويجب تحديد حالات الإسقاط لممارسات الإدارة على نحو واضح في وثائق الإبلاغ تحقيقا للشفافية. وعند وجود حالات إسقاط، فإن *الممارسة السليمة* تستلزم جمع بيانات أنشطة إضافية على الإدارة للاستفادة منها في عمليات الحصر المستقبلية، وبالأخص إذا كان أي من الكتلة الحيوية أو كربون التربة يمثل فئة مصدر رئيسية.

وقد لا يتم حساب التغيرات في مخزون الكربون لبعض مساحات المروج الطبيعية إذا كان يعتقد أن انبعاثات وعمليات إزالة غازات الاحتباس الحراري الناجمة عن هذه المساحات غير مؤثرة أو ثابتة بمرور الوقت، مثل المروج الطبيعية غير الخشبية التي لا تقع بها تغيرات في الإدارة أو الاستخدام. وفي هذه الحالة، فإن *الممارسة السليمة* تستلزم من البلدان توثيق وتعليل حالات الإسقاط.

وفيما يتعلق بحرق الكتلة الحيوية، فيجب الإبلاغ عن غازات الاحتباس الحراري غير ثاني أكسيد الكربون لكافة الحرائق الخاضعة للسيطرة والحرائق الطبيعية بالمروج الطبيعية. وهو ما يتضمن تحويل الأراضي الحرجية إلى مروج طبيعية، حيث يكون مقدار الوقود المتاح للاحتراق أكثر أهمية مقارنة بفئات الاستخدام الأخرى، ويجب تضمين الانبعاثات من حرق المادة العضوية الميتة والكتلة الشجرية المزالة في هذه التقديرات. كما يمثل حرق السافانا كذلك مصدرا كبيرا من انبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون من حرق الكتلة الحيوية. ويجب الإبلاغ عن حرق الكتلة الحيوية عندما يعقب الحرائق الطبيعية في الأراضي غير المدارة التحويل إلى أراضي مدارة أثناء فترة الإبلاغ الخاصة بالحصر.

ويعد تقدير المساحة المحترقة بالفعل إجراءً هاماً من اجل حساب يحظى بالموثوقية لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري غير ثاني أكسيد الكربون. وينبغي التحقق الدقيق من التقديرات المستشعرة عن بعد للمساحة المحترقة مقارنة بالبيانات الأرضية لضمان التقدير الدقيق للمساحات المحترقة. ويرجح أن يكون استخدام بيانات المتوسطات على مستوى المناطق ذا مستوى عال من عدم الموثوقية لتقدير المساحة المحترقة في بلد معين.

وفي المروج الطبيعية حيث تعمل إدارة الحرائق على تغيير التوازن بين المروج الطبيعية والغطاء الخشبي، فقد لا يتم موازنة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الحرائق عن طريق إعادة التثبيت بمقدار معادل من الكربون إلى الكتلة الحيوية على المدى القصير. وفي مثل هذه المواقف، يجب كذلك الإبلاغ عن الانبعاث الكلي لثاني أكسيد الكربون من الاحتراق.

المستوى 2
يشتمل الحصر الوافي من المستوى 2 على عناصر مماثلة للمستوى 1، غير أنه يتضمن إلى جانب ذلك بيانات خاصة بالبلد لتقدير معاملات التغير في مخزون الكربون والقيم المرجعية لمخزون كربون التربة وتقديرات كثافة الكتلة الحيوية (حمل الوقود) ومعاملات الاحتراق والانبعاث الخاصة بحرق الكتلة الحيوية، من أجل تطوير توصيفات للمناخ وفئات التربة ومن أجل تحسين تصنيفات نظام الإدارة. علاوة على ذلك، فإن من *إجراءات الممارسة السليمة* في حصر من المستوى 2 أن يتم إدماج البيانات الخاصة بالبلد لكل مكون. ولا يزال يمكن وصف عمليات الحصر بأنها وافية، إذا أمكن لها أن تجمع بين البيانات الخاصة بالبلد والقيم الافتراضية للمستوى 1.

المستوى 3
إضافة إلى الاعتبارات الواردة في المستويين 1 و2، يعتمد تحقيق عمليات الحصر من المستوى 3 لمتطلب الاستيفاء على مكونات نظام التقييم الخاص بالبلد. وعملياً، يرجح أن تقوم عمليات الحصر من المستوى 3 بحساب الانبعاثات وعمليات الإزالة من المروج الطبيعية على نحو كامل باستخدام بيانات أكثر تحديدا حول المناخ وأنواع التربة وحرق الكتلة الحيوية وأنظمة الإدارة. وتقتضي *الممارسة السليمة* من القائمين بالحصر وصف وتوثيق عناصر النظام الخاص بالبلد بما يثبت استيفاء المقترب ومصادر البيانات. وفي حالة تحديد فجوات، فإن *الممارسة السليمة* تستلزم تجميع بيانات إضافية والعمل على مزيد من التطوير للنظام الخاص بالبلد.

6-4-2 إعداد متسلسلات زمنية متسقة

المستوى 1
تعتبر المتسلسلات الزمنية المتسقة مطلباً ضرورياً لتقييم الاتجاهات في الانبعاثات وعمليات الإزالة. وحفاظاً على الاتساق، يجب على القائمين بالحصر استخدام نفس التصنيفات والمعاملات خلال الفترة الزمنية للحصر بأكملها، يشمل ذلك المناخ وأنواع التربة وتصنيفات أنظمة الإدارة ومعاملات تغير مخزون الكربون والقيم المرجعية لمخزون كربون التربة وكثافة الكتلة الحيوية (حمل الوقود) ومعاملات الاحتراق ومعاملات انبعاث الغازات غير ثاني أكسيد الكربون. وتتوافر القيم الافتراضية لكافة هذه الخصائص ومن ثم فإن الاتساق يجب ألا يمثل قضية ذات شأن. إضافة إلى ذلك، يجب أن تظل قاعدة الأراضي متسقة بمرور الوقت، باستثناء *الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية* أو المروج الطبيعية المحولة إلى استخدامات أخرى.

وينبغي للبلدان أن تستخدم مصادر متسقة لبيانات الأنشطة فيما يخص استخدام الأراضي والإدارة وحرق الكتلة الحيوية طوال فترة الإبلاغ ما أمكن. وفيما يتعلق بالمقتربات القائمة على المعاينة، حال استخدامها، فيجب استخدامها طوال فترة استمرار الحصر بما يضمن مقتربا متسقاً. ويجب على البلدان حال إنشاء فئات فرعية الاحتفاظ بسجلات تتسم بالشفافية عن كيفية تحديدها وتطبيقها على نحو متسق طوال فترة الحصر.

وفي بعض الحالات، قد تتغير مصادر بيانات الأنشطة أو التعريفات أو الطرق بمرور الوقت مع توافر معلومات جديدة. ويكون على القائمين بالحصر في هذه الحالة تحديد تأثير تغيير البيانات أو الطرق على الاتجاهات، وإذا وجد أنه مؤثر، فإنه يجب إعادة حساب الانبعاثات وعمليات الإزالة للمتسلسلات الزمنية باستخدام الطرق المقدمة في الفصل 5 من المجلد 1.

وفيما يتعلق بالتغيرات في مخزون الكربون، فثمة عنصر أساسي في إنتاج متسلسلات زمنية متسقة ألا وهو ضمان الاتساق بين قيم مخزون الكربون بالنسبة *للأراضي المحولة إلى مروج طبيعية* التي تم الإبلاغ عنها في فترات الإبلاغ السابقة وحالة المخزون التي تم الإبلاغ عنها للأراضي التي تظل مروج طبيعية في فترة الإبلاغ الحالية. على سبيل المثال، في حالة تحويل 10 أطنان من الكتلة الحيوية الحية فوق الأرض إلى حوض المادة العضوية الميتة من الأراضي الحرجية المحولة إلى مروج طبيعية في فترة الإبلاغ السابقة، فإن الإبلاغ في الفترة الحالية يجب أن يفترض أن القيم الأولية لمخزون الكربون في حوض المادة العضوية الميتة كان 10 أطنان لهذه الأراضي.

المستوى 2
علاوة على القضايا التي تم مناقشتها في المستوى 1، ثمة بعض الاعتبارات الإضافية المقترنة بإدخال المعلومات الخاصة بالبلد في عملية الحصر. وعلى نحو أكثر تحديداً، فإن *الممارسة السليمة* تستلزم استخدام قيم معاملات أو تصنيفات جديدة مستمدة من المعلومات الخاصة بالبلد طوال فترة الحصر وإعادة حساب المتسلسلات الزمنية. وبغير ذلك، تكون الاتجاهات الإيجابية أو السلبية في مخزونات الكربون أو انبعاثات حرق الكتلة الحيوية في جزء منها نتيجة التغيرات المقترنة بطرق الحصر عند نقطة معينة في المتسلسلات الزمنية وليست تعبيراً عن اتجاهات فعلية.

ومن الممكن ألا تتاح معلومات جديدة خاصة بالبلد طوال المتسلسلات الزمنية. وفي هذه الحالات، فإن من *الممارسة السليمة* أن يتم إثبات تأثيرات التغير في مستويات الأنشطة مقارنة بالبيانات أو الطرق المحدثة الخاصة بالبلد، ويمكن الحصول على الإرشادات المتعلقة بإعادة الحساب لهذه الظروف في الفصل 5 من المجلد 1.

المستوى 3
وعلى نحو مماثل للمستويين 1 و2، فإن من الممارسة السليمة أن يتم تطبيق نظام تقدير خاص بالبلد طوال المتسلسلات الزمنية؛ ويجب أن تستخدم هيئات الحصر بروتوكولات القياس نفسها (استراتيجية المعاينة، الطريقة ونحو ذلك) و/أو النماذج طوال فترة الحصر.

6-4-3 ضمان ومراقبة الجودة

المستوى 1

أحد إجراءات *الممارسة السليمة* في هذا المستوى يتمثل في تطبيق ضوابط تُعنى بضمان/مراقبة الجودة مع المراجعة الداخلية والخارجية لبيانات حصر المروج الطبيعية. وينبغي أن يتم القيام بعمليات المراجعة الداخلية بواسطة الهيئة المسؤولة عن الحصر، فيما تجرى المراجعة الخارجية على يد هيئات أو خبراء أو مجموعات أخرى لا يشتركون بصورة مباشرة في جمع بيانات الحصر.

وينبغي أن تركز المراجعة الداخلية على عملية تطبيق الحصر من أجل ضمان: (1) التقسيم الفرعي لبيانات الأنشطة على نحو ملائم حسب المناطق المناخية وأنواع التربة، و(2) تطبيق تصنيفات/وتوصيفات ممارسات الإدارة على نحو ملائم، و(3) نقل بيانات الأنشطة إلى ورقات العمل أو برامج حساب الحصر على نحو ملائم، و(4) تعيين معاملات تغير مخزون الكربون والقيم الافتراضية لمخزون كربون التربة وكثافات الكتلة الحيوية (حمل الوقود) ومعاملات الانبعاث والاحتراق فيما يتعلق بحرق الكتلة الحيوية على نحو مناسب. وقد تتضمن إجراءات ضمان/مراقبة الجودة الفحص البصري وكذلك دوال البرامج المضمنة لتدقيق إدخال البيانات والنتائج. وقد تكون الإحصائيات الموجزة ذات فائدة هي الأخرى، مثل تلخيص المساحات حسب الطبقة في ورقات عمل من أجل معرفة ما إذا كانت متسقة مع إحصائيات استخدام الأراضي. ويجب أن تظل المساحات الإجمالية ثابتة طوال فترة الحصر، بينما يجب أن تختلف المساحات حسب الطبقة فقط حسب تصنيف استخدام الأراضي أو الإدارة (يجب أن ظل مساحات المناطق المناخية وأنواع التربة ثابتة).

وفيما يتعلق بالمراجعة الخارجية، فإنها ينبغي أن تتناول مدى صحة المقترب المستخدم في الحصر وشمولية وثائق الحصر وتفسير الطرق والشفافية الكلية. ومن الأهمية أن يتم تقييم ما إذا كانت المساحة الإجمالية من المروج الطبيعية المدارة هي مساحة واقعية، مع الوضع في الاعتبار المساحة الإجمالية للمروج الطبيعية في المنطقة. كما يكون من الضروري التدقيق المقارن لتقديرات المساحة عبر فئات الاستخدام (على سبيل المثال، الأراضي الحرجية والأراضي الزراعية والمروج الطبيعية ونحو ذلك) وفي النهاية، يجب أن يكون المجموع الإجمالي لقاعدة الأراضي في البلد، والذي يشمل كل قطاع، متساوية في كل عام في فترة الحصر.

وفيما يتعلق بحرق الكتلة الحيوية، يجب توجيه اهتمام خاص للتقديرات الخاصة بالبلد للمساحة السنوية المحترقة. وعند تقدير المساحة المحترقة من قواعد البيانات العالمية، فإن من الأهمية أن يتم التحقق من المعلومات باستخدام البيانات الميدانية أو البيانات المستشعرة عن بعد باستبانة عالية.

المستوى 2

إضافة إلى إجراءات ضمان/مراقبة الجودة التي ينبغي تطبيقها في المستوى 1، ينبغي على الهيئة القائمة بالحصر مراجعة المناطق المناخية وأنواع التربة وتصنيفات أنظمة الإدارة ومعاملات التغير في مخزون الكربون والقيم المرجعية لمخزون الكربون وكثافات الكتلة الحيوية (حمل الوقود) ومعاملات الاحتراق و/أو معاملات انبعاث الغازات غير ثاني أكسيد الكربون من حرق الكتلة الحيوية الخاصة بالبلد. وفي حالة استخدام المعاملات استنادا إلى قياسات مباشرة، يجب على الهيئة القائمة بالحصر والمراجعين الخارجيين مراجعة القياسات لضمان أنها تمثل النطاق الفعلي للظروف البيئية وظروف الإدارة وأنه قد تم تطويرها وفقا للمعايير المتعارف عليها **(IAEA, 1992)**. وتقتضي *الممارسة السليمة*، ما أمكن، مقارنة المعاملات الخاصة بالبلد مع معاملات تغير المخزون والاحتراق والانبعاث الخاصة بالمستوى 2 والتي يجري استخدامها بواسطة بلدان أخرى ذات ظروف مشابهة، وكذا بالمعاملات الافتراضية للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ.

ونظرا للتعقيد الذي تتسم به اتجاهات الانبعاث والإزالة، فيجب إشراك المتخصيص في هذا المجال في المراجعة الخارجية لفحص المعاملات و/أو التصنيفات الخاصة بالبلد.

المستوى 3

يرجح أن تتطلب أنظمة الحصر الخاصة بالبلد إجراءات ضمان/مراقبة جودة إضافية إلى جانب تلك الواردة في المستويين 1 و2، غير أن ذلك يتوقف على الأنظمة المستخدمة. ومن *الممارسة السليمة* أن يتم العمل على وضع بروتوكول لضمان/مراقبة الجودة يناسب نظام الحصر المتقدم الخاص بالبلد وأرشفة التقارية وتضمين نتائج موجزة في وثائق الإبلاغ.

6-4-4 الإبلاغ والتوثيق

المستوى 1

تقتضي *الممارسة السليمة*، بوجه عام, أرشفة وتوثيق كافة البيانات والمعلومات اللازمة لإنتاج تقديرات الحصر الوطنية. وبالنسبة للمستوى 1, يتعين على القائمين بالحصر توثيق اتجاهات بيانات الأنشطة إلى جانب أوجه عدم التيقن في المروج الطبيعية. وتشتمل الأنشطة الرئيسية على كل من التغير في استخدام الأراضي وحرق الكتلة الحيوية، واستخدام الممارسات الحرجية الرعوية، وكثافة الرعي، واستخدام المخصبات المعدنية أو التعديلات العضوية وممارسات الرعي، أو الإصلاح بالكلس، والإفراط في البذر بالبقول أو زراعة أنواع أكثر إنتاجية وحرق الكتلة الحيوية (الحرائق الطبيعية والخاضعة للسيطرة).

وتقتضي *الممارسة السليمة* أيضاً أرشفة قواعد البيانات الفعلية, مثل بيانات الإحصاءات, وسجلات الحرق والإحصائيات الرعوية والإجراءات المتبعة في معالجة البيانات (كالبرامج الإحصائية) والتعريفات المستخدمة في تصنيف أو تجميع بيانات الأنشطة فضلاً عن الإجراءات المتبعة في تصنيف بيانات الأنشطة في فئات فرعية حسب المناطق المناخية وأنواع التربة. ولا بد من توثيق أوراق العمل وبرامج الحصر مع ملفات المدخلات/المخرجات التي تم إنشاؤها بهدف الحصول على النتائج.

وإذا لم تكن بيانات الأنشطة متاحة بشكل مباشر من خلال قواعد البيانات أو إذا تم تجميع مجموعات البيانات المتعددة, فلا بد من إعطاء وصف للمعلومات والافتراضات والإجراءات التي تم اتباعها من أجل اشتقاق بيانات الأنشطة, مع العلم بأن هذا التوثيق لا بد أن ينطوي على مرات تكرار جمع وتقييم البيانات فضلاً عن حالة عدم التيقن. ولا بد أيضاً من توثيق معرفة الخبراء وأرشفة المراسلات.

ومن *الممارسة السليمة* في هذا الخصوص توثيق وتوضيح الاتجاهات في الكتلة الحيوية ومخزون الكربون إلى جانب انبعاثات حرق الكتلة الحيوية وذلك فيما يتعلق بأنشطة استخدام وإدارة الأراضي. ولا بد في هذا الصدد من ربط التغيرات في الكتلة الحيوية على نحو مباشر باستخدام الأراضي أو بالتغييرات في الممارسات الرعوية الحرجية أو تعدي الغطاء الخشبي, فيما قد ترجع الاتجاهات في مخزون كربون التربة قد تُعزى إلى استخدام الأراضي أو إلى التغيرات في أنشطة الإدارة الرئيسية كما سبق توضيحه. وتعتمد الانبعاثات من حرق الكتلة الحيوية على مدى وتكرار عمليات الحرق المدارة والطبيعية. وهنا تجدر الإشارة إلى أن التذبذبات ذات الأهمية في الانبعاثات بين السنوات يجب أن يتم تناولها بالشرح والتوضيح.

وتجدر الإشارة إلى أن هناك حاجة ماسة إلى أن تقوم الدول بإجراء التوثيق لدى انتهائها من عمليات الحصر الخاصة بها والقضايا المتعلقة باتساق المتسلسلة الزمنية أو عدم اتساقها, هذا إلى جانب وضع ملخص بمقاييس ونتائج ضمان/مراقبة الجودة.

المستوى 2

بالإضافة إلى الاعتبارات الواردة في المستوى 1, يتعين على القائمين بالحصر توثيق الأساس الذي تقوم عليه معاملات التغير في مخزون الكربون والقيم المرجعية لمخزون كربون التربة، وتقديرات كثافة الكتلة الحيوية (حمل الوقود) ومعاملات الانبعاث والاحتراق الخاصة بحرق الكتلة الحيوية وتصنيفات الإدارة والمناطق المناخية و/أو أنواع التربة الخاصة بالبلد المعني. وعلاوة على ذلك, فإن من *الممارسة السليمة* أن يتم القيام بأرشفة مصادر البيانات الوصفية والبيانات فيما يتعلق بالمعلومات التي يتم الاستعانة بها لتقدير القيم الخاصة بالبلد المعني.

وينبغي أن يتضمن توثيق الإبلاغ المعاملات الجديدة (أي، المتوسطات وأوجه عدم التيقن)، كما تستلزم *الممارسة السليمة* القيام بتضمين مناقشة في تقرير الحصر حول أوجه الاختلاف بين المعاملات الخاصة بالبلد المعني والقيم الافتراضية للمستوى 1 إلى جانب معاملات المستوى 2 من المناطق التي بها ظروف مشابهة للدولة القائمة بالإبلاغ. وفي حالة استخدام معاملات الانبعاث والمعلمات والوسائل للأعوام المختلفة، فلا بد من شرح أسباب تلك الاختلافات وتوثيقها. وإلى جانب ذلك, يجب على الهيئات المعنية بالحصر وصف أنظمة التصنيف الخاصة بالبلد فيما يتعلق بالإدارة والمناخ و/أو أنواع التربة, كما يُوصي بتوثيق تحسينات التي تطرأ على طرق الحصر انطلاقا من التصنيفات الجديدة. فعلى سبيل المثال, يمكن تقسيم حالة المروج الطبيعية إلى فئات فرعية إضافية أكثر من فئات المستوى 1 (أي اسمية ومحسنة ومتدهورة وشديدة التدهور), غير أن الأقسام الفرعية الأخرى ستعمل فقط على تحسين تقديرات الحصر إذا ما كانت معاملات تغير المخزون والانبعاث تختلف بشكل ملموس بين الفئات الجديدة.

وعند القيام بمناقشة الاتجاهات في الانبعاثات وعمليات الإزالة, فلا بد من التفريق بين التغييرات في مستويات الأنشطة والتغييرات في الأساليب من عام لآخر, مع توثيق الأسباب الداعية إلى هذه التغييرات.

المستوى 3

يحتاج الحصر بالمستوى 3 إلى توثيق مماثل حول بيانات الأنشطة واتجاهات الانبعاثات وعمليات الإزالة مثل المقتربات بالمستوى الأدنى, إلا أنه يجب تضمين توثيق إضافي لشرح الأساس والإطار اللذين يقوم عليهما نظام التقدير الخاص بالبلد المعني. ومع عمليات الحصر القائمة على القياس, تقتضي *الممارسة السليمة* القيام بتوثيق تصميم المعاينة والإجراءات المعملية إلى جنب تقنيات تحليل البيانات. ويجب أرشفة بيانات القياس والنتائج التي أفرزتها تحليلات البيانات. وبالنسبة لمقتربات المستوى 3 التي تستخدم النماذج, فإن *الممارسة السليمة* تقتضي القيام بتوثيق نسخ النموذج وتقديم وصف للنموذج إلى جانب الأرشفة الدائمة لنسخ من كافة ملفات مدخلات النماذج وكود المصدر والبرامج القابلة للتنفيذ.

الملحق 6 أ -1 تقدير معاملات تغير المخزون الافتراضية لانبعاثات/عمليات إزالة الكربون في التربة المعدنية بالمروج الطبيعية

يشتمل الجدول 6-2 على المعاملات الافتراضية لتغير مخزون التربة والتي تم حسابها باستخدام قاعدة بيانات عالمية للدراسات التجريبية لثلاثة أنواع عامة من حالة المروج الطبيعية: المروج الطبيعية المتدهورة، والمدارة اسمياً، والمحسنة. كما تم تضمين معامل مدخلات إضافي من أجل الاستخدام مع المروج الطبيعية المحسنة. وتقتصر تحسينات الإدارة المقدمة هنا على التخصيب (العضوي وغير العضوي) وزرع البقوليات أو المزيد من الأنواع العشبية والري. ويتم تصنيف كل من المروج الطبيعية المعرضة للرعي الجائر والمراعي الاستوائية المدارة على نحو سيء (أي، لا يتم تطبيق أي من تحسينات الإدارة) كمروج طبيعية متدهورة. فيما تُدرج المروج الطبيعية البكر أو المجلوبة التي لم تخضع للتحسينات ضمن المروج الطبيعية الاسمية. وتصنف المروج الطبيعية التي تخضع لأي نوع من تحسينات الإدارة كمروج طبيعية محسنة ذات معدلات متوسطة من مدخلات الكربون. وفيما يتعلق بالمروج الطبيعية المحسنة التي خضعت لأشكال تحسين متعددة، فقد تم اعتبار أن معدلات مدخلات الكربون بها مرتفعة.

وقد تم تحليل البيانات التجريبية (الاستشهادات موجودة في قائمة المراجع) في نماذج التأثيرات المختلطة الخطية، وحساب كل من التأثيرات الثابتة والعشوائية. وقد شملت التأثيرات الثابتة العمق وعدد السنوات منذ تغير الإدارة ونوع تغير الإدارة (على سبيل المثال الفلاحة المخفضة مقابل عدم الفلاحة). وفيما يتعلق بالعمق، فلم يتم إجمال البيانات لكن تم تضمين مخزونات الكربون المقاسة لكل زيادة في العمق (على سبيل المثال 0-5 سم، 5-10 سم، 10- 30 سم) كنقطة منفصلة في قاعدة البيانات. وبالمثل، لم يتم إجمال البيانات المجمعة عند نقاط زمنية متعددة من نفس الدراسة. وبالتالي، تم استخدام التأثيرات العشوائية لحساب حالات الاعتمادية في بيانات المتسلسلات الزمنية وبين نقاط البيانات التي تمثل أعماق مختلفة من نفس الدراسة. وفي حالة الأهمية، يتم استخدام تأثير عشوائي على مستوى البلد لتقدير عدم تيقن إضافي مقترن بتطبيق قيمة افتراضية عالمية على بلد معين (مضمن في أوجه عدم التيقن المقترنة بالبيانات الافتراضية). وقد تم تقدير المعاملات لحساب تأثير ممارسة الإدارة في 20 عاما بطبقة الثلاثين سنتيمترا العليا في التربة. وقد تم حساب التباين لكل قيمة من قيم المعامل، ويمكن استخدامها مع طرق توليد الخطأ البسيطة لبناء دوال توزيع الاحتمالية باستخدام كثافة عادية.

المراجع

Anderson, D.J., Perry, R.A. and Leigh, J.H. (1972). Some perspectives on shrub/environment interactions. In: McKell C.M., Blaisdell J.P., Goodon J.R. (eds), Wildland Shrubs – Their Biology and Utilization. USDA Forest Service, General Tech. Report INT-1.

Armentano, T.V. and Menges, E.S. (1986). Patterns of change in the carbon balance of organic soil-wetlands of the temperate zone. *Journal of Ecology* 74: 755-774.

Conant, R.T. and Paustian, K. (2002). Potential soil carbon sequestration in overgrazed grassland ecosystems. *Global Biogeochemical Cycles* 16: pp. 90_1-90_9.

Conant, R.T., Paustian, K., and Elliott, E.T. (2001). Grassland management and conversion into grassland: Effects on soil carbon. *Ecological Application* 11: 343-355.

Falloon, P. and Smith, P. (2003). Accounting for changes in soil carbon under the Kyoto Protocol: need for improved long-term data sets to reduce uncertainty in model projections. *Soil Use and Management* 19:265-269.

Follett, R. F., Kimble, J.M. and Lal, R. (2001). The potential of U.S. grazing lands to sequester soil carbon. Pages 401-430 *in* R. F. Follett, J.M. Kimble, and R. Lal, editor. The Potential of U.S. Grazing Lands to Sequester Carbon and Mitigate the Greenhouse Effect. Lewis Publishers, Boca Raton, FL.

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.

IPCC (2003). Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Penman J., Gytarsky M., Hiraishi T., Krug, T., Kruger D., Pipatti R., Buendia L., Miwa K., Ngara T., Tanabe K., Wagner F. (Eds).Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/IGES, Hayama, Japan.

Kauffman, B., Cummings, D.L. and Ward, D.E. (1998). Fire in the Brazilian Amazon. 2. Biomass, nutrient pools and losses in cattle pastures. *Oecologia*, 113 pp 415-427.

McGill, W. B. (1996). Review and classification of ten soil organic matter models. In: Powlson D.S., Smith P., and Smith J.U. (eds.). *Evaluation of Soil Organic Matter Models Using Existing Long-Term Datasets.* Springer-Verlag, Heidelberg: pp. 111-132.

McKeon, G.M., Hall, W.B., Henry, B.K., Stone, G.S. and Watson, I.W. (2004). Pasture Degradation and Recovery in Australia's Rangelands: Learning from History. Queensland Department of Natural Resources, Mines and Energy. pp. 256.

Monte, L, Hakanson, L., Bergstrom, U., Brittain, J., and Heling, R. (1996). Uncertainty analysis and validation of environmental models: the empirically based uncertainty analysis. *Ecological Modelling* 91:139-152.

Naeth, M.A., Bailey, A.W., Pluth, D.J., Chanasyk, D.S., and Hardin, R.T. (1991). Grazing impacts on litter and soil organic matter in mixed prairie and fescue grassland ecosystems of Alberta. *Journal or Range Management* 44 pp 7-12.

Nusser, S.M. and Goebel, J.J. (1997). The National Resources Inventory: a long-term multi-resource monitoring programme. *Environmental and Ecological Statistics* 4:181-204.

Ogle, S.M., Breidt, F.J., Eve, M.D. and Paustian, K. (2003). Uncertainty in estimating land-use and management impacts on soil organic carbon storage for U.S. agricultural lands between 1982 and 1997. *Global Change Biology* 9:1521-1542.

Ogle, S.M., Breidt, F.J. and Paustian, K. (2006). Bias and variance in model results associated with spatial scaling of measurements for parameterization in regional assessments. *Global Change Biology* 12:516-523.

Ogle, S.M., Conant, R.T. and Paustian, K. (2004). Deriving grassland management factors for a carbon accounting approach developed by the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Environmental Management*. 33:474-484.

Ojima, D.S., Parton, W.J., Schimel, D.S., Scurlock, J.M.O. and Kittel, T.G.F. (1993). Modeling the effects of climatic and CO2 changes on grassland storage of soil C. *Water, Air, and Soil Pollution* 70: pp. 643-657.

Powers, J. S., Read, J. M., Denslow, J. S. and Guzman, S. M. (2004). Estimating soil carbon fluxes following land-cover change: a test of some critical assumptions for a region in Costa Rica. *Global Change Biology* 10:170-181.

Smith, J.E. and Heath, L.S. (2001). Identifying influences on model uncertainty: an application using a forest carbon budget model. *Environmental Management* 27:253-267.

Smith, P., Powlson, D.S., Smith, J.U. and Elliott, E.T. (eds) (1997). Evaluation and comparison of soil organic matter models. Special Issue, *Geoderma* 81:1-225.

Vanden Bygaart, A.J., Gregorich, E.G., Angers, D.A., *et al.* (2004). Uncertainty analysis of soil organic carbon stock change in Canadian cropland from 1991 to 2001. *Global Change Biology* 10:983-994.

Veldkamp, E. (2001). Changes in soil carbon stocks following conversion of forest to pasture in the tropics. In: Holland E.A. (ed.): Notes from Underground: Soil Processes and Global Change. NATO ASI Series Berlin: Springer.

التغير في مخزون الكربون بالتربة (المراجع المستخدمة لتحليل المعاملات الافتراضية للتربة المعدنية في الملحق 6أ-1)

Abril, A. and Bucher, E.H. (1999). The effects of overgrazing on soil microbial community and fertility in the Chaco dry savannas of Argentina. *Applied Soil Ecology* 12:159-167.

Aina, P.O. (1979). Soil changes resulting from long-term management practices in Western Nigeria. *Soil Science Society of America Journal* 43:173-177.

Arnold, P.W., Hunter, F. and Gonzalez Fernandez, P. (1976). Long-term grassland experiments at Cockle Park. *Annales Agronomiques* 27:1027-1042.

Banerjee, M.R., Burton, D.L., McCaughey, W.P. and Grant, C.A. (2000). Influence of pasture management on soil biological quality. *Journal of Range Management* 53:127-133.

Bardgett, R.D., Frankland, J.C. and Whittaker, J.B. (1993). The effects of agricultural practices on the soil biota of some upland grasslands. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 45:25-45.

Barrow, N.J. (1969). The accumulation of soil organic matter under pasture and its effect on soil properties. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 9:437-445.

Biondini, M.E., Patton, B.D. and Nyren, P.E. (1998). Grazing intensity and ecosystem processes in a northern mixed-grass prairie, USA. *Ecological Applications* 8:469-479.

Cantarutti, R.B., Brage, J.M., Boddey, R.M. and Resende, S.d.P. (1995). Caracterizacao do status de nitrogenio em solosob pastagm de Brachiaria humidicola pura e consorciada com Desmodium ovalifolium cv. Itabela. Pages 733-735 *in* Proceedings of the XXV Congresso Brasileiro do Ciencia do Solo, Micosa, MG, Brazil.

Carr, S.C.M., and Turner, J.S. (1959). The ecology of the Bogong high plains II. Fencing experiments in grassland C. *Australian Journal of Botany* 7:34-83.

Carter, M.R., Angers, D.A. and Kunelius, H.T. (1994). Soil structural for and stability, and organic matter under cool-season perennial grasses. *Soil Science Society of America Journal* 58:1194-1199.

Cerri, C.C., Volkoff, B. and Andreaux, F. (1991). Nature and behavior of organic matter in soils under natural forest, and after deforestation, burning and cultivation, near Manaus. *Forest Ecology and Management* 38:247-257.

Chone, T., Andreuz, F., Correa, J.C., Volkhoff, B. and Cerri, C.C. (1991). Changes in organic matter in an Oxisol from the central Amazonian forest during eight years as pasture determined by 13C isotopic composition. Pages 397-405 *in* J. Berthelin, editor. Diversity of Environmental Biogeochemistry. Elsiver, Amsterdam.

Chuluun, T., Tieszen, L.L. and Ojima, D. (1999). Land use impact on C4 plant cover of temperate east Asian grasslands. Pages 103-109 *in* K. Otsubo, editor. NIES Workshop on Information Bases and Modeling for Land-use and Land-cover Changes Studies in East Asia. Center for Global Environmental Research.

Desjardins, T., Andreauz, F., Volkoff, B. and Cerri, C.C. (1994). Organic carbon and 13C content in soils and soil size-fractions, and their changes due to deforestation and pasture installation in eastern Amazonia. *Geoderma* 61:103-118.

Eden, M.J., McGregor, D.F.M. and Viera, N.A.Q. (1990). Pasture development on cleared forest land in northern Amazonia. *The Geographical Journal* 156:283-296.

Escobar, C.J. and Toriatti Dematte, J.L. (1991). Distribution of organic matter and natural carbon-13 in an Ultisol in the Amazon piedmont. *Pasturas Tropicales* 13:27-30.

Feigl, B.J., Melillo, J. and Cerri, C.C. (1995). Changes in the origin and quality of soil organic matter after pasture introduction in Rondonia (Brazil). *Plant and Soil* 175:21-29.

Fisher, M.J., Tao, I.M., Ayarza, M.A., Lascano, C.E., Sanz, J.I., Thomas, R.J. and Vera, R.R. (1994). Carbon storage by introduced deep-rooted grasses in the South American savannas. *Nature* 371:236-238.

Frank, A.B., Tanaka, D.L., Hofmann, L. and Follett, R.F. (1995). Soil carbon and nitrogen of Northern Great Plains grasslands as influenced by long-term grazing. *Journal of Range Management* 48:470-474.

Franzluebbers, A.J., Stuedmann, J.A., Schomberg, H.H. and Wilkinson, S.R. (2000). Soil organic C and N pools under long-term pasture management in the Southern Piedmont USA. *Soil Biology and Biochemistry* 32:469-478.

Franzluebbers, A.J., Nazih, N., Stuedmann, J.A., Fuhrmann, J.J., Schomberg, H.H. and Hartel, P.G. (1999). Soil carbon and nitrogen pools under low- and high-endophyte-infected tall fescue. *Soil Science Society of America Journal* 63:1687-1694.

Garcia-Oliva, F., Casar, I., Morales, P. and Maass, J.M. (1994). Forest-to-pasture conversion influences on soil organic carbon dynamics in a tropical deciduous forest. *Oecologia* 99:392-396.

Goh, K.M., Stout, J.D. and Rafter, T.A. (1977). Radiocarbon enrichment of soil organic matter fractions in New Zealand soils. *Soil Science* 123:385-391.

Jackman, R.H. (1964). Accumulation of organic matter in some New Zealand soils under permanent pasture I. Patterns of change of organic carbon, nitrogen, sulphur, and phosphorous. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 7:445-471.

Kohn, G.D., Osborne, G.J., Batten, G.D., Smith, A.N. and Lill, W.J. (1977). The effect of topdresed superphosphate on changes in Nitrogen : Carbon : Sulphur : Phosphorous and pH on a red earth soil during a long term grazing experiment. *Australian Journal of Soil Research* 15:147-158.

Koutika, L.S., Bartoli, F., Andreux, F., Cerri, C.C., Burtin, G., Chone, T. and Philippy, R. (1997). Organic matter dynamics and aggregation in soils under rain forest and pastures of increasing age in the eastern Amazon Basin . *Geoderma*, 76, 87-112.

Loiseau, P. and Grignani, C. (1991). Status of organic nitrogen and fate of mineral nitrogen in mid-mountain pastures. *Agronomie* 11:143-150.

Lovell, R.D., Jarvis, S.C. and Bardgett, R.D. (1995). Soil microbial biomass and activity in long-term grassland: effects of management changes. *Soil Biology and Biochemistry* 27:969-975.

Lytton Hitchins, J.A., Koppi, A.J. and McBratney, A.B. (1994). The soil condition of adjacent bio-dynamic and conventionally managed dairy pasture in Victoria, Australia. *Soil Use and Management* 10:79-87.

Malhi, S.S., Harapiak, J.T., Nyborg, M., Gill, K.S. and Flore, N.A. (2002). Autumn and spring applications of ammonium nitrate and urea to bromegrass influence total and light fraction organic C and N in a thin Black Chernozem. *Canadian Journal of Soil Science* 82:211-217.

Malhi, S.S., Nyborg, M., Harapiak, J.T., Heier, K. and Flore, N.A. (1997). Increasing organic C and N in soil under bromegrass with long-term N fertilization. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 49:255-260.

Manley, J.T., Schuman, G.E., Reeder, J.D. and Hart, R.H. (1995). Rangeland soil carbon and nitrogen responses to grazing. *Journal of Soil and Water Conservation* 50:294-298.

Moulin, A.P., McCartney, D.H., Bittman, S. and Nuttall, W.F. (1997). Long-term effects of fertilizer on soil carbon in a pasture soil.

Naeth, M.A., Bailey, A.W., Pluth, D.J., Chanasyk, D.S. and Hardin, R.T. (1991). Grazing impacts on litter and soil organic matter in mixed prairie and fescue grassland ecosystems of Alberta. J*ournal of Range Management* 44:7-12.

Neill, C., Melillo, J.M., Steudler, P.A., Cerri, C.C., Moraes, J.F.L.d., Piccolo, M.C. and Brito, M. (1997). Soil carbon and nitrogen stocks following forest clearing for pasture in the Southwestern Brazilian Amazon. *Ecological Applications* 7:1216-1225.

Nyborg, M., Malhi, S.S., Solberg, E.D. and Izaurralde, R.C. (1999). Carbon storage and light fraction C in a grassland dark gray chernozem soil as influenced by N and S fertilization. *Canadian Journal of Soil Science* 79:317-320.

Oberson, A., Friesen, D.K., Tiessen, H., Morel, C. and Stahel, W. (1999). Phosphorus status and cycling in native savanna and improved pastures on an acid low-P Colombian oxisol. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 55:77-88.

Reiners, W.A., Bouwman, A.F., Parsons, W.F.J. and Keller, M. (1994). Tropical rain forest conversion to pasture: Changes in vegetation and soil properties. *Ecological Applications* 4:363-377.

Ridley, A.M., Slattery, W.J., Halyar, K.R. and Cowling, A. (1990). The importance of the carbon cycle to acidification of grazed animal pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 30:529-537.

Rixon, A.J. (1966). Soil fertility changes in a redbrown earth under irrigated pastures. *Australian Journal of Agricultural Research* 17:303-316.

Russell, J.S. (1960). Soil fertility changes in the long term experimental plots at Kybybolite, South Australia. I. Changes in pH, total nitrogen, organic carbon and bulk density. *Australian Journal of Agricultural Research* 11:902-926.

Schuman, G.E., Reeder, J.D., Manley, J.T., Hart, R.H. and Manley, W.A. (1999). Impact of grazing management on the carbon and nitrogen balance of a mixed-grass rangeland. *Ecological Applications* 9:65-71.

Shiel, R.S. (1986). Variation in amounts of carbon and nitrogen associated with particle size fractions of soils from the Palace Leas meadow hay plots. *Journal of Soil Science* 37:249-257.

Skjemstad, J.O., Catchpoole, V.R., Feuvre, R.P.l. and Le Feuvre, R.P. (1994). Carbon dynamics in Vertisols under several crops as assessed by natural abundance 13C. *Australian Journal of Soil Research* 32:311-321.

Smoliak, S., Dormaar, J.F. and Johnston, A. (1972). Long-term grazing effects on Stipa-Bouteloua prairie soils. *Journal of Range Management* 25:246-250.

Trumbore, S.E., Davidson, E.A., Barbosa De Camargo, P., Nepstad, D.C. and Martinelli, L.A. (1995). Below-ground cycling of carbon in forests and pastures of Eastern Amazonia. *Global Biogeochemical Cycles* 9:515-528.

Veldkamp, E. (1994). Organic carbon turnover in three tropical soils under pasture after deforestation. *Soil Science Society of America Journal* 58:175-180.

Walker, T.W., Thapa, B.K. and Adams, A.F.R. (1959). Studies on soil organic matter. 3. Accumulation of carbon, nitrogen, sulphur, organic and total phosphorous in improved grassland soils. *Soil Science* 87:135-140.

Wang, Y. and Chen, Z. (1998). Distribution of soil organic carbon in the major grasslands of Xilinguole, Inner Mongolia, China. *Acta Phytoecologica Sinica* 22:545-551.

Wood, K.M., and Blackburn, W.H. (1984). Vegetation and soil responses to cattle grazing systems in the Texas rolling plains. *Journal of Range Management* 37:303-308