الفصل 8

أراضي الاستيطان

المؤلفون

جنيفر سي. جنكينز (الولايات المتحدة الأمريكية)، هيكتور دانيل جينزو (الأرجنتين)، ستيفن إم أوغل (الولايات المتحدة الأمريكية)، لويس فرشو (المركز الدولي لأبحاث الزراعة والحراجة/الولايات المتحدة الأمريكية)

ماريكو هاندا (اليابان) واتسوشي تسونيكاوا (اليابان)

المحتويات

8 أراضي الاستيطان
8-1 مقدمة **8-5**
8-2 أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان **8-6**
8-2-1 الكتلة الحيوية **8-6**
8-2-1-1 اختيار الطريقة **8-6**
8-2-1-2 اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة **8-8**
8-2-1-3 اختيار بيانات الأنشطة **8-10**
8-2-1-4 تقدير عدم التيقن **8-12**
8-2-2 المادة العضوية الميتة **8-12**
8-2-2-1 اختيار الطريقة **8-12**
8-2-2-2 اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة **8-13**
8-2-2-3 اختيار بيانات الأنشطة **8-13**
8-2-2-4 تقدير عدم التيقن **8-14**
8-2-3 كربون التربة **8-14**
8-2-3-1 اختيار الطريقة **8-15**
8-2-3-2 اختيار معاملات تغير المخزون والانبعاث **8-15**
8-2-3-3 اختيار بيانات الأنشطة **8-16**
8-2-3-4 تقدير عدم التيقن **8-17**
8-3 الأراضي المحولة إلى أراضي استيطان **8-17**
8-3-1 الكتلة الحيوية **8-18**
8-3-1-1 اختيار الطريقة **8-18**
8-3-1-2 اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة **8-18**
8-3-1-3 اختيار بيانات الأنشطة **8-19**
8-3-1-4 تقدير عدم التيقن **8-20**
8-3-2 المادة العضوية الميتة **8-20**
8-3-2-1 اختيار الطريقة **8-20**
8-3-2-2 اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة **8-20**
8-3-2-3 اختيار بيانات الأنشطة **8-21**
8-3-2-4 تقدير عدم التيقن **8-22**
8-3-3 كربون التربة **8-23**
8-3-3-1 اختيار الطريقة **8-23**
8-3-3-2 اختيار معامل تغير المخزون والانبعاث **8-24**
8-3-3-3 اختيار بيانات الأنشطة **8-25**
8-3-3-4 تقدير عدم التيقن **8-25**
8-4 الاستيفاء والمتسلسلات الزمنية وضمان/مراقبة الجودة والإبلاغ **8-25**
8-4-1 الاستيفاء **8-25**

8-4-2 إعداد متسلسلات زمنية متسقة **8-25**
8-4-3 ضمان/مراقبة جودة الحصر **8-26**
8-4-4 الإبلاغ والتوثيق **8-26**
8-5 أساس للتطورات المنهجية في المستقبل **8-26**
المراجع **8-27**

المعادلات

المعادلة 8-1 التغير السنوي في الكربون في أحواض الكتلة الحيوية الحية في أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان . **8-6**
المعادلة 8-2 الزيادة السنوية في الكتلة الحيوية استناداً إلى مساحة الغطاء التاجي الإجمالية **8-7**
المعادلة 8-3 النمو السنوي للكتلة الحيوية استناداً إلى عدد النباتات الخشبية الفردية في الفئات العريضة **8-7**

الجداول

الجدول 8-1 معدلات النمو الافتراضية المعتمدة على مساحة الغطاء التاجي **(CRW)** والمستخدمة في المستوى 2أ فيما يتعلق الغطاء التاجي للأشجار في المناطق الحضرية حسب المنطقة **8-9**
الجدول 8-2 المتوسط الافتراضي لمعدل الزيادة السنوية في الكربون للشجرة بالمستوى 2ب في الأشجار بالمناطق المدنية حسب فئات الأنواع **8-10**
الجدول 8-3 بيانات الأنشطة الافتراضية حسب نوع الغطاء النباتي الطبيعي المحتمل (PNV) (Kuchler, 1969) للنسبة المئوية للغطاء الشجري **8-10**
الجدول 8-4 القيم الافتراضية لمخزون الكربون في الكتلة الحيوية المزالة نتيجة التحويل إلى أراضي استيطان **8-18**

8 أراضي الاستيطان

8-1 مقدمة

يشتمل هذا الفصل على طرق لتقدير التغيرات في مخزون الكربون، وكذا انبعاثات وعمليات إزالة غازات الاحتباس الحراري المقترنة بالتغيرات في الكتلة الحيوية والمادة العضوية الميتة (DOM) وكربون التربة في الأراضي المصنفة كأراضي استيطان. وقد تم تعريف أراضي الاستيطان في الفصل 3 بأنها تضم كافة الأراضي المطورة – أي، الأراضي السكنية والأراضي المستخدمة في النقل والتجارة والبنية التحتية للإنتاج (التجاري والتصنيعي) أيا كان حجمها، ما لم تكن هذه الأراضي قد تم تصنيفها ضمن فئات الاستخدام الأخرى. وتشمل فئة أراضي الاستيطان أنواع التربة والغطاء النباتي من الأنواع الدائمة العشبية مثل أعشاب المروج، ونباتات الحدائق، والأشجار في المستوطنات الريفية، والمنازل والمناطق الحضرية. ومن أمثلة أراضي الاستيطان؛ الأراضي الواقعة على جانبي الشوارع، ومساحات المروج السكنية (الريفية والحضرية) والتجارية، وأراضي الحدائق العامة والخاصة، وملاعب الجولف والملاعب الرياضية الأخرى، والمتنزهات، شريطة أن تقترن هذه الأراضي وظيفياً أو إدارياً بمدن أو قرى معينة أو بأنواع استيطان أخرى وألا تكون مصنفة ضمن أي من فئات الاستخدام الأخرى. راجع الفصل 3 للحصول على الإرشادات المعنية بالإبلاغ عن المساحة وتعريفات فئات الأراضي الستة.

ويمكن القول بأن 2% تقريباً من مساحة سطح اليابسة مناطق حضرية يقطنها أكثر من 3 مليارات نسمة، وأن ما يزيد عن نصف سكان العالم يعيشون بالمدن في الوقت الحالي، ومن المتوقع أن يتضاعف هذه الرقم خلال 50 عاماً (Crane and Kinzig, 2005). وفي الكثير من المناطق، تكون الأراضي المصنفة كأراضٍ حضرية، استناداً إلى الكثافة السكانية أو حدود المدن، ليست إلا مجموعة فرعية من الأراضي التي يمكن تصنيفها كأراضي استيطان باستخدام المعايير الموضحة أعلاه. وقد تمتد المساحات التي تتسم بالاستيطان منخفض الكثافة أبعد من الحدود الرسمية لإحدى المدن، وفي الكثير من المناطق فإنها تزداد بصورة سريعة (Elvidge *et al*., 2004; Gallo *et al*., 2004; Theobald, 2004). وفي الأراضي التي يمكن وصفها بأنها ريفية بصفة رئيسية، وحتى لو كانت استخدامات الأرضي لا تتغير على نحو سريع، فإن الأراضي المخصصة للاستخدامات السكنية يمكنها أن تشغل جزءاً كبيراً من المنظر الطبيعي. وقد يكون لتحويل الأراضي الحرجية والأراضي الزراعية والمروج الطبيعية إلى أراضي استيطان تأثيرات هامة على مخزون وتدفقات الكربون (Imhoff *et al*., 2000; Milesi *et al*., 2003).

وتجدر الإشارة إلى أن إدارة الغطاء النباتي في أراضي الاستيطان قد تُفضي إلى عمليات اكتساب، أو فقد أو تحويل للكربون بين الأحواض ذات الصلة. على سبيل المثال، قد تُترك الفروع التي يتم إزالتها أثناء التشذيب أو قص أعشاب المروج (عمليات فقد في الكتلة الحيوية) على أرض الموقع (تحويل إلى فرش حرجي) أو يتم التخلص منها كنفايات صلبة (تحويل إلى نفايات) أو حرقها (انبعاث). وتُحسب انبعاثات غازات الاحتباس الحراري ذات الصلة في الأقسام الملائمة من الإرشادات الحالية. على سبيل المثال، يحتوي الجدول 2-3 في الفصل 2 بالمجلد 5 (النفايات) على مخلفات الخشب/الأفنية في الإحصائيات الوطنية التي تصف مصير المخلفات البلدية الصلبة على المستوى الوطني. فيما يتم حساب الكتلة الحيوية المزالة كخشب وقود من الأشجار في أراضي الاستيطان والمستخدمة كوقود في قطاع الطاقة. ويحدد التأثير الصافي للتحويل أو الإدارة الذي يؤدي إلى الزيادة، في جانب، أو الفقد (على سبيل المثال من الحرق أو التحلل)، على الجانب الآخر، التوازن الكلي للكربون في أراضي الاستيطان.

وقد تمثل أنواع التربة أو المادة العضوية الميتة في *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان* أو في *الأراضي المحولة إلى أراضي استيطان* مصادر أو بواليع لثاني أكسيد الكربون استناداً إلى الاستخدام السابق للأراضي ودفن أو إزالة سطح التربة أثناء التطوير، والإدارة الحالية وبالأخص فيما يتصل بالمغذيات واستعمالات المياه، ونوع وكمية الغطاء النباتي المنتشر بين الطرق والمباني والبنية التحتية المقترنة (Goldman *et al*., 1995; Jo, 2002; Pouyat *et al*., 2002; Qian and Follett, 2002; Kaye *et al*., 2004; Kaye *et al*., 2005).

وقد تناولت *الخطوط التوجيهية للهيئة لعام 1996* الكتلة الحيوية فوق الأرض من الأشجار في المستوطنات الريفية، لكنها لم تتناول فئات وأحواض أراضي الاستيطان الأخرى.

وتختلف *الخطوط التوجيهية للهيئة لعام 2006* عن *إرشادات الممارسات السليمة المتصلة باستخدام الأراضي وتغير استخدام الأراضي والحراجة* فيما يلي:

- نقل المناقشة والمنهجيات المفصلة من التذييل إلى المتن الرئيسي وتناولها كقطاع لانبعاث أو إزالة غازات الاحتباس الحراري؛
- توسيع نطاق المناقشة والمنهجيات ليشمل أحواض الكتلة الحيوية الخمسة الموضحة في الفصل 1؛
- تقديم المنهجيات الافتراضية للمستوى 1؛
- تضمين البيانات الإضافية التي تلائم المستويين 2 و3 والتي نشرت بعد صدور *إرشادات الممارسات السليمة*؛
- تضمين مناقشة موسعة فيما يخص وضع وتطبيق منهجيات وقيم للمستويين 2 و3 خاصة بالبلد، بما في ذلك طرق للعمل مع بيانات أنشطة أكثر تفصيلاً.

وتضم أحواض الكربون التي يتم تقديرها بالنسبة لأراضي الاستيطان كل من الكتلة الحيوية فوق الأرض وتحت الأرض والمادة العضوية الميتة وأنواع التربة. ويصف القسمان 8-2 و8-3 على التوالي المنهجية التي يمكن استخدامها في تقدير التغيرات في مخزون الكربون بالنسبة *لأراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان* وتقدير مخزون الكربون في *الأراضي المحولة إلى أراضي استيطان*. وتنطبق المنهجية في القسم الثاني إلى حد بعيد على *الأراضي المحولة إلى أراضي استيطان* من أي نوع آخر من الأراضي.

2-8 أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان

تشير هذه الفئة إلى كافة فئات التشكيلات النباتية في المناطق الحضرية التي ظلت تستخدم كأراضي استيطان (على سبيل المثال، المساحات التي تقترن وظيفياً أو إدارياً بالأراضي العامة أو الخاصة في المدن أو القرى أو أنواع الاستيطان الأخرى) منذ أخر مرة تم فيها جمع البيانات. وتقدر انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون في هذه الفئة عن طريق مجموع الفئات الفرعية للتغيرات في مخزون الكربون في الكتلة الحيوية (كل من المكونات الخشبية والمكونات الدائمة غير الخشبية) وفي المادة العضوية الميتة وأنواع التربة على النحو الذي تلخصه المعادلة 2-3 في الفصل 2.

وتجدر الإشارة إلى أن حوض الكتلة الحيوية في أراضي الاستيطان يضم مكونات خشبية وعشبية. وفيما يتعلق بالكتلة الحيوية الخشبية، يُحسب التغير في المخزون كفرق بين الزيادة والفقد في الكتلة الحيوية نتيجة أنشطة الإدارة. أما فيما يتعلق بالكتلة الحيوية العشبية (مثل أعشاب المروج ونباتات الحدائق) في *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان*، فيمكن الافتراض دائماً بأن التغير في مخزون الكربون بالكتلة الحيوية يساوي الصفر.

ويحتوي حوض المادة العضوية الميتة في أراضي الاستيطان على الخشب الميت والفرش الحرجي اللذين يضمان مكونات خشبية وعشبية. وبالنسبة للغطاء النباتي الخشبي، يمكن التحديد الكمي للتغيرات بهذا الحوض كإنتاج من الفرش الحرجي السميك والدقيق من النباتات الخشبية. أما بالنسبة للغطاء النباتي العشبي، فإن الإنتاج السنوي من المادة العضوية الميتة يُقدر في صورة تراكم للقش وإنتاج من المواد العشبية مثل نفايات الحدائق ونواتج تشذيب الأفنية. مع العلم بأن انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المقترنة بقطاع النفايات يتم تقديرها في المجلد 5 (النفايات) ولذا فإن الطرق المقدمة في هذا الفصل تصف فقط مكونات الإنتاج السنوي التي يتوقع إلى درجة معقولة أن تبقى بالموقع.

تتباين أحواض كربون التربة بمرور الوقت استناداً إلى التوازن بين مدخلات الكربون من الفرش الحرجي النباتي وصور المادة العضوية الأخرى، والمخرجات نتيجة التحلل، والتعرية والترشح. ويعد تقدير تأثير إدارة المستوطنة على مخزون الكربون ذا أهمية خاصة في البلدان التي تمثل أراضي المدن والبلدات جزءاً كبيراً منها أو التي تشهد معدلات مرتفعة من التوسع في الاستيطان. وفيما يتعلق بأنواع التربة المعدنية، يمكن تقدير تأثير الاستخدام والإدارة كأراضي استيطان على مخزون كربون التربة استناداً إلى الفرق في المخزون بين فئات غطاء أراضي الاستيطان مقارنة بحالة مرجعية، مثل الأراضي الأصلية. ورغم أن استخدام أنواع التربة العضوية كأراضي استيطان أقل شيوعاً، إلا أن هذه الأراضي قد تمثل مصدراً لانبعاث الكربون في حالة تصريفها من أجل التطوير وذلك نتيجة لتحسن الظروف المساعدة على التحلل، على نحو مشابه لتأثير التصريف لأغراض زراعية (Armentano, 1986). أضف إلى ذلك، أنه قد يحدث حصاد للخث من أنواع التربة العضوية أثناء التطوير الاستيطاني مما يؤدي لحدوث انبعاثات إلى الغلاف الجوي.

1-2-8 الكتلة الحيوية

1-1-2-8 اختيار الطريقة

تتبع الطريقة العامة لتقدير التغير في مخزون الكربون في الكتلة الحيوية في *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان* المقترب الموضح بالمعادلة 2-7 في الفصل 2. وتعمل على تقدير التغيرات في مخزون كربون الكتلة الحيوية عن طريق حساب قيمة عمليات الاكتساب في مخزون الكتلة الحيوية من النمو مطروحا منها قيمة عمليات الفقد في مخزون الكربون نتيجة للاحتراق والوفيات. واستنادا إلى حجم طرفي الزيادة والفقد، قد يكون متوسط التغيرات السنوية في مخزون الكربون في الكتلة الحيوية بأراضي الاستيطان موجباً أو سالباً.

ويمثل التغير في الكتلة الحيوية في *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان* مجموع التغير في الكتلة الحيوية لثلاثة مكونات: الأشجار والجنبات والأعشاب الدائمة (مثل أعشاب المروج ونباتات الحدائق)، وذلك كما هو موضح في المعادلة 8-1.

المعادلة 8-1
التغير السنوي في الكربون في أحواض الكتلة الحيوية الحية في أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان

$$\Delta C_B = \Delta C_{Trees} + \Delta C_{Shrubs} + \Delta C_{Herbs}$$

حيث:

ΔC_B = الزيادة السنوية في الكربون والتي تعزى إلى الزيادة بالكتلة الحيوية في *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان*، أطنان كربون في العام

ΔC_{Trees} = الزيادة السنوية في الكربون والتي تعزى إلى الزيادة بالكتلة الحيوية الشجرية في *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان*، أطنان كربون في العام

ΔC_{Shrubs} = الزيادة السنوية في الكربون والتي تعزى إلى الزيادة بالكتلة الحيوية للجنبات في *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان*، أطنان كربون في العام

ΔC_{Herbs} = الزيادة السنوية في الكربون والتي تعزى إلى الزيادة بالكتلة الحيوية العشبية في *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان*، أطنان كربون في العام

ووفقا لتوافر بيانات الأنشطة ذات الصلة ومعاملات الانبعاث الملائمة، يمكن استخدام أي من المستويات المنهجية الموضحة فيما يلي. كما يقدم الشكل 2-2 في الفصل 2 إرشادات فيما يتعلق بتحديد المستوى المناسب لتقدير التغيرات في الكربون بالكتلة الحيوية.

المستوى 1

يفترض المستوى 1 عدم حدوث تغير في مخزون الكربون في الكتلة الحيوية الحية في *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان*، وبعبارة أخرى، وجود توازن بين طرفي النمو والفقد. وإذا كانت فئة *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان فئة* رئيسية، يكون على البلد تجميع بيانات الأنشطة الملائمة و/أو وضع معاملات الانبعاث الملائمة للمنطقة واستخدام المستوى 2 أو 3.

المستوى 2

يوجد خياران لتقدير التغيرات في الكتلة الحيوية باستخدام المستوى 2 في *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان*. يستخدم المستوى 2أ التغيرات في مخزون الكربون لكل وحدة من مساحة الغطاء التاجي للنبات كمعامل إزالة، فيما يستخدم المستوى 2ب التغيرات في مخزون الكربون لعدد النباتات كمعامل إزالة. ويعتمد اختيار الطريقة المناسبة على توافر بيانات الأنشطة. ويقدم كل من المستوى "2أ" و"2ب" طرقاً لتقدير ΔC_G في المعادلة 2-7 (طريقة الاكتساب-الفقد). ويناسب هذا المستوى البلدان التي لا توجد بها عمليات حصر مستمرة *لأراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان*.

تتمثل الأنواع الدائمة الرئيسية في الأشجار والجنبات والأنواع العشبية الدائمة (مثل، أعشاب المروج ونباتات الحدائق). وتفترض الطرق كما هي مقدمة هنا أن التغير في الكتلة الحيوية للغطاء العشبي من الأنواع السنوية يساوي الصفر في *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان* وذلك على أساس أن النمو في الكتلة الحيوية العشبية (سواء كان غطاءاً عشبياً دائماً أو سنوياً) يساوي الفقد من عمليات الحصاد أو الوفيات. ويمكن للبلدان اختيار التعريفات التي تناسبها للأشجار والأنواع الخشبية الدائمة، كما يمكنها تقسيم كل نوع إلى فئات فرعية وفقا للأنواع، أو المنطقة المناخية، أو الموسمية أو المعايير الأخرى كما هو مناسب واستناداً إلى مدى توافر البيانات.

المستوى 2أ: طريقة مساحة الغطاء التاجي

يتم تمثيل هذه الطريقة بالمعادلة 8.2 ويجب استخدامها عندما تتوافر البيانات حول المساحة الإجمالية للغطاء النباتي في الأنواع الدائمة **(j)** وفئاتها **(i)** في *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان*.

المعادلة 8-2
الزيادة السنوية في الكتلة الحيوية استناداً إلى مساحة الغطاء التاجي الإجمالية

$$\Delta C_G = \sum_{i,j} AT_{i,j} \bullet CRW_{i,j}$$

حيث:

$\mathbf{\Delta C_G}$ = الزيادة السنوية في الكربون والتي تعزى إلى الزيادة بالكتلة الحيوية في *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان*، أطنان كربون في العام

$\mathbf{AT_{ij}}$ = المساحة الإجمالية للغطاء التاجي للفئة ***i*** في النوع ***j*** من النباتات الخشبية الدائمة[1]

$\mathbf{CRW_{ij}}$ = معدل نمو النمو القائم على مساحة الغطاء التاجي للفئة ***i*** في نوع النباتات الخشبية الدائمة ***j***، أطنان كربون (هكتار غطاء تاجي) في العام

المستوى 2ب: طريقة نمو النباتات الفردية[2]

يتم تمثيل هذه الطريقة بالمعادلة 8-3 ويجب استخدامها في حالة توافر بيانات عدد الأشجار الخشبية حسب فئات الأنواع العريضة في *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان*. ومن الممكن، عند تقدير الأشجار، التحويل بين القيم المستخدمة في المستوى "2أ" و"2ب" عن طريق الافتراض بأن الشجرة المفردة في منطقة حضرية تغطي تقريبا مساحة غطاء تاجي تبلغ 50 متر مربع عند النضج (قارن Akbari, 2002).

المعادلة 8-3
النمو السنوي للكتلة الحيوية استناداً إلى عدد النباتات الخشبية الفردية في الفئات العريضة

$$\Delta C_G = \sum_{i,j} NT_{i,j} \bullet C_{i,j}$$

حيث:

$\mathbf{\Delta C_G}$ = الزيادة السنوية في الكربون والتي تعزى إلى الزيادة في الكتلة الحيوية الحية في *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان*، أطنان كربون في العام

$\mathbf{NT_{ij}}$ = عدد الأفراد في الفئة ***i*** في نوع النباتات الدائمة ***j***

$\mathbf{C_{ij}}$ = متوسط الزيادة السنوية من الكربون للفئة ***i*** لنوع النباتات الدائمة ***j***، أطنان كربون في العام لكل فرد

[1] تتضمن الإشارات إلى النباتات الخشبية الدائمة الأشجار ما لم يتم تحديد غير ذلك.
[2] تتضمن الإشارات إلى النباتات الأشجار ما لم يُحدد غير ذلك.

المستوى 3

يمكن أن تعتمد مقتربات المستوى 3 إما على طرق المستوى 2 أعلاه (المعادلة 8-2 و8-3) إلى جانب قياسات مفصلة للبارامترات عند مستوى مجزأ لأنظمة الاستيطان المختلفة مثل المتنزهات، والمناطق السكنية الحضرية، والريفية والشوارع وغير ذلك، أو على مقترب الفرق في المخزون الموضح في المعادلة 2-8. وفي هذا المقترب الأخير، تُقدر التغيرات في مخزون الكربون عند نقطتين زمنيتين، حيث تشير التغيرات إلى عمليات الاكتساب والفقد في الكتلة الحيوية. ويتطلب المقترب العام لهذه الطريقة استخدام معاملات توسيع الكتلة الحيوية الخاصة بالأحراج **(**BEFs**)** وهو ما لا ينطبق على أراضي الاستيطان. وينبغي على البلدان التي ترغب في استخدام طريقة الفرق في المخزون لتقدير التغير في الكتلة الحيوية في *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان* دراسة إمكانية استخدام طرق القياس مثل الطرق القائمة على قطر الأشجار الفردية عند ارتفاع الصدر **(**dbh**)** **(**Jenkins *et al*., 2004**)**، والتي يتم تعديلها بما يلائم الأشجار التي تنمو في المناطق المفتوحة كما هو موضح أعلاه، بدلاً من معاملات **BEFs** الخاصة بالأحراج وذلك حال تقدير الكتلة الحيوية للأشجار.

8-2-1-2 اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة

تعتبر معادلات القياس المعنية بالكتلة الحيوية قليلة وبالأخص فيما يتعلق بالأشجار أو الجنبات في البيئات الحضرية (Nowak**,** 1996; Jo, **)** 2002) وبالتالي فقد اتجه المحققون إلى تطبيق المعادلات المشتقة للأشجار الحرجية، وضبط الكتلة الحيوية الناتجة باستخدام معامل (مثل 0.80 [Nowak, 1994; Nowak and Crane, 2002]) يراعي قياسات الأشجار التي تنمو في الأماكن المفتوحة بالمدن حيث تكون الكتلة الحيوية فوق الأرض لقطر معين أقل في العادة من الكتلة الحيوية للأشجار التي تنمو في الأحراج (Nowak, 1996**)**. وتجدر الإشارة إلى أنه توجد معادلات قياس لبعض أنواع الجنبات، لكن لم يتم تطبيقها بصورة منتظمة على البيئات الحضرية (Smith and Brand, 1983; Nowak et al., 2002 لتقديرات الكتلة الحيوية لأوراق الجنبات). ويمكن اشتقاق الكتلة الحيوية تحت الأرض في الأشجار من الكتلة الحيوية فوق الأرض عن طريق ضرب المكون الأخير في نسبة مقدرة للجموع الجذري إلى الخضري على النحو الذي وضحه كايرنز *وآخرون* (1997) وتم تطبيقه على البيئات المدنية بواسطة نواك *وآخرين*.(2002). راجع الفصل 4 (الأراضي الحرجية) للحصول على أمثلة لنسب المجموع الجذري إلى الخضري **(R)** (تسمى كذلك نسبة الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى فوق الأرض) التي تستخدم غالبا في البيئات الحرجية. ويمكن افتراض تطبيق النسب الملائمة للمنطقة المعنية دون تعديل على أراضي الاستيطان.

قد تتأثر معدلات نمو الأشجار والوفيات في أراضي الاستيطان بالظروف السائدة في المناطق الحضرية مثل الاختلافات في جودة الهواء المحلي، والترسيب الجوي، وتركيزات ثاني أكسيد الكربون الزائدة في الغلاف الجوي والتبادل المنخفض للهواء في منطقة الجذر نتيجة الأسطح المعبدة غير المنفذة (على سبيل المثال، Pouyat *et al*., 1995; Idso *et al*., 1998; Idso *et al*., 2001; Gregg *et al*., 2003; Pouyat and Carreiro, 2003). وبالتالي، فإن القيم والمعادلات المستخدمة للتنبؤ بنمو الأشجار في أراضي الاستيطان بالمستويات الأعلى ، ينبغي أن تراعي، إلى الحد الملائم، البيئة المحيطة وظروف الأشجار.

يمثل الكربون المخزن في المكونات الخشبية بالأشجار المكون الأكبر من مخزون الكتلة الحيوية الواقفة والزيادة السنوية بالكتلة الحيوية في أراضي الاستيطان. ولا تزال البيانات قليلة، على الرغم من أنها تزداد توافراً بمرور الوقت. على سبيل المثال، قدر كل من نواك وكرين (2002) على أساس شامل للمدينة أن المخزون السنوي من الكربون للأشجار في المدن في الولايات المتحدة الأمريكية في حالة اشتراك الحدود تراوح من 600 إلى 32.200 طن كربون في العام. فيما توصل جو (2002) إلى أن كمية الكربون الذي يتم تنحيته سنويا في ثلاث من المدن الكورية قد تباينت من 2.900 إلى 40.300 طن. وفي أستراليا، قدر براك (2002) أن كمية الكربون الذي يتم تنحيته بواسطة الأشجار من كانبرا بين عامي 2008 و2012 ستبلغ 6.000 طن كربون في العام، وهو ما يتوقف على التعريف وبالتالي نطاق مناطق أراضي الاستيطان التي يجري تناولها.

ويكون التباين أقل لكل وحدة مساحة، فبالنسبة لعشر مدن في الولايات المتحدة الأمريكية، كانت قياسات الكربون المخزنة في الكتلة الحيوية الخشبية تتراوح من 150 إلى 940 كجم كربون للهكتار في العام **(**Nowak and Crane, 2002**)**، فيما كان المقدار السنوي للكربون المخزن في الكتلة الحيوية الخشبية لثلاث مدن كورية يتراوح من 530 إلى 800 كجم كربون للهكتار في العام (Jo, 2002**)**. وبلغ مخزون الكربون بثلاثة مروج حضرية في كولورادو (الولايات المتحدة الأمريكية) 1.590 كجم كربون لكل هكتار في العام (Kaye *et al*., 2005). ولا يزال التباين أقل في تقديرات المخزون السنوي للكربون لوحدة الغطاء التاجي للأشجار. وقد توصل كل من نواك وكرين (2002) إلى أن معدلات التنحية السنوية تتراوح من 0.12 إلى 0.26 كجم كربون في المتر المربع من الغطاء التاجي في العام، فيما استخدم براك (2002) أحد النماذج وقدر التنحية السنوية في كانبرا بين عامي 2008 و2012 بحوالي 0.27 كجم كربون لكل متر مربع في العام.

المستوى 1

تفترض هذه الطريقة، ربما على نحو محافظ، أنه يتم موازنة التغيرات في مخزون كربون الكتلة الحيوية نتيجة النمو بالانخفاض في المخزون نتيجة عمليات الإزالة (أي، الحصاد والتشذيب والتقليم) من كل من الكتلة الحيوية الحية والميتة (على سبيل المثال، خشب الوقود والفروع المكسورة ونحو ذلك). وبالتالي، ففي مقترب المستوى 1 تكون $\Delta C_L = \Delta C_G$ ولكافة مكونات النبات، وΔC_B = صفر في المعادلة 2-7.

المستوى 2

الأشجار

يحتاج المستوى 2 إلى قيم بارامترات لكل من CRW_{ij} (المعادلة 8-2) و$\mathbf{C_{ij}}$ (المعادلة 8-3). ويكون استخدام معامل إزالة افتراضي للكتلة الشجرية **(CRW)** يبلغ 2-9 طن كربون (هكتار غطاء تاجي) في العام مناسباً عادة للمستوى 2أ (راجع الجدول 8-1). ويستند هذا التقدير إلى عينة من عشر مدن في الولايات المتحدة الأمريكية، حيث كانت القيم تتراوح من 1.8 إلى 3.4 طن كربون (لكل هكتار من الغطاء التاجي) في العام (Nowak and Crane, 2002). كذلك فإن بإمكان البلد وضع القيم التي تلائم الظروف الخاصة بها. وعند استخدام المستوى 2ب، يكون معامل الإزالة هو $\mathbf{C_{ij}}$. ويقدم الجدول 8.2 معاملات الزيادة الافتراضية للكربون في فئات أنواع الأشجار للاستخدام في المستوى 2ب. وهذه المعاملات قائمة على العديد من معادلات القياس والبيانات الميدانية المحدودة من المناطق الحضرية في الولايات المتحدة الأمريكية، وهي تمثل متوسطات للأشجار من كافة الأحجام (وليس الأشجار الناضجة فقط). وتقدم طرق المستوى 2أ و2ب تقديرات الكتلة الحيوية لإجمالي الكتلة الحيوية الخشبية فوق الأرض وتحت الأرض. ويمكن تقدير الكتلة الحيوية تحت الأرض على نحو منفصل عند الحاجة لذلك باستخدام نسبة مقدرة للمجموع الجذري إلى الخضري تبلغ 0.26 (Nowak *et al.*, 2002)**.**

يفترض كل من المستويين 2أ و2ب أن قيمة $\mathbf{\Delta C_L}$ تساوي الصفر عندما يكون متوسط أعمار المجموعة الشجرية أقل من أو يساوي 20 عاماً. وهو ما يستند إلى الافتراض بأن الأشجار الحضرية تمثل بواليع صافية للكربون عندما تنمو على نحو نشط وأن فترة النمو النشط **(AGP)** هذه تبلغ 20 عاماً تقريباً، وفقا لأنواع الأشجار وكثافة الغرس والموقع. وبعد ذلك، تفترض الطريقة أن زيادة الكربون في الكتلة الحيوية تتباطأ مع التقدم في العمر وبالتالي فبالنسبة للأشجار التي يزيد عمرها عن فترة النمو النشط، يُفترض أن الزيادة في كربون الكتلة الحيوية يتم موازنتها عن طريق عمليات الفقد المترتبة على التشذيب والوفيات. ولذا، يتم الحساب على نحو محافظ بالنسبة للأشجار التي يزيد عمرها عن فترة النمو النشط بافتراض أن قيمة $\mathbf{\Delta C_{L_{wood}} = \Delta C_{G_{wood}}}$. ويمكن للبلدان تحديد فترة النمو النشط بما يتفق مع ظروفها.

الأنواع الدائمة الخشبية الأخرى

يمكن للبلدان، فيما يتعلق بأي نوع دائم، وضع القيم الخاصة بها للطرف $\mathbf{CRW_{ij}}$ (في المعادلة 8.2) والطرف $\mathbf{C_{ij}}$ (في المعادلة 8.3). ويمكن تطبيق الافتراض القائل بعدم حدوث تغير في أي من هذه المكونات (أي أن، $\mathbf{CRW_{ij}}$ = صفر و$\mathbf{C_{ij}}$ = صفر).

ويفترض كل من المستويين 2أ و2ب عدم وجود تغير في الكتلة الحيوية العشبية. وباستخدام هذه الطريقة يكون $\mathbf{\Delta C_{G_{Herbs}} = \Delta C_{L_{Herbs}}}$ و$\mathbf{\Delta C_B}$ قائم على الفرق بين الزيادة والفقد في الكتلة الحيوية الخشبية فقط.

المستوى 3

فيما يتعلق بالمستوى 3، ينبغي على البلدان وضع معاملات للزيادة في الكتلة الحيوية حسب نوع النبات بما يلائم الظروف الوطنية. وينبغي أن يتم وضع البارامترات ومعادلات النمو الخاصة بالبلد وفقا للمناطق المناخية السائدة وتكوين بعض الأنواع الخاصة في مناطق الاستيطان الرئيسية داخل البلد، وذلك قبل عمل التقديرات لأراضي الاستيطان الأقل امتداداً. وفي حالة وضع بارامترات الزيادة في الكتلة الحيوية الخاصة بالبلد من تقديرات الكتلة الحيوية على أساس المادة الجافة، فيكون على البلدان أن تقوم بالتحويل إلى وحدات كربون باستخدام إما كسر كربون افتراضي **(CF)** يبلغ 0.5 طن كربون (طن مادة جافة)، أو كسر كربون يلائم على نحو أكبر الظروف الوطنية.

عند استخدام المستويات الأعلى، يجب تقييم الافتراضات المتعلقة بقيمة $\mathbf{\Delta C_L}$ وتعديلها بما يعكس الظروف الوطنية على نحو أفضل. على سبيل المثال، قد تتوافر لدى البلدان معلومات حول عمليات الفقد في الكربون وفقا للعمر و/أو نوع الأشجار في أراضي الاستيطان. وفي هذه الحالة، يجب على البلدان وضع طرف فقد وتوثيق الموارد والأساس المنطقي اللذين تم استخدامهما في وضع هذا الطرف.

وفي حالة تبني أحد البلدان لطريقة الفرق في المخزون (المعادلة 2.8)، فينبغي أن يتوافر لها نظام معاينة تمثيلية وقياسات دورية حتى يتسنى تقدير التغيرات في مخزون الكربون في الكتلة الحيوية.

الجدول 8-1
معدلات النمو الافتراضية المعتمدة على مساحة الغطاء التاجي (CRW) والمستخدمة في المستوى 2أ فيما يتعلق الغطاء التاجي للأشجار في المناطق الحضرية حسب المنطقة

المنطقة	الزيادة السنوية الافتراضية في الكربون لكل هكتار من الغطاء التاجي الشجري [أطنان كربون (هكتار غطاء تاجي شجري) في العام]
الولايات المتحدة الأمريكية (الافتراضي العالمي)	2.9[أ]
أستراليا	3.6[ب]

[أ] نواك وكرين 2002، متوسط 10 مدن أمريكية.
[ب] براك 2002، تحليل النماذج في كانبرا.

الجدول 8-2
المتوسط الافتراضي لمعدل الزيادة السنوية في الكربون للشجرة بالمستوى 2ب في الأشجار بالمناطق المدنية حسب فئات الأنواع

الفئة العريضة للأنواع	المعدل الافتراضي للزيادة السنوية في الكربون للشجرة (طن كربون في العام)
الحور	0.0096
القيقب السكري	0.0118
الخشب الصلب السكري	0.0100
خشب القيقب الصلب	0.0142
العرعر	0.0033
الأرز/اللاركس	0.0072
تنوب دوغلاس	0.0122
التنوب الصحيح/الشوكران	0.0104
الصنوبر	0.0087
البيسية	0.0092
المصدر: **D. Nowak (2002; personal communication)**	

3-1-2-8 اختيار بيانات الأنشطة

المستوى 1
لا يحتاج هذا المستوى إلى بيانات أنشطة.

المستوى 2
تتمثل بيانات الأنشطة المطلوبة لتطبيق طريقة المستوى 2 إما في $\mathbf{AT_{ij}}$، مساحة الغطاء التاجي لكل فئة ضمن الأنواع الدائمة (المعادلة 8-2)، أو في $\mathbf{NT_{ij}}$، وهو عدد النباتات الفردية في كل فئة ضمن الأنواع الدائمة (المعادلة 8-3). ويعرف الغطاء التاجي بأنه النسبة المئوية لمساحة الأرض المغطاة بالمسقط الرأسي للمحيط الخارجي الخاص بالانتشار الطبيعي للأوراق. وفيما يتعلق بالمستوى 2أ، يمكن الحصول على بيانات مساحة الغطاء التاجي **(AT_{ij})** من الصور الجوية للمناطق الحضرية، شريطة توافر الخبرة في تفسير ومعاينة الصور وقياسات المساحة (Nowak *et al.*, 1996). ويجب تحويل القيم المعبر عنها بالنسبة المئوية من الغطاء التاجي إلى مساحة إجمالية للغطاء التاجي للاستخدام في المعادلة 8-2 عن طريق ضرب النسبة المئوية من الغطاء التاجي في المساحة الكلية المغطاة بالنباتات (الأشجار أو الجنبات) الواقعة داخل المحيط الخارجي.

وفي حالة عدم توافر البيانات اللازمة لتحديد النسبة المئوية من الغطاء التاجي، فحينئذ يمكن استخدام بيانات الأنشطة الافتراضية. ويستفيد هذا المقترب من حقيقة أن أراضي الاستيطان الموجودة في أنظمة حيوية مختلفة، وفقا لتحديدها من خلال أنواع الغطاء النباتي الطبيعي المحتمل (PNV) المختلفة (Kuchler, 1969)، تكون ذات قيم متماثلة فيما يتعلق بالنسبة المئوية للغطاء الشجري وإجمالي المساحة الخضراء والمساحة الخضراء للظلة (Nowak *et al.*, 1996) (الجدول 8.3). وتتسم أراضي الاستيطان الموجودة في مناطق يتألف الغطاء الطبيعي المحتمل فيها من الأحراج، على سبيل المثال، بقيم أعلى إلى حد بعيد من النسبة المئوية للغطاء النباتي الشجري مقارنة بأراضي الاستيطان الموجودة بالمناطق التي يكون الغطاء الطبيعي المحتمل فيها صحراوي (الجدول 8.3). وفي الجدول 8-3، تتكون النسبة المئوية للمساحة الخضراء الإجمالية من أجزاء الأراضي المغطاة بالنباتات أو التربة (أي، ليست أسطح غير منفذة أو مسطحات مائية) فيما تعد المساحة الخضراء للظلة الجزء الذي تشغله ظلل الأشجار من هذه المساحة (وتحسب كنسبة الغطاء التاجي/نسبة المساحة الخضراء الإجمالية). ويجب ضرب البيانات الافتراضية للنسبة المئوية للغطاء التاجي الشجري في مساحة المستوطنة واستخدامها مع معدلات النمو الواردة في الجدول 8-1، في صورة مبسطة من المعادلة 8-2، لتقدير الزيادة السنوية للكربون في النوع الشجري الدائم. وتجدر الإشارة إلى أنه في حالة استخدام المستوى 2 لا تكون هناك حاجة لبيانات النسبة المئوية للمساحة الخضراء الإجمالية والنسبة المئوية لمساحة الظلة الشجرية وهي البيانات الواردة في الجدول 8-3 من أجل تقدير مخزون كربون الكتلة الحيوية، غير أن هذه البيانات قد تكون مفيدة للتدقيق المقارن.

وفيما يتعلق بالمستوى 2ب، يمكن الحصول على سجلات المجموعات النباتية، والتي تكون مقسمة إلى فئات حسب الأنواع أو الأنواع الرئيسية، من الهيئات البلدية المعنية بالغطاء النباتي في المناطق الحضرية أو من طرق المعاينة.

المستوى 3
يعتمد تحديد نوع بيانات الأنشطة المطلوبة في المستوى 3 على المقتربات المنهجية المستخدمة. ففي حالة استخدام طريقة الفرق في المخزون، يلزم تجزيء وتقدير المساحة التي تغطيها أنواع الغطاء النباتي المختلفة (المتنزهات، وأراضي الاستيطان الريفية والحضرية، والشوارع، والملاعب ونحوها) وفقا للمؤشرات المناخية أو مؤشرات التنمية الاقتصادية المختلفة وذلك باستخدام أساليب الاستشعار عن بعد. وكلما كان المستوى المستخدم أعلى، كانت بيانات الأنشطة أكثر تجزيئاً، وطرق التقدير أكثر دقة. ويمكن استخدام طرق المعاينة الخاصة بتقدير المساحة والموضحة في الفصل 3، الملحق 3أ-3.

الجدول 8-3
بيانات الأنشطة الافتراضية حسب نوع الغطاء النباتي الطبيعي المحتمل (PNV) (KUCHLER, 1969) للنسبة المئوية للغطاء الشجري

الغطاء النباتي الطبيعي المحتمل **(PNV)**	النسبة المئوية للغطاء الشجري **(± S.E.)**	النسبة المئوية للمساحة الخضراء الإجمالية	النسبة المئوية للمساحة الخضراء للظلة

		(± S.E.)	(± S.E.)
أحراج	(2.6 ± 31.1)	(2.9 ± 58.4)	(3.3 ± 50.9)
مروج طبيعية	(1.5 ± 18.9)	(2.1 ± 54.8)	(2.3 ± 32.9)
نباتات صحراوية	(2.4 ± 9.9)	(4.2 ± 64.8)	(4.6 ± 16.9)
المصدر: **Nowak *et al.* (1996)**			

ملخص بخطوات الطريقة المستخدمة لتقدير التغيرات في مخزون الكتلة الحيوية

المستوى 1
تفترض منهجية المستوى 1 عدم حدوث تغير في مخزون كربون الكتلة الحيوية في *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان*.

المستوى 2
الطريقة أ: طريقة مساحة الغطاء التاجي

الخطوة 1: تحديد المساحة الإجمالية للغطاء التاجي في كل نوع من الأنواع الدائمة الخشبية في المستوطنة. وفي حالة عدم توافر البيانات لكافة الأنواع، يمكن تطبيق الطريقة على الأشجار فقط، وافتراض أن المساحة في الأنواع الدائمة الأخرى تساوي الصفر. ويمكن استخدام بيانات الأنشطة الافتراضية للغطاء الشجري من الجدول 8-3. ولتقدير المساحة الإجمالية للغطاء التاجي الشجري لإحدى المستوطنات الواقعة في منطقة يكون فيها الغطاء النباتي الطبيعي المحتمل مؤلف من مروج طبيعية، على سبيل المثال، يتم ضرب المساحة الإجمالية داخل المستوطنة في 18.9% وهي النسبة المتوسطة للغطاء الشجري للمستوطنات في المناطق التي يتألف فيها الغطاء النباتي الطبيعي المحتمل من مروج طبيعية، الجدول 8-3. وتحسب المساحة الإجمالية للغطاء التاجي لكافة أنواع النباتات (بما في ذلك الأشجار) من خلال الصيغة (المساحة الخضراء الإجمالية = النسبة المئوية للمساحة الخضراء × مساحة المستوطنة)، فيما يتمثل الغطاء التاجي الإجمالي لأنواع الغطاء النباتي الدائم الأخرى في الفرق بين المساحة الخضراء الإجمالية ومساحة الغطاء التاجي الشجري.

الخطوة 2: حساب قيمة ΔC_G لكل نوع من الأنواع الدائمة، باستخدام المعادلة 8-2. وينبغي استخدام قيمة مساحة الغطاء التاجي الشجري التي تم الحصول عليها في الخطوة 1 للنوع الدائم الشجري. ويمكن للبلدان تطبيق قيمة افتراضية فيما يخص **CRW** مع الأشجار من الجدول 8-1، وينبغي عليها أن تقوم بوضع وتطبيق القيم الخاصة بها فيما يخص CRW_{ij}. وتتاح قيم **CRW** الافتراضية للمكون الشجري فقط من الغطاء النباتي. وفي حالة عدم توافر قيم **CRW** للأنواع الدائمة الأخرى وتعذر وضعها، أو إذا كانت بيانات الأنشطة لهذه الأنواع غير موجودة، فيمكن افتراض أن هذه البارامترات تساوي الصفر، وتقدير المكون الشجري فقط من نمو الكتلة الحيوية.

الخطوة 3: حساب ΔC_L لمكونات النبات، للاستخدام في المعادلة 2-7 في الفصل 2. وفيما يتعلق بالمكون الشجري من الغطاء النباتي، فإن من *الممارسة السليمة* أن يتم افتراض أن هذه القيمة تساوي الصفر إذا كان متوسط أعمار المجموعة الشجرية أقل من أو يساوي فترة النمو النشط (فترة النمو النشط، راجع القسم 8-2-1-2). أما إذا كان متوسط أعمار الأشجار أكبر من فترة النمو النشط، فيمكن افتراض إما أن قيمة $\Delta C_L = \Delta C_G$ أو استخدام بيانات خاصة بالموقف. وفي حالة غياب البيانات لبقية الأنواع، يمكن افتراض أن قيمة $\Delta C_L = \Delta C_G$ للجنبات والنباتات العشبية.

الخطوة 4: استخدام القيم التي تم الحصول عليها لكل من ΔC_G وΔC_L في المعادلة 2-7 بالفصل 2 من أجل التحديد الكمي للتغير الإجمالي في كربون الكتلة الحيوية في *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان*.

الطريقة ب: طريقة نمو النبات الفردية

الخطوة 1: تقدير عدد النباتات في *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان* لكل نوع من النباتات الدائمة (على سبيل المثال، الأشجار والجنبات والنباتات العشبية). وفي حالة عدم توافر البيانات لكافة الأنواع الدائمة، فيمكن كمقترب أدنى استخدام بيانات الأشجار فقط وافتراض أن عدد النباتات في الأنواع الأخرى يساوي الصفر. وتجدر الإشارة إلى أنه لا توجد بيانات أنشطة افتراضية لهذه الطريقة.

الخطوة 2: باستخدام المعادلة 8-3، يتم ضرب كل قيمة تقديرية في المعدل المناسب لزيادة الكربون لكل نبات **(C_{ij})** للحصول على مقدار الكربون الذي يتم تنحيته سنوياً. ويمكن الحصول على قيم C_{ij} الافتراضية للأشجار من الجدول 8-2، فيما لا توجد قيم افتراضية للجنبات أو الأنواع العشبية**.** ويمكن للبلدان اختيار تطبيق القيم الخاصة بها إذا كان ذلك ملائماً، أو افتراض أن القيم المفقودة تساوي الصفر والحصول على تقديرات الأشجار فقط.

الخطوة 3: كما في المعادلة 8-2، يتم استخراج مجموع مقدار الكربون الذي تم تنحيته، ΔC_G، من كل نوع دائم لكافة الفئات الموجودة في *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان*.

الخطوة 4: استخدام قيمة ΔC_G في المعادلة 2-7 بالفصل 2 لتقدير التغير السنوي في مخزون الكربون في الكتلة الحيوية. وفيما يتعلق بالأشجار، يمكن جعل قيمة ΔC_L = صفر إذا كان متوسط أعمار المجموعة الشجرية أقل من أو يساوي فترة النمو النشط، أما إذا كانت متوسط الأعمار أكبر من هذه الفترة (القسم 8-2-1-2)، فيمكن فرض إما أن $\Delta C_L = \Delta C_G$ أو استخدام بيانات خاصة بالموقف.

المستوى 3
يتطلب مقترب من المستوى 3 معلومات أكثر تفصيلاً مقارنة بمقترب المستوى 2، مثل:

- حساب استخدامات الأراضي المختلفة في أراضي الاستيطان (الاستخدامات السكنية والترفيهية والصناعية ونحو ذلك)؛
- تقديرات ونماذج مفصلة للنمو وأعمار أهم أنواع النباتات؛
- مصير الخشب الميت ونواتج التشذيب والكتلة الحيوية الأخرى المحولة إلى حوض المادة العضوية الميتة؛
- عناصر أخرى حسبما يتفق مع الظروف الوطنية.

4-1-2-8 تقدير عدم التيقن

المستوى 1
لا تكون هناك حاجة لتقدير عدم التيقن في هذا المستوى نظرا للافتراض بأن التغير في الكتلة الحيوية الحية يساوي الصفر.

المستويان 2 و3
يتكون عدم التيقن الكلي المقترن بتقدير التغير في مخزون الكربون في الكتلة الحيوية الحية من أوجه عدم التيقن الفردية لأطراف مكونات التقدير. وهو ما يتأثر بالاختلاف بين أنواع الاستخدام الحضري وداخلها، وكذلك بكثافة وتكرار أنشطة رعاية النباتات في الأماكن العامة والخاصة. ويُرجح أن يكون عدم التيقن مرتفعا نظرا لمحدودية الخبرة فيما يتعلق بقياس التغير في مخزون الكربون في أراضي الاستيطان الحضرية والريفية. وتختلف الدراسات القليلة التي تم القيام بها فيما يتعلق بقدرة المدن كبالوعة لثاني أكسيد الكربون من حيث المنهجية والنطاق، غير أنه من غير المرجح أن يقل عدم التيقن النسبي الكلي المقترن بتقدير التغيرات في مخزون الكربون عن 30 - 50% حول المتوسط.

2-2-8 المادة العضوية الميتة

تقترن غالبية تغيرات مخزون الكربون في المادة العضوية الميتة بالتغيرات في الغطاء الشجري في أراضي الاستيطان. وقد تم تقديم الطرق لنوعين من أحواض المادة العضوية الميتة: (1) الخشب الميت و(2) الفرش الحرجي. ويمكن الحصول من الفصل 1 من هذا المجلد على التعاريف المفصلة لهذه الأحواض.

ويعد حوض الخشب الميت حوضاً متنوعاً ينطوي على العديد من المشكلات العملية المتعلقة بالقياس الميداني، وتقدير أوجه عدم التيقن المقترنة بمعدلات التحويل إلى فرش حرجي، أو تربة أو الانبعاث 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 الأوراق، والأغصان، والفروع الصغيرة، والقش، والثمار، والأزهار، واللحاء، مطروحا منه المعدل السنوي للتحلل. وتتأثر كتلة الفرش الحرجي بالوقت المنقضي منذ أخر اضطراب ونوع هذا الاضطراب. وتؤدي ممارسات الإدارة مثل جمع الخشب، والعشب، والحرق، والرعي إلى تغيير خصائص الفرش الحرجي تغييراً جذرياً، غير أن الدراسات التي توثق على نحو واضح هذه التأثيرات لا تزال قليلة.

وفي المجتمعات المؤلفة من أعشاب المروج، يتراكم القش في طبقة رقيقة على سطح التربة. ويعتمد عمق هذه الطبقة على التوازن بين التراكم (إنتاج العشب) والتحلل، وهو ما يتباين على نحو كبير وفقا للمناخ وأساليب الإدارة. ورغم الاعتراف بوظيفة هذه الطبقة (Raturi *et al*., 2004)، فحتى الآن لا توجد بيانات منشورة حول التأثير الكلي لزيادة الكربون في حوض المادة العضوية الميتة على مستوى المنظر الطبيعي .وكنتيجة لذلك، تعترف هذه *الخطوط التوجيهية* بالأهمية المحتملة للقش في حوض المادة العضوية الميتة في أراضي الاستيطان لكنها تفترض تساوي المدخلات والمخرجات بما يجعل التغير الصافي في مخزون الكربون يساوي الصفر.

وحتى الآن لم تُنشر أية دراسات حول معدل الزيادة في الخشب الميت في أراضي الاستيطان، على الرغم من أن بعض الدراسات قد قامت بوصف إنتاج الفرش الحرجي من الأوراق في أراضي الاستيطان (قارن Jo and McPherson, 1995) وفي البيانات الوحيدة التي تم قياسها لهذا ا لمكون من تدفقات الكربون، توصيل كاي *وآخرون* (2005) إلى أن الفرش الحرجي من الأوراق والجنبات في المروج السكنية في كولورادو (الولايات المتحدة الأمريكية) بلغ إجمالي قدره 49 جم كربون للمتر المربع في العام، أو 13% على وجه التقريب من الإنتاجية الإجمالية فوق سطح الأرض (383 جم كربون للمتر المربع في العام). ولأن معدل تنفس التربة في أراضي الاستيطان يكون عادة أعلى إلى حد بعيد مقارنة بالبيئات الطبيعية الأصلية (Koerner and Klopatek, 2002; Kaye *et al*., 2005)، فمن المرجح أن يتحلل الفرش الحرجي الدقيق بسرعة. ولذا، فإن المقترب المحافظ يفترض أن معدل التراكم للمكون الحرجي بالمادة العضوية الميتة يساوي الصفر.

1-2-2-8 اختيار الطريقة

يتطلب تقدير التغيرات في مخزون الكربون بالمادة العضوية الميتة تقدير التغيرات في المخزون بكل من الخشب الميت والفرش الحرجي (راجع المعادلة 2-17 في الفصل 2). ويجب تناول كل من حوضي المادة العضوية الميتة على نحو منفصل غير أن الطريقة المستخدمة لتحديد التغير في كل منهما يجب أن تكون واحدة. ويمكن الاسترشاد بشجرة القرار في الفصل 2، الشكل 2-3 لاختيار المستوى المناسب.

المستوى 1
تفترض طريقة المستوى 1 أن مخزون الكربون في الخشب الميت والفرش الحرجي يكون في حالة توازن، ومن ثم فليست هناك حاجة إلى تقدير التغيرات في مخزون الكربون لهذه الأحواض. ويجدر بالبلدان التي تشهد تغيرات كبيرة في الغطاء الشجري في أراضي الاستيطان أن تعمل على وضع بيانات وطنية لتقدير هذا التغير والإبلاغ عنه تحت منهجيات المستويين 2 و3.

المستويان 2 و3
يسمح المستويان 2 و3 بحساب التغيرات في كربون الخشب الميت والفرش الحرجي نتيجة التغيرات في الغطاء الشجري. وهناك طريقتان مقترحتان لتقدير التغيرات في مخزون الكربون.

الطريقة الأولى (وتسمى كذلك طريقة الاكتساب-الفقد، المعادلة 2-18 في الفصل 2): تتضمن هذه الطريقة تقدير مساحة فئات أراضي الاستيطان والمتوسط السنوي للتحويل إلى ومن مخزون الخشب الميت والفرش الحرجي. وتتطلب تقدير المساحة المندرجة تحت فئة *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان* وفقا لأنواع المناخ، أو المناطق الإيكولوجية المختلفة، أو أنواع أراضي الاستيطان، أو أنظمة الاضطرابات، أو أنظمة الإدارة، أو العوامل الأخرى التي تؤثر بشكل ملموس على حوضي الخشب الميت والفرش الحرجي .كما تتطلب تقدير كمية الكتلة الحيوية المحولة إلى مخزونات خشب ميت وفرش حرجي، وكذلك كمية الكتلة الحيوية المزالة من هذين الحوضين لكل هكتار وفقا لأنواع أراضي الاستيطان المختلفة.

الطريقة الثانية (وتسمى كذلك طريقة الفرق في المخزون، المعادلة 2-19 في الفصل 2): تتضمن هذه الطريقة تقدير مساحة أراضي الاستيطان 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 لأراضي الاستيطان. 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 لعينات الأراضي الدائمة لأراضي الاستيطان و/أو النماذج.

8-2-2-2 اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة

جزء الكربون: يعتبر جزء الكربون من حوضي الخشب الميت والفرش الحرجي متغيراً، وبالأخص للفرش الحرجي، ويعتمد على مرحلة التحلل. ويمكن استخدام قيمة افتراضية 0.50 طن كربون (طن مادة جافة) لكلا الحوضين.

المستوى 1
لا تعد معاملات الانبعاث ضرورية في هذا المستوى 1.

المستوى 2
من *الممارسة السليمة* أن يتم استخدام بيانات المادة العضوية الميتة على مستوى البلد لفئات أراضي الاستيطان المختلفة إلى جانب القيم الافتراضية، إذا كانت البيانات الخاصة بالبلد المعني أو المناطق الإقليمية غير متوافرة لبعض فئات أراضي الاستيطان. ويمكن اشتقاق القيم الخاصة بالبلد 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 (في حالة استخدام طريقة الفرق في المخزون) مع مراعاة معاملات التوسيع الوطنية، وأنواع أراضي الاستيطان، ومعدل استغلال الكتلة الحيوية، والوفيات وممارسات الحصاد، والإدارة ومقدر الغطاء النباتي الذي يتعرض للتدمير أثناء عمليات الإدارة والحصاد.

المستوى 3
يجب على البلدان وضع المنهجيات والبارامترات الخاصة بها لتقدير التغيرات في أحواض المادة العضوية الميتة. وقد تكون هذه المنهجيات مشتقة من الطريقة الأولى أو الثانية الموضحتين أعلاه، أو قد تكون قائمة على مقتربات النماذج أو المعاينة الأخرى (راجع طرق المعاينة الموضحة في الفصل 3، الملحق 3أ-3).

8-2-2-3 اختيار بيانات الأنشطة

تتألف بيانات الأنشطة من مساحات *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان* التي يتم تلخيصها وفقا لأنواع أراضي الاستيطان الرئيسية. ويجب أن تكون المساحات الإجمالية لأراضي الاستيطان متسقة مع المساحات المبلغ عنها في الأقسام الأخرى بهذا الفصل وبالأخص في قسم الكتلة الحيوية من *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان*. ويكون من السهل إلى حد كبير تقدير التغيرات في المادة العضوية الميتة إذا أمكن استخدام هذه المعلومات إلى جانب بيانات أنواع التربة والمناخ وعمليات حصر الغطاء النباتي الوطنية والبيانات الجيوفيزيائية الأخرى.

ملخص في خطوات لطريقة تقدير التغيرات في مخزون الكربون بالمادة العضوية الميتة

المستوى 1
يفترض المستوى 1 تساوي المدخلات والمخرجات من المادة العضوية الميتة وبالتالي فلا يوجد تغير سنوي صاف في مخزون الكربون بالخشب الميت أو الفرش الحرجي وليست ثمة حاجة إلى أية تقديرات.

المستوى 2 أو المستوى 3 (الطريقة الأولى، طريقة الاكتساب ـ الفقد)
يتم 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.

الخطوة 1: تحديد الفئات التي سيتم استخدامها في التقدير والمساحة التمثيلية. وتتألف الفئة من تعريفات لأنواع أراضي الاستيطان. وتجدر الإشارة إلى أنه يجب الحصول على بيانات المساحة باستخدام الطرق الموضحة في الفصل 3.

الخطوة 2: 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 (المعادلة 2-18).

الخطوة 3: تحديد التغير الصافي في مخزون كربون المادة العضوية الميتة لكل فئة. بعد ذلك يتم ضرب التغير في مخزون المادة العضوية الميتة في جزء الكربون للخشب الميت أو الفرش الحرجي لتحديد التغير الصافي في مخزون الكربون بالخشب الميت والفرش الحرجي.

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

الخطوة 5: تحديد التغير الإجمالي في مخزون الكربون في المادة العضوية الميتة عن طريق جمع التغيرات الإجمالية في المادة العضوية الميتة عبر كافة الفئات.

المستوى 2 أو المستوى 3 (الطريقة الثانية، طريقة الفرق في المخزون)
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 ومساحات أراضي الاستيطان كما هو موضح في الخطوة 1 أعلاه.

الخطوة 2: من بيانات الحصر، تحديد 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 المخزون المقاسة عند النقطة t_1 من القيمة المقاسة عن النقطة t_2 وقسمة الفرق على الفترة الزمنية الفاصلة بين القياسين. وتشير القيمة السالبة إلى انخفاض في مخزون المادة العضوية الميتة (المعادلة 2-19).

الخطوة 3: تحديد التغير الصافي في مخزون كربون المادة العضوية الميتة لكل فئة. 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.

الخطوة 4: تحديد التغير الإجمالي في حوض كربون المادة العضوية الميتة لكل فئة نشاط عن طريق المساحة التمثيلية لكل فئة نشاط في التغير الصافي في مخزون الكربون بالمادة العضوية الميتة لهذه الفئة.

الخطوة 5: تحديد التغير الإجمالي في مخزون الكربون في المادة العضوية الميتة عن طريق جمع التغيرات الإجمالية في المادة العضوية الميتة عبر كافة فئات الأنشطة.

8-2-2-4 تقدير عدم التيقن

لا يلزم تقدير عدم التيقن عند استخدام المستوى 1، نظرا للافتراض بأن أحواض المادة العضوية الميتة تكون في حالة ثبات. وبالنسبة لتقديرات المستويين 2 و3، فإن مصادر عدم التيقن تشمل درجة الدقة في تقديرات مساحة الأراضي، والزيادة والفقد في الكربون وقيم مخزون الكربون ومعاملات التوسيع. ويجب الحصول على بيانات المساحة وتقديرات عدم التيقن باستخدام الطرق الموضحة في الفصل 3 والذي يقدم القيم الافتراضية لعدم التيقن المقترن بالمقتربات المختلفة. ويرجح أن تكون أوجه عدم التيقن المقترنة بقيم مخزون الكربون وقيم البارامترات الأخرى معامل ثلاثة على الأقل ما لم تتوافر البيانات الخاصة بالبلد من عمليات الحصر المصممة جيداً.

8-2-3 كربون التربة

قد تمثل أنواع التربة مصادر أو بواليع لثاني أكسيد الكربون استناداً إلى الاستخدام السابق للأراضي، ودفن أو إزالة سطح التربة أثناء التطوير، والإدارة الحالية، وبالأخص فيما يتصل باستعمال المغذيات والمياه، إضافة إلى نوع وكمية الغطاء النباتي المنتشر بين الطرق والمباني والبنية التحتية المقترنة (Goldman *et al*., 1995; Pouyat *et al*., 2002; Jo, 2002; Qian and Follett, 2002**;** Kaye *et al*., 2004)**.** وتجدر الإشارة إلى أن الدراسات التي أجريت حتى وقت كتابة هذا التقرير لتقييم تأثير إدارة أراضي الاستيطان على كربون التربة كانت قليلة، وتركز في معظمها على أمريكا الشمالية (e.g., Pouyat *et al*., 2002)، بما يجعل من الصعوبة استخلاص أسس عامة. على سبيل المثال، يرجح وجود اختلافات كبيرة لم يتم دراستها جيداً بين أراضي الاستيطان في البلدان المتقدمة والنامية.

ويكون تقدير تأثير إدارة أراضي الاستيطان على مخزون الكربون هاماً وبالأخص في البلدان التي يوجد بها جزء كبير من الأراضي في المدن والبلدات أو التي تشهد معدلات مرتفعة من التوسع الاستيطاني. وفيما يتعلق بأنواع التربة المعدنية، يمكن تقدير تأثير استخدام وإدارة أراضي الاستيطان على مخزون كربون التربة استنادا إلى الفرق في المخزون بين فئات إدارة أراضي الاستيطان مقارنة بحالة مرجعية قد تتمثل في الأراضي المدارة في أنواع الاستخدام الأخرى أو الأراضي الأصلية. ويمكن أن تشتمل فئات إدارة أراضي الاستيطان على أعشاب المروج (على سبيل المثال المروج وملاعب الجولف) وأراضي الشجيرات في المناطق الحضرية والحدائق ومناطق النفايات (مقالب القمامة، على سبيل المثال)، والمساحات الجرداء (التربة المكشوفة)، والبنية التحتية (مثل، الطرق والمنازل والمباني). ورغم أن استخدام أنواع التربة العضوية في تطوير أراضي الاستيطان أقل شيوعاً، فإنها قد تمثل مصدرا لانبعاث الكربون في حالة تصريفها وذلك نتيجة لتحسن الظروف المساعدة على التحلل، على نحو مشابه لتأثير التصريف لأغراض زراعية.

يمكن الحصول على معلومات وإرشادات عامة فيما يخص تقدير التغيرات في مخزون كربون التربة بالقسم 2-3-3 من الفصل 2، وينبغي مراجعتها قبل البدء في تناول الإرشادات المحددة المعنية بأراضي الاستيطان. يُحسب التغير الإجمالي في مخزون كربون التربة بالنسبة لأراضي الاستيطان باستخدام المعادلة 2-24 في الفصل 2، والتي تجمع التغير في مخزون كربون التربة العضوي بالنسبة لأنواع التربة المعدنية وأنواع التربة العضوية

ولحساب التغيرات في مخزون كربون التربة في *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان*، تحتاج البلدان إلى تقديرات مساحة أراضي الاستيطان المعنية وتقسيم هذه التقديرات حسب المنطقة المناخية ونوع التربة. ويمكن إجراء عمليات حصر أكثر تفصيلاً عن طريق المسوح الأرضية و/أو التحليلات الدورية للصور الملتقطة بالاستشعار عن بعد لتحديد فئات إدارة أراضي الاستيطان (على سبيل المثال، أعشاب المروج والشجيرات الحضرية والحدائق ومناطق النفايات والمناطق القاحلة والبنية التحتية).

ويمكن وضع عمليات الحصر باستخدام المقترب 1 أو 2 أو 3، مع العلم بأن المستوى 3 (الأعلى) يتطلب تفاصيل وموارد أكثر. كذلك فإن بإمكان البلدان أن تستخدم مستويات مختلفة لإعداد تقديرات المكونات المنفصلة في فئة المصدر هذه، والتي تشمل أنواع التربة المعدنية والعضوية، إضافة إلى تغيرات المخزون المقترنة بأحواض الكربون غير العضوي بالتربة، في حالة استخدام مقترب المستوى 3. ويمثل الشكلان التوضيحيان 2.4 و2.5 في الفصل 2 شجرات قرار تقدم إرشادات فيما يتصل بتحديد المستوى المناسب لتقدير التغيرات في مخزون الكربون بأنواع التربة المعدنية والعضوية على التوالي.

8-2-3-1 اختيار الطريقة

أنواع التربة المعدنية

المستوى 1
يفترض المستوى 1 أن المدخلات تساوي المخرجات ومن ثم فلا يوجد تغير بمخزون كربون تربة أراضي الاستيطان في فئة *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان*.

المستوى 2
يستخدم مقترب المستوى 2 لأنواع التربة المعدنية المعادلة 2-25 في الفصل 2 ويتضمن قيم مرجعية لمخزون الكربون و/أو معاملات تغير المخزون خاصة بالبلد أو المناطق الإقليمية وربما بيانات بيئية وبيانات أنشطة استخدام أكثر تفصيلاً.

المستوى 3
يعد المستوى 3 طريقة متقدمة لتقدير مخزون كربون التربة في فئات الغطاء النباتي لأراضي الاستيطان. وقد يتكون من نماذج ديناميكية أو شبكة قياسات/رصد. ويوجد عدد قليل للغاية، وقد لا يوجد، من أنظمة النماذج أو القياسات التي يمكن اعتبارها طريقة من المستوى 3 لتقدير مخزون كربون التربة في أراضي الاستيطان. ويجب وضع هذه الطرق إذا كان كربون التربة في أراضي الاستيطان يمثل فئة مصدر رئيسية. يمكن الحصول على إرشادات إضافية حول مقتربات المستوى 3 في الفصل 2، القسم 2-3-3.

أنواع التربة العضوية

المستويان 1 و2
من غير المحتمل أن تُقام أراضي الاستيطان على أراضي تربة عضوية عميقة، لكن عند الحاجة، يمكن حساب الانبعاثات باستخدام المعادلة 2-26 في الفصل 2. ويعمل المقترب من المستوى 2 على دمج المعلومات الخاصة بالبلد لتقدير معاملات الانبعاث، علاوة على تصنيف الغطاء النباتي في أراضي الاستيطان. ومع ذلك، فإن استخدام تصنيف أكثر تفصيلاً للمناخ وأنواع التربة بدلا من الفئات الافتراضية يعد أمراً اختياريا في المستوى 2.

المستوى 3
تشمل مقتربات المستوى 3 لأنواع التربة العضوية أنظمة إدارة أكثر تفصيلا تقوم بدمج نماذج ديناميكية و/أو شبكات قياس. ويمكن الحصول على إرشادات إضافية حول مقتربات المستوى 3 في الفصل 2، القسم 2-3-3.

8-2-3-2 اختيار معاملات تغير المخزون والانبعاث

أنواع التربة المعدنية

المستوى 1
يفترض المستوى 1 تساوي المدخلات والمخرجات ومن ثم لا يوجد تغير بمخزون كربون تربة أراضي الاستيطان في فئة *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان*.

المستوى 2
نظرا لعدم توافر القيم الافتراضية، يتطلب المستوى 2 تقدير معاملات لتغير المخزون خاصة بالبلد. وتستخدم المعادلة 2-25 في الفصل 2 ثلاثة مستويات من معاملات تغير المخزون استنادا إلى استخدام الأراضي، ونوع الإدارة داخل الاستخدام، ومستوى المدخلات. ويجب على القائم بالحصر تحديد فئات الإدارة المتصلة بأراضي الاستيطان (مثل أعشاب المروج)؛ واشتقاق معاملات تغير المخزون لنوع الاستخدام **(F_{LU})** وذلك اعتماداً على مخزون الكربون في كل فئة مقارنة بالحالة المرجعية والتي يرجح أن تكون الأراضي الأصلية. وتوفر معاملات الإدارة **(F_{MG})** المرونة فيما يتصل بتحديد الطريقة التي تدار بها استخدامات الأراضي (كأن تكون لأغراض ملاعب الرياضة أو الزينة)، فيما يمكن استخدام معاملات المدخلات **(F_I)** لتمثيل تأثير الإدارة على مدخلات الكربون مثل ممارسات السقاية أو التخصيب.

المستوى 3
يتطلب المستوى 3 تصنيف نماذج العمليات المفصلة وتجميع البيانات، مع استراتيجية معاينة وإعادة المعاينة الدورية من أجل تسجيل تأثيرات استخدام وإدارة الأراضي. راجع الفصل 2، القسم 2-3-3-1 لمزيد من المناقشة.

أنواع التربة العضوية

المستوى 1

في حالة تصريف أنواع التربة دون إزالة الخث، يمكن حساب الانبعاثات باستخدام معاملات الانبعاث الخاصة بأنواع التربة العضوية المزروعة، وذلك نتيجة التصريف العميق في أراضي الاستيطان على نحو مماثل للأراضي الزراعية. وفي حالة إزالة الخث، يجب افتراض انبعاث الكربون في عام الإزالة (راجع الفصل 5، الأراضي الزراعية.)

المستوى 2
تُشتق معاملات الانبعاث في مقتربات المستوى 2 من البيانات التجريبية الخاصة بالبلد المعني. ومن *الممارسة السليمة* أن تُشتق معاملات الانبعاث لفئات معينة من الإدارة في أراضي الاستيطان و/أو نظام تصنيف أكثر تفصيلاً للمناطق المناخية بافتراض أن الفئات الجديدة تنطوي على اختلافات مؤثرة في معدلات فقد الكربون. يمكن الحصول على إرشادات إضافية في القسم 2-3-3-1 من الفصل 2.

المستوى 3
الإرشادات نفسها المقدمة أعلاه لأنواع التربة المعدنية.

3-3-2-8 اختيار بيانات الأنشطة

أنواع التربة المعدنية

المستوى 1
يفترض المستوى 1 أن المدخلات تساوي المخرجات ومن ثم فلا يوجد تغير بمخزون كربون تربة أراضي الاستيطان في فئة *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان*.

المستوى 2
بالنسبة للمستوى 2، تتكون بيانات الأنشطة من مساحات أراضي الاستيطان المقسمة في فئات فرعية حسب المناخ ونوع التربة و/أو فئات الإدارة، كما هو مطلوب، بما يتوافق مع معاملات تغير المخزون الموضحة أعلاه. وقد تكون السجلات المتوافرة لدى البلديات ذات أهمية فيما يتعلق بتحديد المناطق التي تندرج تحت فئات الإدارة المختلفة (مثل، مناطق التسوق والأراضي المقسمة والشركات والمتنزهات والمدارس وغيرها)، ويتم دعم بيانات السجلات بمعرفة الخبراء في البلد حول التوزيع التقريبي لفئات أراضي الاستيطان (على سبيل المثال، أعشاب المروج وشجيرات المناطق الحضرية والحدائق ومناطق النفايات والمناطق الجرداء والبنية التحتية). وقد تشمل مقتربات المستوى 2 تصنيفات أكثر تفصيلاً للبيانات البيئية، بما في ذلك المناطق المناخية وأنواع التربة شريطة أن يتم تطوير معاملات تغير المخزون المطابقة.

المستوى 3
يحتاج هذا المستوى إلى بيانات الأنشطة اللازمة لتطبيق النماذج الديناميكية و/أو الحصر القائم على القياس والتي تصف المناخ والتربة ونظام الإدارة والطبوغرافيا، وذلك استناداً إلى تصميم النموذج أو العينة.

أنواع التربة العضوية

المستوى 1
يحتاج المستوى 1 إلى بيانات المساحة الإجمالية لأنواع التربة العضوية المزروعة في أراضي الاستيطان والتي يتم تقسيمها حسب المنطقة المناخية بما يتطابق مع الجدول 5-6 في الفصل 5 أو الجدول 6-3 بالفصل 6. ويمكن الحصول على القيمة الافتراضية عن طريق ضرب المساحة الإجمالية للأراضي الحضرية، كدالة للمنطقة المناخية، في مساحة المنطقة الخضراء من الجدول 8.3 الوارد أعلاه.

المستوى 2
تتضمن مقتربات المستوى 2 مع أنواع التربة العضوية تحديداً أكثر تفصيلاً لفئات الإدارة وكذلك تقسيمات أصغر لهذه الفئات حسب نظام التصريف أو المناطق المناخية. وينبغي أن يكون التصنيف قائماً على البيانات التجريبية التي تبرهن على وجود اختلافات هامة في معدلات فقد الكربون للفئات المقترحة.

المستوى 3
الإرشادات نفسها المقدمة أعلاه لأنواع التربة المعدنية.

4-3-2-8 تقدير عدم التيقن

ترتبط أوجه عدم التيقن المقترنة بعمليات حصر كربون التربة عند استخدام المستويين 1 و2 بتمثيل كل من (1) أنشطة استخدام وإدارة الأراضي؛ و(2) القيم المرجعية لكربون التربة في أنواع التربة المعدنية، و(3) معاملات تغير المخزون والانبعاث. وتعتمد أوجه عدم التيقن في المستوى 3 على تركيب النموذج والبارامترات، أو خطأ القياس/استراتيجية المعاينة. ويمكن الحد من عدم التيقن بصفة عامة من خلال إجراء المزيد من عمليات المعاينة واستخدام مستويات أعلى للتقدير تعمل على دمج المعلومات الخاصة بالبلد.

وقد تم إيراد مستويات عدم التيقن المقترنة بالقيم المرجعية للكربون ومعاملات الانبعاث في الجدول 2-3 بالفصل 2، والجدولين 5-5 و5-6 في الفصل 5، والجدولين 6-2 و6-3 في الفصل 6. وتكون هناك حاجة لتقدير أوجه عدم التيقن في بيانات الاستخدام والإدارة بواسطة القائمين بالحصر، وإضافتها إلى أوجه عدم التيقن المقترنة بالمعاملات والقيم المرجعية الافتراضية باستخدام الطريقة المناسبة، مثل المعادلات البسيطة لتوليد الخطأ. وفي حالة استخدام الإحصائيات الإجمالية لمساحة الاستخدام فيما يتعلق ببيانات الأنشطة (على سبيل المثال، بيانات الفاو)، فقد يكون على القائم 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.

وقد تنطوي القيم المرجعية لمخزون الكربون في أنواع التربة المعدنية وكذلك معاملات الانبعاث في أنواع التربة العضوية على مستويات عالية من عدم التيقن 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 للبلد من المستوى 3. ويتمثل الأساس الذي ترتكز إليه مقتربات المستويات الأعلى في الأبحاث التي تُجرى في البلد أو الأقاليم المجاورة حول أثر استخدام وإدارة الأراضي على كربون التربة. وتستلزم *الممارسة السليمة* الحد من التحيز عن طريق مراعاة الاختلافات الملموسة داخل البلد فيما يتعلق بتأثيرات 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 إشكالية أكبر فيما يتصل بالإبلاغ عن تغيرات المخزون نظراً لأنه لا يتم تسجيله بالضرورة في نطاق عدم التيقن (أي أن التغير الفعلي في المخزون قد يكون خارج نطاق عدم التيقن الذي يتم الإبلاغ عنه في حالة وجود تحيز كبير في المعاملات).

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*.

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 كثافة الاحتمالية للمعاملات وبيانات الأنشطة والقيم المرجعية لمخزون الكربون الخاصة بالولايات المتحدة الأمريكية فيما يتعلق بأنواع 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 نظرا لأن ممارسات الإدارة تميل للترابط في الزمن والمكان.

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 النموذج يشتمل على معاملات كثيرة (بعض النماذج قد يكون بها عدة مئات من البارامترات) نظرا لأن دول كثافة الاحتمالية المشتركة يجب بناؤها بما يعمل على التحديد الكمي للتباين وكذلك التباين المشترك بين البارامترات**.** 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 حصر المستوى 3 القائمة على القياسات على نحو مباشر من تباين العينات وخطأ القياس ومصادر عدم التيقن الأخرى ذات الصلة.

3-8 الأراضي المحولة إلى أراضي استيطان

ينتج عن تحويل الأراضي الحرجية أو الأراضي الزراعية أو المروج الطبيعية أو غيرها إلى أراضي استيطان انبعاثات وعمليات إزالة لغازات الاحتباس الحراري. وتتناول الفصول 2 و4 و5 و6 من هذا المجلد بالشرح طرق تقدير التغير في مخزون الكربون نتيجة الأنواع المختلفة من تحويل الاستخدام. ويمكن استخدام شجرة القرار (راجع الشكل 1-3 في الفصل 1) والطرق الأساسية نفسها لتقدير التغير في مخزون الكربون في الأراضي الحرجية والأراضي الزراعية والمروج الطبيعية المحولة إلى أراضي استيطان.

واستنادا إلى حجم محزون الكربون في فئة الاستخدام السابق، قد تشهد الأراضي المحولة إلى أراضي استيطان فقداناً سريعاً نسبياً للكربون في العام الأول يعقبه زيادة تدريجية في أحواض الكربون مع مرور الوقت.
وعادة ما تتسم الأراضي الحرجية المحولة إلى أراضي استيطان، على سبيل المثال، بهذا التغير المفاجئ الذي يعقبه الزيادة التدريجية في مخزون الكربون.
وإذا كان مخزون الكربون في الاستخدام السابق للأراضي أقل مقارنة بأراضي الاستيطان، فإن هذا التحويل المفاجئ لن يحدث في العام الأول. على سبيل المثال، يُتوقع أن تشهد الأراضي الزراعية المهجورة المحولة إلى أراضي استيطان الزيادة التدريجية في مخزون الكربون فقط وليس التحويل المفاجئ الأولي.
وتجدر الإشارة إلى أنه كان بالإمكان تبسيط الطرق الموضحة في بعض الأحيان عن طريق تقدير تأثيرات التحويل في عام واحد ثم يعقب ذلك تطبيق الطرق الموضحة أعلاه فيما يتعلق *بأراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان*. وفي حالة القيام بذلك، يجب الحفاظ على مساحة الأراضي في حالة الأراضي المحولة طوال فترة التحويل المستخدمة. وبغير ذلك، يحتمل مواجهة صعوبات في تحقيق الاتساق بمصفوفة الاستخدام.

وفي حالة استخدام المقترب 1 في أبسط أشكاله لتمثيل مساحة الأراضي (راجع الفصل 3) وعدم وجود بيانات تكميلية تسمح باستنتاج أنواع الاستخدام السابقة، فإن المساحة الإجمالية فقط لأراضي الاستيطان هي التي يتسنى معرفتها كدالة للزمن ولن يكون بالإمكان معرفة أنواع الاستخدام السابق. وفي هذه الظروف، فإن مخزون الكتلة الحيوية قبل التحويل (B_{before}) لا يمكن تقديره ولا يمكن كذلك تطبيق المعادلة 2-16. ويجب تقدير الأراضي المحولة إلى أراضي استيطان ضمن فئة أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان ويتم تمثيل الانبعاثات أو عمليات الإزالة المترتبة

1-3-8 الكتلة الحيوية

1-1-3-8 اختيار الطريقة

تلخص المعادلتان 2-15 و2-16 في الفصل 2 المقترب العام لحساب التغير الفوري في الكتلة الحيوية الحية نتيجة التحويل إلى أراضي استيطان. ويتم حساب متوسط الزيادة السنوية في الكتلة الحيوية نتيجة التحويل عن طريق الفرق بين الكتلة الحيوية في أراضي الاستيطان بعد التحويل مباشرة (B_{After}) والكتلة الحيوية في الفئة السابقة (B_{Before}).

وتتبع هذه الطريقة المقترب الوارد في *الخطوط التوجيهية* لأنواع تحويل الاستخدام الأخرى: يقدر التغير السنوي في مخزون كربون الكتلة الحيوية نتيجة تحويل الأراضي (باستخدام المعادلة 2.16) بضرب المساحة المحولة سنويا إلى أراضي استيطان في الفرق بين مخزون كربون الكتلة الحيوية قبل التحويل (B_{Before}) وبعد التحويل في أراضي الاستيطان (B_{After}).

المستوى 1

فيما يتعلق بالمستوى 1، يُفترض في العام الأول بعد التحويل إلى أراضي استيطان، وفقاً للمقترب المحافظ، أن قيمة B_{After} تساوي الصفر، بما يعني أن عملية تطوير أراضي الاستيطان تؤدي إلى استنزاف المخزون كليةً. وللتقدير في المستوى 1 يلزم إضافة النمو أثناء عام الحصر (ΔC_G) وطرح الفقد للحصول على التغير الصافي في مخزون الكربون في *الأراضي المحولة إلى أراضي استيطان* (المعادلة 2-15).

المستوى 2

عند استخدام المستوى 2، يمكن تطبيق قيم المخزون الخاصة بالبلد على بيانات الأنشطة المجزأة وفقا لمستوى التفصيل الذي يناسب الظروف الوطنية. وفي المستويات الأعلى، يجب تسجيل مساحة كل استخدام أو نوع غطاء نباتي يتم تحويله إلى نوع آخر في أراضي استيطان (تم تقديم أمثلة لأنواع الاستخدام والغطاء النباتي للأراضي في القسم 8-2)، نظرا لأن هذه المساحة تقترن بمقدار الكربون قبل وبعد التحويل. ويُرجح أن تختلف أنواع الاستخدام أو أنواع الغطاء النباتي في أراضي الاستيطان فيما بينها من حيث كثافة الكربون.

المستوى 3

يمكن للبلدان في المستوى 3 استخدام طريقة الفرق في المخزون (المعادلة 2.8) أو طرق التقدير المتقدمة الأخرى التي قد تتضمن نماذج معقدة أو بيانات أنشطة عالية التجزيء بما في ذلك، إذا توافر، معلومات أكثر تفصيلاً عن قيمة B_{After} على أساس البلد أو المجال الحيوي.

2-1-3-8 اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة

المستوى 1

تتطلب طرق المستوى 1 تقديرات الكتلة الحيوية في فئة الاستخدام قبل التحويل وفئة الاستخدام بعد التحويل. ويُفترض إزالة الكتلة الحيوية كليةً عند إعداد الموقع للاستيطان، وبالتالي تكون القيمة الافتراضية للكتلة الحيوية بعد التحويل مباشرًة صفر طن للهكتار. ويقدم الجدول 8-4 القيم الافتراضية للكتلة الحيوية قبل التحويل (B_{Before}).

الجدول 8-4
القيم الافتراضية لمخزون الكربون في الكتلة الحيوية المزالة نتيجة التحويل إلى أراضي استيطان

فئة استخدام الأراضي	مخزون الكربون في الكتلة الحيوية قبل التحويل (B_{Before}) (طن كربون هكتار)	نطاق الخطأ#

الأراضي الحرجية	راجع الجداول من 4-7 إلى 4-12 بالفصل 4 للحصول على قيم مخزون الكربون في عدد من أنواع الأحراج المصنفة حسب المنطقة المناخية مع الإشارة إلى أن قيم المخزون معبر عنها بالمادة الجافة. *يتم ضرب القيم باستخدام معامل افتراضي يبلغ 0.5 لجزء الكربون* (CF) *من أجل تحويل المادة الجافة إلى كربون*	راج القسم 4.3 (الأراضي المحولة إلى أراض حرجية)
المروج الطبيعية	راجع الجدول 6-4، الفصل 6 للحصول على قيم مخزون الكربون في مجموعة من أنواع المروج الطبيعية المصنفة حسب المناطق المناخية	$\pm$ 75%
الأراضي الزراعية	بالنسبة للأراضي الزراعية التي تشمل محاصيل سنوية: استخدم قيمة افتراضية تبلغ 4.7 طن كربون للهكتار أو 10 أطنان من المادة الجافة للهكتار (راجع الفصل 6، القسم 6-1-3-2)	$\pm$ 75%.
# يمثل تقدير اسمي للخطأ، يساوي ضعفي الانحراف المعياري، كنسبة مئوية من المتوسط.		

المستويان 2 و3
تعتمد طرق المستوى 2 على البيانات الخاصة بالبلد بدلا من البيانات الافتراضية، فيما يتضمن المستوى 3 استخدام بيانات النماذج المفصلة أو القياسات فيما يتصل بعمليات التحويل.

3-1-3-8 اختيار بيانات الأنشطة

يمكن الحصول على بيانات الأنشطة اللازمة لتقدير التغيرات في الكتلة الحيوية في الأراضي المحولة إلى أراضي استيطان، بما يتفق مع المبادئ العامة الموضحة في الفصل 3، من خلال الإحصائيات الوطنية المتاحة من الهيئات المعنية بالأحراج وهيئات الحفاظ على الموارد الطبيعية والبلديات وهيئات الحصر ورسم الخرائط. وينبغي التأكيد على أهمية إجراء عمليات التدقيق المقارن لضمان التمثيل الوافي والمتسق للأراضي المحولة سنويا بما يضمن تفادي أي حالات ممكنة للإسقاط أو الازدواج في الحساب. ويجب تجزيء البيانات وفقا للفئات المناخية العامة وأنواع أراضي الاستيطان. وتتطلب عمليات الحصر بالمستوى 3 معلومات أكثر شمولاً حول إنشاء أراضي الاستيطان الجديدة، مع تقسيم البيانات في فئات تربة ومناخ أكثر تفصيلاً ووفقا لاستبانة زمنية ومكانية أكثر دقة. ويجب تضمين كافة التغيرات التي تقع خلال الأعوام المحددة كفترة انتقالية في فترات تحويل أكبر من الفترة الانتقالية (الفترة الافتراضية 20 عاماً) والإبلاغ عنها كقسم فرعي من *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان*.

تتطلب المستويات الأعلى تفاصيل أكبر غير أن المتطلب الأدنى الذي يضمن اتساق عمليات الحصر مع *الخطوط التوجيهية للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ* يتمثل في تحديد مساحات التحويل من الأراضي الحرجية في فئة منفصلة. وذلك لأن الأحراج تتسم عادة بكثافة كربونية أعلى قبل التحويل. وهو ما يعني أنه قد تكون هناك حاجة لمعرفة جزئية على الأقل بمصفوفة تغير الاستخدام، ولذا، ففي حالة استخدام المقتربين 1 و2 من الفصل 3 لتقدير مساحة الأراضي، قد تنشأ الحاجة إلى مسوح تكميلية لتحديد مساحة الأراضي التي يجري تحويلها من أراضي حرجية إلى أراضي استيطان. وكما هو موضح في الفصل 3، يعد العمل على التقدير المباشر للمساحات التي تخضع للتحويل أثناء إعداد المسوح إجراءً أكثر دقة مقارنة بتقدير هذه المساحات عن طريق الفرق بين إجمالي مساحات الأراضي في أنواع استخدام معينة في فترات زمنية مختلفة.

طريقة مؤلفة من خطوات للتطبيق

المستوى 1
ينبغي في هذا المستوى استخدام القيم الافتراضية للكتلة الحيوية قبل التحويل B_{before} من الفصل المعني بفئة الاستخدام (الأراضي الحرجية أو الأراضي الزراعية أو غير ذلك) وافتراض أن الكتلة الحيوية بعد التحويل B_{After} تساوي الصفر في المعادلة 2-16.
الخطوة 1: تطبيق المعادلة 2-16 على كل نوع من استخدامات الأراضي المحولة إلى أراضي استيطان؛
الخطوة 2: جمع التغيرات في الكتلة الحيوية في كافة أنواع الاستخدام؛
الخطوة 3: ضرب الحاصل في 12/44 للحصول على مقدار مكافئات ثاني أكسيد الكربون المنبعث (المجموع الذي يتم الحصول عليه في الخطوة 2 يكون رقماً سالباً) من تحويل الأراضي.

المستوى 2
تتمثل الخطوات النموذجية لتطبيق طريقة من المستوى 2 فيما يلي:
الخطوة 1: استخدام الطرق الموضحة في الفصل 3، بما في ذلك، إذا لزم الأمر، سجلات المساحة والتخطيط أو تحليل صور الاستشعار عن بعد (أو كليهما) لتقدير التغير في المساحة بين المسح الحالي والمسح الأخير للمساحة.
الخطوة 2: تحديد – كتقريب أولي – أنواع استخدام أراضي الاستيطان على أساس نسبة المساحة الخضراء. وفيما يلي مثال لثلاث فئات تجريبية لنوع الاستخدام: منخفض (أقل من 33% مساحة خضراء) ومتوسط (من 33 إلى أقل من 66% مساحة خضراء) ومرتفع (أكثر من 66% مساحة خضراء). ويمكن تخصيص متوسط محتوى كربوني لكل فئة من هذه الفئات، ويمكن الحصول على هذا المتوسط من الأنواع التي تم مسحها في فئات محددة على نحو مماثل لحساب التغيرات في الكتلة الحيوية في القسم 8.2.
الخطوة 3: رسم مصفوفة لمساحة تحويل الاستخدام لأنواع التحويل المحددة في الخطوة 2.
الخطوة 4: تقدير مخزون الكتلة الحيوية لأنواع الاستخدام المحددة وأنواع الاستخدام المحولة من خلال المعادلات (للحصول على قيمة كل من B_{Before} و B_{After})، حيث يتم تطبيق المعادلة 2.16 لكل خلية غير فارغة في مصفوفة تغير الاستخدام، وإضافة التغيرات في مخزون الكربون ثم ضرب الحاصل في 12/44 للحصول على انبعاث/إزالة مكافئات ثاني أكسيد الكربون.
الخطوة 5: حساب ΔC_G باستخدام إما الطريقة "أ" أو الطريقة "ب" في القسم 8.2-1 *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان* (يعتمد اختيار الطريقة على إمكانية تطبيق معاملات الانبعاث والإزالة، وكذلك مدى توافر بيانات الأنشطة) ويتم استخدام الناتج في المعادلة 2-15-
الخطوة 6: حساب ΔC_L باستخدام الطرق الموضحة في القسم 8-2-1-3، *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان*.
الخطوة 7: حساب التغير في مخزون الكربون في الكتلة الحيوية الحية نتيجة تحويل الاستخدام إلى أراضي استيطان عن طريق الزيادة والفقد في الكتلة الحيوية والتغير نتيجة التحويل كما هو موضح في المعادلة 2-15.

4-1-3-8 تقدير عدم التيقن

راجع الإرشادات الواردة في القسم 8-2-1-4.

2-3-8 المادة العضوية الميتة

تم تقديم الطرق لنوعين من أحواض المادة العضوية الميتة: (1) الخشب الميت و(2) الفرش الحرجي. ويقدم الفصل 1 من هذا التقرير تعريفات لهذه الأحواض، فيما يتم تعريفها في القسم 8-2-2، المادة العضوية الميتة في السياق المتصل بأراضي الاستيطان.

وتجدر الإشارة إلى أن بعض الأراضي المحولة إلى أراضي استيطان لا يحدث بها تحويل مفاجئ (على سبيل المثال، الأراضي الزراعية التي يتم هجرها وتحويلها إلى أراضي استيطان). وفي هذه الحالة، لن تكون طرق المرحلة الأولى مناسبة وسيظهر انتقال تدريجي في أحواض المادة العضوية الميتة وصولاً إلى توازن جديد. وعند حدوث هذا النوع من التحويل، يمكن حساب التحويل ككل باستخدام طرق المرحلة الثانية.

1-2-3-8 اختيار الطريقة

يتطلب حساب التغيرات في مخزون الكربون بالمادة العضوية الميتة تقديرات منفصلة للتغير في كل من مخزون الخشب الميت والفرش الحرجي (راجع المعادلة 2-17 في الفصل 2). ويمكن الاستعانة بشجرة القرار في الشكل 2-3 بالفصل 2 في اختيار المستوى المناسب للاستخدام.

المستوى 1
يفترض المستوى 1 أن كافة الكربون الموجود في الخشب الميت والفرش الحرجي يفقد أثناء التحويل، ومن ثم لا يتم حساب أي زيادة تالية.

المستوى 2
تتطلب مقتربات المستوى 2 مستوى أكبر من التفصيل مما هو مستخدم في المستوى 1. ويُقدر التغير الفوري والمفاجئ في الخشب الميت نتيجة تحويل الأراضي الأخرى إلى أراضي استيطان في المستويين 2 و3 باستخدام المعادلة 2-23 حيث تكون قيمة C_o تساوي الصفر وT_{on} تساوي عام واحد. ويفترض المستوى 2 دالة تغير خطي، على الرغم من أنه أثناء فترة الانتقال تكون الأحواض التي تكتسب أو تفقد الكربون غالبًا ذات منحنى فقد أو اكتساب غير خطي يمكن تمثيله في المستوى 3 من خلال مصفوفات التحويل المتتابعة.

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

الطريقة الأولى (تسمى كذلك طريقة الاكتساب-الفقد، المعادلة 2-18 في الفصل 2): تتضمن تقدير مساحة كل نوع من أنواع التحويل والمتوسط السنوي للتحويل إلى ومن مخزون الخشب الميت والفرش الحرجي. وهو ما يحتاج إلى تقدير المساحة المندرجة تحت فئة الأراضي المحولة إلى أراضي استيطان وفقًا لأنواع المناخ، أو المناطق الإيكولوجية، أو أراضي الاستيطان 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 أراضي الاستيطان المختلفة.

الطريقة الثانية (تسمى كذلك طريقة الفرق في المخزون، المعادلة 2-19 في الفصل 2): تتضمن تقدير مساحة الأراضي المحولة إلى أراضي استيطان ومخزون 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 تجرى بها عمليات حصر دورية.

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 من الطريقة الأولى أو الثانية الموضحتين أعلاه أو تكون قائمة على مقتربات أخرى. وينبغي توثيق الطريقة المستخدمة على نحو واضح. ويجب أن يستخدم مقترب المستوى 3 الأشكال الصحيحة من منحنيات الفقد أو الاكتساب أو يكون متوافقاً معها. وينبغي تطبيق هذه المنحنيات على كل مجموعة تخضع للتحويل خلال عام الإبلاغ هذا بما يسمح بتقدير التغير السنوي في حوضي كربون الخشب الميت والفرش الحرجي.

2-2-3-8 اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة

جزء الكربون: يعتبر جزء الكربون من الخشب الميت والفرش الحرجي متغيراً ويعتمد على مرحلة التحلل. ويعتبر الخشب أقل تغيرا من الفرش الحرجي إلى حد بعيد ويمكن استخدام قيمة 0.50 طن كربون (طن مادة جافة) لجزء الكربون. وتتراوح قيم الفرش الحرجي في أراضي الاستيطان بين 0.30 و0.50. وفي حالة عدم توافر البيانات الخاصة بالبلد أو النظام الحيوي، فإنه يقترح استخدام قيمة تبلغ 0.40 لجزء الكربون مع الفرش الحرجي.

المستوى 1
يعتمد هذا المستوى على الافتراض بأن مخزون الخشب الميت والفرش الحرجي في الأراضي المحولة إلى أراضي استيطان يُفقد جميعه أثناء التحويل، وأنه لا يحدث تراكم لاحق للمادة العضوية الميتة في أراضي الاستيطان بعد التحويل. ويمكن الحصول على القيم الافتراضية للفرش الحرجي في الأراضي الحرجية قبل التحويل من الجدول 2-2 في الفصل 2. مع العلم بأنه لا توجد قيم افتراضية متاحة للخشب الميت أو الفرش الحرجي في معظم الأنظمة. ويجب على البلدان أن تسعى للحصول على التقديرات والبيانات المحلية من المؤسسات البحثية المعنية بالحراجة والزراعة، بما يعمل على توفير أفضل التقديرات للخشب الميت والفرش الحرجي في النظام الأولي قبل التحويل، أو استخدام القيم الافتراضية في الجدول 2-2 في حالة عدم توافر المعلومات الأخرى. ويُفترض أن مخزون الكربون بأحواض الفرش الحرجي والخشب الميت في جميع الفئات غير الحرجية يساوي الصفر. ويجدر بالبلدان التي تشهد تحويلات كبيرة من الأنظمة الحيوية الأخرى إلى أراضي استيطان وضع بيانات وطنية لتحديد هذا التأثير والإبلاغ عنه تحت منهجيات المستوى 2 أو 3.

المستوى 2
من *الممارسة السليمة* أن يتم استخدام بيانات على مستوى البلدان فيما يخص الخشب الميت والفرش الحرجي لفئات أراضي الاستيطان 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، يمكن اشتقاقها من معاملات التوسيع الوطنية مع مراعاة نوع أراضي الاستيطان ومعدل استغلال الكتلة الحيوية وممارسات الحصاد ومقدار الغطاء النباتي الذي يتعرض للتدمير أثناء عمليات الحصاد. وتجدر الإشارة إلى أنه ينبغي اشتقاق القيم الخاصة بالبلد والمتعلقة بأنظمة الاضطراب من الدراسات العلمية.

المستوى 3
يجب تحديد تقديرات الكربون المجزأة على المستوى الوطني لأحواض المادة العضوية الميتة كجزء من الحصر الوطني لأراضي الاستيطان، أو عن طريق النماذج المعدة على المستوى الوطني، أو 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 أراضي الاستيطان.

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 قد وضعت بالفعل مصفوفات اضطراب تقدم نمطاً لإعادة توزيع الكربون بين الأحواض المختلفة لكل نوع اضطراب. 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).

3-2-3-8 اختيار بيانات الأنشطة

يجب أن تكون بيانات الأنشطة مماثلة للبيانات المستخدمة مع الكتلة الحيوية كما هي موضحة في القسم 8-3-1-3.

ملخص بخطوات الطريقة المستخدمة لتقدير التغير في مخزون المادة العضوية الميتة

المستوى 1
الخطوة 1: تحديد فئات تحويل الأراضي التي سيتم استخدامها في هذا التقدير والمساحة التمثيلية للتحويل حسب العام. ينبغي الحصول على بيانات المساحة باستخدام الطرق الموضحة في الفصل 3. 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 إمكانية تحديد المساحات المحولة من الأحراج في فئة منفصلة.

الخطوة 2: بالنسبة لكل فئة نشاط، تحديد قيمة مخزون كل من الخشب الميت والفرش الحرجي (كل على حدة) للهكتار قبل التحويل (راجع الجدول 2-2 في الفصل 2 للحصول على القيم الافتراضية).

الخطوة 3: بالنسبة لكل فئة نشاط، تحديد قيمة مخزون كل من الخشب الميت والفرش الحرجي (كل على حدة) للهكتار للنوع المعني من أراضي الاستيطان. فيما يتعلق بالمستوى 1، يفترض أن قيمة كل من الخشب الميت والفرش الحرجي بعد التحويل تساوي الصفر.

الخطوة 4: حساب التغير الصافي في مخزون الخشب الميت والفرش الحرجي لكل نوع من أنواع التحويل عن طريق طرح قيم المخزون الأولية من قيم المخزون النهائية. تشير القيمة السالبة إلى فقد في المخزون (المعادلة 2-23).

الخطوة 5: تحويل التغير الصافي في مخزون المكونات الفردية إلى وحدات من أطنان الكربون للهكتار عن طريق ضرب التغير الصافي في المخزون في جزء الكربون لهذا المخزون (0.40 طن كربون (طن مادة جافة) بالنسبة للفرش الحرجي، و0.50 طن كربون (طن مادة جافة) للخشب الميت).

الخطوة 6: ضرب التغير الصافي لكل مخزون كربون في المساحة المحولة أثناء عام الإبلاغ.

المستويان 2 و3

الخطوة 1: تحديد فئات تحويل الأراضي التي سيتم استخدامها في هذا التقدير والمساحة التمثيلية للتحويل حسب العام. وعند الحساب بالنسبة للأراضي في المرحلة الانتقالية، يلزم توافر بيانات المساحات التمثيلية لكل فئة في مراحل التحويل المختلفة. وتتطلب المستويات الأعلى تفاصيل أكبر غير أن المتطلب الأدنى الذي يضمن اتساق عمليات الحصر مع *الخطوط التوجيهية للهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ* هو تحديد المساحات المحولة من الأحراج في فئة منفصلة.

الخطوة 2: التغيرات المفاجئة

- حدد فئات الأنشطة التي سيتم استخدامها في التقدير والمساحات التمثيلية. تتكون فئة النشاط من تعريفات لنوع التحويل وإذا أمكن طبيعة الإدارة في الغطاء السابق للأراضي وإدارة أراضي الاستيطان، على سبيل المثال: "تحويل الحرج الاستوائي الموسمي المقطوع إلى مراعي ماشية باستخدام الأعشاب المجلوبة". وتجدر الإشارة إلى أنه يجب الحصول على بيانات المساحة باستخدام الطرق الموضحة في الفصل 3.
- بالنسبة لكل فئة نشاط، تحديد قيمة مخزون كل من الخشب الميت والفرش الحرجي (كل على حدة) للهكتار قبل التحويل.
- لكل فئة نشاط، تحديد قيمة مخزون كل من الخشب الميت والفرش الحرجي (كل على حدة) للهكتار بعد عام واحد من التحويل إلى أراضي استيطان.
- حساب التغير الصافي في مخزون الخشب الميت والفرش الحرجي لكل هكتار لكل نوع من أنواع التحويل عن طريق طرح قيم المخزون الأولية من قيم المخزون النهائية. تشير القيمة السالبة إلى انخفاض في المخزون.
- تحويل التغير الصافي في مخزون المكونات الفردية إلى وحدات من أطنان الكربون للهكتار عن طريق ضرب التغير الصافي في المخزون في جزء الكربون لهذا المخزون (0.40 طن كربون (طن مادة جافة) بالنسبة للفرش الحرجي، و0.50 طن كربون (طن مادة جافة) للخشب الميت).
- ضرب التغير الصافي لكل مخزون كربون في المساحة المحولة أثناء عام الإبلاغ.

الخطوة 3: التغيرات الانتقالية

- تحديد الفئات والمجموعات التي سيتم استخدامها في التقدير والمساحات التمثيلية. تتكون الفئة من تعريفات لنوع التحويل و، إذا أمكن، طبيعة الإدارة في الغطاء السابق للأراضي وإدارة أراضي الاستيطان، على سبيل المثال: وتجدر الإشارة إلى أنه يجب الحصول على بيانات المساحة باستخدام الطرق الموضحة في الفصل 3.
- 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 تمر حاليًا بالمرحلة الانتقالية بين التحويل والوصول إلى حالة جديدة مستقرة.
- 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 السابق إلى قيم المخزون في العام السابق.
- تحويل التغير الصافي في مخزون المكونات الفردية إلى وحدات من أطنان الكربون للهكتار عن طريق ضرب التغير الصافي في المخزون في جزء الكربون لهذا المخزون (0.40 طن كربون (طن مادة جافة) بالنسبة للفرش الحرجي، و0.50 طن كربون (طن مادة جافة) للخشب الميت).
- ضرب التغير الصافي لكل مخزون كربون في مساحة كل مجموعة أثناء عام الإبلاغ.

طريقة الاكتساب-الفقد

- 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 المخرجات من المدخلات.

طريقة الفرق في المخزون

- 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 الأرقام لحساب التغير الصافي في مخزون الخشب الميت والفرش الحرجي عن طريق طرح المخزون الأولى من المخزون النهائي وقسمة الفرق على عدد السنوات الفاصلة بين الحصرين. تشير القيمة السالبة إلى انخفاض في المخزون.
- يتطلب استخدام مقترب من المستوى 3 معاملات توسيع خاصة بالبلد أو المنطقة. لا توجد معاملات توسيع افتراضية للمستوى 2 ويجب استخدام أفضل البيانات المحلية المتاحة (وتوثيقها).

4-2-3-8 تقدير عدم التيقن

يكون عدم التيقن في المستوى 1 مماثلاً لعدم التيقن في مخزون الكربون في مساحة الأراضي الخاضعة للتحويل السنوي. ويفترض لاحقاً أن التغيرات في المادة العضوية الميتة تساوي الصفر، وبالتالي فليس ثمة حاجة لتقدير عدم التيقن في المستوى 1 بعد التحويل الأولي. وبالنسبة لتقديرات المستويين 2 و3، فإن مصادر عدم التيقن تشمل درجة الدقة في تقديرات مساحة الأراضي وقيم الزيادة والفقد في الكربون وقيم مخزون الكربون وكمية الكربون المحترقة ومعاملات التوسيع. ويجب الحصول على بيانات المساحة وتقديرات عدم التيقن باستخدام الطرق الموضحة في الفصل 3 الذي يقدم القيم الافتراضية لعدم التيقن في المقتربات المختلفة. ويرجح أن تكون أوجه عدم التيقن المقترنة بمخزون الكربون وقيم البارامترات الأخرى معامل لثلاثة على الأقل ما لم تتوافر البيانات الخاصة بالبلد من المسوح المصممة جيداً.

3-3-8 كربون التربة

يحدث التحويل إلى أراضي استيطان مع إقامة وتوسيع المدن والبلدات على أراض كانت في السابق أراضي حرجية أو أراضي زراعية أو مروج طبيعية أو أراضي رطبة أو أراضي أخرى. وتؤدي هذه التحويلات إلى تغيير مخزون الكربون نتيجة الاضطراب الميكانيكي للتربة ودفن أو تجميع سطح التربة أثناء التطوير وكذلك نوع ومقدار الغطاء النباتي ونظام الإدارة الجديد وبالأخص فيما يتعلق باستعمال المياه والمغذيات.

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). يُقدر التغير الإجمالي في مخزون كربون التربة في *الأراضي المحولة إلى أراضي استيطان* باستخدام المعادلة 2-24 والتي تجمع التغير في مخزون كربون التربة العضوي بالنسبة لأنواع التربة المعدنية والتربة العضوية مع التغيرات المقترنة بأحواض الكربون غير العضوي في التربة (المستوى 3 فقط).

ولحساب التغيرات في مخزون كربون التربة المقترنة *بالأراضي المحولة إلى أراضي استيطان*، يجب أن يتوافر لدى البلدان تقديرات لمساحة *الأراضي المحولة إلى أراضي استيطان* أثناء فترة الحصر وأن تكون هذه التقديرات مقسمة في فئات فرعية حسب المنطقة المناخية ونوع التربة. وفي حالة الاعتماد على البيانات الإجمالية المتعلقة باستخدام الأراضي وكانت هناك أنواع معينة من تحويل الاستخدام غير معروفة، فلا يزال بالإمكان حساب تغير الكربون العضوي في التربة **(SOC)** باستخدام الطرق المقدمة في قسم *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان*، غير أنه يحتمل أن تختلف عندئذ مساحة قاعدة أراضي الاستيطان في العام الحالي مقارنة بالعام الأول في الحصر، ويرجح كذلك ألا يكون تمثيل ديناميكيات التحويل على مستوى الجودة المطلوب. ويؤكد الفصل 3 (التمثيل المتسق للأراضي) على أهمية الحفاظ على الاتساق في المساحة الإجمالية للأراضي.

1-3-3-8 اختيار الطريقة

يمكن وضع عمليات الحصر باستخدام مقتربات المستوى 1 أو 2 أو 3، حيث يتطلب كل مستوى تال تفاصيل وموارد أكثر من السابق. كذلك فإن بإمكان البلدان أن تستخدم مستويات مختلفة لإعداد تقديرات للفئات الفرعية المنفصلة من كربون التربة (أي أن، تغيرات مخزون كربون التربة العضوي بأنواع التربة المعدنية والعضوية، وتغيرات المخزون المقترنة بأحواض الكربون غير العضوي بالتربة، يتم تقديرها باستخدام المستوى 3). ويمكن للقائمين بالحصر الاستعانة بشجرات القرار الخاصة بأنواع التربة المعدنية (الشكل 2-4) وأنواع التربة العضوية (الشكل 2-5) في القسم 2-3-3-1 (الفصل 2) في اختيار المستويات المناسبة.

أنواع التربة المعدنية

المستوى 1
يمكن تقدير التغيرات في مخزون الكربون العضوي بالتربة بالنسبة لأنواع التربة المعدنية نتيجة تحويل استخدام الأراضي إلى أراضي استيطان من خلال المعادلة 2-25 في الفصل 2. وبالنسبة للمستوى 1، فإنه يتم حساب مخزون كربون التربة العضوي الأولي (قبل التحويل) ($SOC_{(0-T)}$) ومخزون كربون التربة في العام الأخير من فترة الحصر (SOC_0) باستخدام مجموعة القيم المرجعية لمخزون الكربون العضوي بالتربة (SOC_{REF}) ومعاملات تغير المخزون الافتراضية (F_{LU}، F_{MG}، F_I). وينبغي ملاحظة أن مناطق السرير الصخري المكشوفة في الأراضي الحرجية أو في نوع الاستخدام السابق للأراضي لا يتم تضمينهما في حساب مخزون كربون التربة (بافتراض أن المخزون يساوي الصفر). وتُحسب المعدلات السنوية للانبعاثات (المصدر) أو عمليات الإزالة (البالوعة) كفرق في المخزون (بمرور الوقت) مقسوما على التبعية الزمنية (D) لمعاملات تغير المخزون (الفترة الافتراضية 20 عاماً).

المستوى 2
يستخدم مقترب المستوى 2 المعادلة 2.25 في الفصل 2 لتقدير التغير في المخزون بأنواع التربة المعدنية، لكنه يتضمن قيم مرجعية و/أو معاملات تغير لمخزون الكربون خاصة بالبلد أو المناطق الإقليمية، وربما بيانات بيئية وبيانات أنشطة استخدام أكثر تفصيلاً. ويعد إزالة كربون التربة، أو نقله من الموقع أو دفنه من القضايا ذات الأهمية بالنسبة لأراضي الاستيطان. وتجدر الإشارة إلى أن كربون التربة قد ينتقل إلى منطقة أخرى أو ربما يستخدم كسلعة، وذلك استناداً إلى الحد الذي لا يتعرض فيه للتحلل أثناء مرحلة التطوير ويبقى على عمق أكبر في تشكيل التربة. ومن *الممارسة السليمة*، أن يتم تعديل معاملات تغير المخزون في المستوى 2 بما يعكس انخفاض فقد الكربون إلى الغلاف الجوي في صورة ثاني أكسيد كربون.

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 لتقدير التغير في كربون التربة نتيجة تحويلات الاستخدام إلى أراضي استيطان على استخدام نماذج، وقواعد بيانات و/أو شبكات رصد تكون قادرة على تمثيل عمليات التحويل بمرور الوقت من الاستخدامات الأخرى مثل الأراضي الحرجية، أو المروج الطبيعية، أو الأراضي الزراعية 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)، وذلك لأن الاختلاف في طريقة إزالة المخلفات ومعالجتها (على سبيل المثال، الحرق وإعداد الموقع) من شأنه أن يؤثر على مدخلات الكربون إلى تكوين المادة العضوية الميتة في التربة وكذلك عمليات فقد الكربون عبر التحلل والاحتراق. وينبغي التحقق من النماذج باستخدام المشاهدات المستقلة التي يتم الحصول عليها من المواقع الميدانية داخل البلد أو المنطقة والتي تمثل لتفاعلات المناخ والتربة والإدارة في التغير بعد التحويل في مخزون كربون التربة.

أنواع التربة العضوية

المستويان 1 و2
تعامل *الأراضي المحولة إلى أراضي استيطان* في أنواع التربة العضوية أثناء فترة الحصر مثل *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان*. وتحسب عمليات الفقد في الكربون باستخدام المعادلة 2-26 في الفصل 2. ويمكن الحصول على إرشادات إضافية حول مقتربات المستويين 1 و2 من القسم 8-2-3-1.

المستوى 3
كما في أنواع التربة المعدنية، يتضمن مقترب من المستوى 3 نماذج و/أو مقتربات قائمة على القياسات إلى جانب بيانات إدارة واستخدام عالية التجزيء.

8-3-3-2 اختيار معامل تغير المخزون والانبعاث

أنواع التربة المعدنية

المستوى 1
يمكن الحصول على القيم المرجعية لمخزون الكربون من الجدول 2-3 في الفصل 2، فيما يمكن الحصول على معاملات تغير المخزون الخاصة بالاستخدام السابق في الفصل المعني (الأراضي الحرجية في القسم 4-2-3-2، والأراضي الزراعية في القسم 5-2-3-2، والمروج الطبيعية في القسم 6-2-3-2، والأراضي الأخرى في القسم 9-3-3-2). ولا تكون هناك حاجة إلى معاملات تغير المخزون الافتراضية لاستخدام الأراضي بعد التحويل (أراضي الاستيطان) بالنسبة لطريقة المستوى 1 فيما يتعلق *بأراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان*، وذلك للافتراض بأن المدخلات تساوي المخرجات ومن ثم لا يحدث تغير صاف في مخزون كربون التربة بمجرد إقامة أراضي الاستيطان. ورغم ذلك، فإن عمليات التحويل قد تنطوي على تغيرات صافية، ومن *الممارسة السليمة* أن يتم استخدام الافتراضات التالية:

1) فيما يتعلق بنسبة مساحة أراضي الاستيطان التي تم تعبيدها، يجب افتراض أن ناتج كل من $\mathbf{F_{LU}}$ و$\mathbf{F_{MG}}$ و$\mathbf{F_I}$ يساوي 0.8 مرة من الإنتاج المطابق في الاستخدام السابق (أي أن 20% من كربون التربة مقارنة باستخدام الأراضي السابق سيفقد كنتيجة للاضطراب أو الإزالة أو إعادة تحديد الموقع)؛

2) فيما يتعلق بنسبة مساحة أراضي الاستيطان المغطاة بأعشاب المروج، ينبغي استخدام القيم الخاصة بالمروج الطبيعية المحسنة من الجدول 6-2 في الفصل 6؛

3) فيما يتعلق بنسبة مساحة أراضي الاستيطان المصنفة كتربة مزروعة (على سبيل المثال، المستخدمة كبساتين)، ينبغي استخدام قيم $\mathbf{F_{MG}}$ بلا فلاحة من الجدول 5-5 (الفصل 5) وجعل قيمة $\mathbf{F_I}$ تساوي 1؛

4) فيما يتعلق بنسبة مساحة أراضي الاستيطان المغطاة بالأنواع الخشبية، ينبغي افتراض أن كافة معاملات تغير المخزون تساوي 1.

المستوى 2
ربما يعتبر تقدير معاملات تغير المخزون الخاصة بالبلد المعني أكثر خطوات التطوير المقترنة بمقترب من المستوى 2 أهمية. ويحسب الفرق بين قيم مخزون الكربون العضوي في التربة مقارنة بحالة مرجعية، باستخدام معاملات الاستخدام **($\mathbf{F_{LU}}$)**. بعد ذلك يتم استخدام معامل المدخلات **(F_I)** ومعاملات الإدارة **(F_{MG})** من أجل مزيد من التدقيق لمخزون الكربون لفئات إدارة أراضي الاستيطان. ويمكن الحصول على إرشادات إضافية حول كيفية اشتقاق هذه المعاملات من قسم *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان*، القسم 8-2-3-2. راجع القسم المناسب للحصول على معلومات محددة فيما يتعلق باشتقاق معاملات تغير المخزون لقطاعات استخدام الأراضي الأخرى (الأراضي الحرجية في الفصل 4، والأراضي الزراعية في الفصل 5، والمروج الطبيعية في الفصل 6 والأراضي الأخرى في الفصل 9). يمكن كذلك اشتقاق القيم لمخزون الكربون من البيانات الخاصة بالبلد في مقترب من المستوى 2 ويجب أن تكون بالطبع متسقة عبر أنواع الاستخدام (أي، الأراضي الحرجية والأراضي الزراعية والمروج الطبيعية وأراضي الاستيطان والأراضي الأخرى)، ومن هنا يجب تنسيقها 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 الفصل 2، القسم 2-3-3-1 لمزيد من المناقشة.

أنواع التربة العضوية

المستويان 1 و2
تعامل *الأراضي المحولة إلى أراضي استيطان* في أنواع التربة العضوية أثناء فترة الحصر مثل *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان*. وتشتق معاملات الانبعاث في المستوى 2 من البيانات الخاصة بالبلد أو المنطقة؛ ويشتمل القسم 8-2-3-2 على إرشادات إضافية.

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 الفصل 2، القسم 2-3-3-1 لمزيد من المناقشة.

8-3-3-3 اختيار بيانات الأنشطة

أنواع التربة المعدنية

المستويان 1 و2
يلزم توفير بيانات مساحة *الأراضي المحولة إلى أراضي استيطان* وتقسيمها حسب المنطقة المناخية ونوع التربة من أجل تقدير المخزون المناسب في المستوى 1. ويمكن تحقيق ذلك بمجموعات من خرائط المناخ والتربة المناسبة إلى جانب بيانات محددة مكانياً في مواقع تحويل استخدام الأراضي. وقد تم تقديم وصف مفصل لأنظمة التصنيف الافتراضية للمناخ والتربة في الفصل 3. وفي حالة غياب المعلومات المحددة، يجب تقدير المساحة الافتراضية في أراضي الاستيطان التي يتم تعبيدها باعتبارها نسبة المساحة غير الخضراء من المساحة الإجمالية باستخدام البيانات الواردة في الجدول 8-3. ويمكن استخدام الجدول نفسه لتقسيم المساحة الخضراء إلى مساحات خشبية وأخرى غير خشبية. وهذا النوع الأخير يمكن افتراض انه يتكون كلية من أعشاب المروج وذلك ما لم تتوافر البيانات حول المساحة المزروعة بغير ذلك.

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

أنواع التربة العضوية

المستويان 1 و2
تعامل *الأراضي المحولة إلى أراضي استيطان* في أنواع التربة العضوية خلال فترة الحصر مثل *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان*، وتوجد الإرشادات المتعلقة ببيانات الأنشطة في القسم 8-2-3-3.

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

8-3-3-4 تقدير عدم التيقن

راجع الإرشادات الواردة في القسم 8-2-3-4.

8-4 الاستيفاء والمتسلسلات الزمنية وضمان/مراقبة الجودة والإبلاغ

8-4-1 الاستيفاء

من *الممارسة السليمة* فيما يتعلق بعمليات حصر كربون التربة أن يتم تعقب التغيرات في المساحة الإجمالية بمرور الوقت، وفي حالة استخدام مقترب من المستوى 2 أو 3، فإن عملية الحصر ينبغي لها أن تعمل على تعقب المساحات المقترنة بفئات الإدارة الرئيسية (على سبيل المثال، أعشاب المروج، والشجيرات الحضرية، والحدائق، ومناطق النفايات، والمناطق الجرداء، والبنية التحتية). وتعتبر المساحة الإجمالية التي تغطيها منهجية حصر أراضي الاستيطان هي مجموع الأراضي في فئة *أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان* وفئة *الأراضي المحولة إلى أراضي استيطان* أثناء الفترة الزمنية. وقد لا تشتمل منهجية الحصر هذه على بعض مساحات أراضي الاستيطان التي يعتقد أن انبعاثات وعمليات إزالة غازات الاحتباس الحراري منها غير مؤثرة أو ثابتة بمرور الوقت نظرا لحدوث تغير بسيط أو عدم حدوث تغير على الإطلاق في إدارة أراضي الاستيطان أو لعدم وجود تغير مؤثر في مدخلات الإدارة. ورغم ذلك، فينبغي للبلدان أن تعمل على تعقب المساحة الإجمالية لأراضي الاستيطان داخل حدود البلد بمرور الوقت، مع الاحتفاظ بسجلات تتمتع بالشفافية فيما يتعلق بالأجزاء المستخدمة لتقدير انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون. وفي هذه الحالة، فإن *الممارسة السليمة* تقتضي من البلدان توثيق وشرح الفرق بين المساحة التي يتم تضمينها في حسابات الحصر والمساحة الإجمالية لأراضي الاستيطان في قاعدة الأراضي.

8-4-2 إعداد متسلسلات زمنية متسقة

حفاظاً على اتساق المتسلسلات الزمنية، تقتضي *الممارسة السليمة* من البلدان العمل على تطبيق طرق الحصر نفسها خلال فترة الإبلاغ كلها، بما في ذلك تعريفات استخدام الأراضي ونظام الاستيطان والمساحة المضمنة في حصر للكربون وطريقة الحساب. وفي حالة إجراء تغيرات، فإن من *الممارسة السليمة* أن يتم الاحتفاظ بسجلات شفافة بالتغيرات، ثم إعادة حساب التغيرات في مخزون الكربون بامتداد فترة الحصر كلها. ويمكن الحصول على الإرشادات المتعلقة بإعادة التقدير في مثل هذه الظروف من الفصل 5 في المجلد 1. علاوة على ذلك فإن التقدير والإبلاغ المتسقان يتطلبان تعريفات مشتركة لأنشطة الإدارة وأنواع التربة والمناخ عبر المتسلسلات الزمنية كلها طوال فترة الحصر.

3-4-8 ضمان/مراقبة جودة الحصر

من *الممارسة السليمة* أن يتم إجراء عمليات تدقيق مراقبة الجودة وكذلك مراجعات خارجية على يد الخبراء لتقديرات وبيانات الحصر. ويُتوقع توجيه اهتمام خاص بالتقديرات الخاصة بالبلد لمعاملات تغير المخزون والانبعاث من أجل ضمان استنادها إلى بيانات عالية الجودة وآراء خبراء يمكن التحقق منها.

وتشمل عمليات التدقيق الهادفة لضمان/مراقبة الجودة في منهجية تقدير غازات الاحتباس الحراري بأراضي الاستيطان:

أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان: من *الممارسة السليمة* أن تكون مساحات أراضي الاستيطان متسقة للإبلاغ عن التغيرات في مخزون التربة والكتلة الحيوية. وقد تشمل أراضي الاستيطان مساحات يتم فيها حساب التغيرات في مخزون كربون التربة فيما يفترض أن التغيرات في الكتلة الحيوية بها تساوي الصفر (على سبيل المثال، في حالة غياب الكتلة الحيوية غير الخشبية بنسبة كبيرة) ومساحات يحدث بها تغير في كل من مخزون الكتلة الحيوية والتربة (على سبيل المثال، تطوير منتزه)، ومساحات لا يحدث بها تغير لا في مخزون الكتلة الحيوية ولا في الفرش الحرجي (على سبيل المثال البنية التحتية والمناطق الجرداء). ولزيادة الشفافية وإزالة الأخطاء، فإن *الممارسة السليمة* تستلزم الإبلاغ عن المساحة الإجمالية لأراضي الاستيطان بصرف النظر عن تغير المخزون من عدمه.

الأراضي المحولة إلى أراضي استيطان: يتوقع أن تكون قيم المساحة الإجمالية للأراضي المحولة إلى أراضي استيطان واحدة في تقديرات الكتلة الحيوية والتربة. ورغم أنه قد يتم تجزيء أحواض الكتلة الحيوية والتربة إلى مستويات مختلفة من التفصيل، فإن من *الممارسة السليمة* أن يتم استخدام نفس الفئات العامة لتجزيء بيانات المساحة.

وفيما يتعلق بكافة تقديرات التغير في مخزون كربون التربة، يُتوقع أن تكون كافة المساحات الإجمالية واحدة لكل مجموعة نوع مناخ-تربة في العام الأول ($year_{(0)}$) والعام الأخير ($year_{(0-T)}$) من فترة الحصر، وذلك ما لم يتم إثبات أن جزءاً من قاعدة الأراضي تم ضمه إلى قطاع استخدام آخر أو تم اكتسابه من قطاع آخر. وفي النهاية، يجب أن يكون المجموع الإجمالي لقاعدة الأراضي في البلد، والذي يشمل كل قطاع، متساوية في كل عام في فترة الحصر.

4-4-8 الإبلاغ والتوثيق

ممن *الممارسة السليمة* أن يتم الاحتفاظ بكافة المعلومات المستخدمة في إنتاج تقديرات الحصر الوطني وأرشفتها ويشمل ذلك: (1) مصادر وقواعد البيانات للمعلومات المستخدمة في تقدير المعاملات الخاصة بالبلد وكذلك الإجراءات المستخدمة في تقدير المعاملات؛ و(2) بيانات الأنشطة والتعريفات المستخدمة لتصنيف أو إجمال بيانات الأنشطة؛ و(3) تصنيفات المنطقة المناخية وأنواع التربة (بالنسبة للمستويين 1 و2). وبالنسبة لمقتربات المستوى 3 التي تستخدم النماذج، فإن *الممارسة السليمة* تقتضي القيام بتوثيق نسخة النموذج وتقديم وصف للنموذج إلى جانب الأرشفة الدائمة لنسخ من كافة ملفات مدخلات النماذج وكود المصدر والبرامج القابلة للتنفيذ.

الجداول وورقات العمل الخاصة بالإبلاغ

يمكن الإبلاغ عن الفئات الموضحة في هذا الفصل باستخدام جداول الإبلاغ في الفصل 8 من المجلد 1. ويمكن مقارنة التقديرات تحت فئة أراضي الاستيطان مع فئات الإبلاغ في *الخطوط التوجيهية للهيئة* على النحو التالي:

- انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون في الكتلة الحيوية الخشبية في أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان تطابق فئة الإبلاغ "5أ" في الخطوط التوجيهية للهيئة، وتطابق الأراضي المحولة إلى أراضي استيطان فئة الإبلاغ "5ب" في الخطوط التوجيهية للهيئة، فيما تطابق فئتا الهيئة "4هـ" و"4و" الغازات غير ثاني أكسيد الكربون.
- انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون في أنواع التربة في أراضي الاستيطان التي تظل أراضي استيطان تطابق فئتي الإبلاغ "5د" و"5هـ" في خطوط الهيئة والفئة "4د" للغازات غير ثاني أكسيد الكربون؛
- انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون الناتجة من التحويل إلى أراضي استيطان تطابق فئة الإبلاغ "5ب" للكتلة الحيوية والفئتين "5د" و"5هـ" لأنواع التربة، والفئات "4د" و"4هـ" و"4و" للغازات غير ثاني أكسيد الكربون.

ويشتمل التذييل 1 على ورقات عمل لحساب انبعاثات وعمليات إزالة غازات الاحتباس الحراري (طرق المستوى 1) فيما يخص أراضي الاستيطان.

5-8 أساس للتطورات المنهجية في المستقبل

يرجع وجود الفجوات في هذه المنهجية لعدم توافر البيانات الكافية التي تمكن من التحديد الكمي لكافة أحواض وتدفقات غازات الاحتباس الحراري في أرضي الاستيطان. وتشمل الفجوات الواضحة:

- عدم وجود منهجية لتقدير انبعاثات غازات الاحتباس الحراري غير ثاني الكربون (أكسيد النتروز والميثان)؛
- عدم توافر منهجية مفصلة لحساب مخزونات الكربون بخلاف الكتلة الحيوية الحية وأنواع التربة (الخشب الميت والفرش الحرجي، على وجه التحديد)؛
- عدم وجود مناقشة تُعنى بتدفقات ومخزون الكربون من أعشاب المروج وإدارة المروج؛
- عدم وجود مناقشة تُعنى بتدفقات ومخزون الكربون من نباتات الحدائق والنباتات العشبية الأخرى؛
- الحاجة إلى منهجية معممة لحساب الفئات المختلفة من الأراضي المستوطنة، والتي تختلف في كميات الغطاء النباتي الخشبي وغير الخشبي وأنواع الإدارة المختلفة.

غازات الاحتباس الحراري غير ثاني أكسيد الكربون. رغم وجود أدلة تدعم فكرة أن تدفقات أكسيد النتروز قد تزداد في المناطق الحضرية مقارنة بالحالة الأصلية (Kaye *et al.*, 2004)، إلا أن هذه النتيجة يرجح أن تعتمد على الحالة الأصلية (أي، المناخ والمنطقة التي تقع بهما أراضي

الخشب الميت والفرش الحرجي. يعد الخشب الميت فئة متنوعة التكوين من الفروع والأشجار الساقطة أو المقصوصة أو الأشجار الواقفة الميتة التي لم يتم استبدالها بعد بأفراد أحياء. وهذا الخشب الميت قد يتم حرقه أو التخلص منه كنفايات صلبة، أو يستخدم كسماد، أو يترك ليتحلل سواء في الموقع أو خارج الموقع. ويتم اعتبار هذه المادة في هذه المنهجية كفقد من الكتلة الحيوية الحية. ونظرا لأنه من المرجح أن يتم نقل الخشب الميت خارج الموقع في أراضي الاستيطان (بدلا من أن يترك بالموقع ليتحلل مثلما عليه الحال في الأحراج)، فقد يتم وضع منهجية أكثر تفصيلاً في المستقبل لحساب كمية الخشب الميت المنقولة إلى مدافن النفايات، أو في أكوام السماد، أو المحترقة، أو المتحللة بالموقع. وتجدر الإشارة إلى أن بالإمكان التعامل مع الكمية التي تنقل إلى مدافن النفايات أو تُستخدم كسماد كمنتجات خشب محصود (HWP) أو كنفايات، وكلاهما يتم تناوله في أقسام أخرى من هذه *الخطوط التوجيهية*.

أعشاب المروج وإدارة المروج. تتكون الكتلة الحيوية لأعشاب المروج من الجذور والبقايا والقش والمكونات فوق الأرض. ورغم أنه تم نشر تقديرات إنتاجية أعشاب المروج (Falk, 1976; Falk, 1980; Qian *et al*., 2003)، إلا أن الأعشاب تتحلل بسرعة وتوجد معلومات قليلة حول التراكم الكلي للكتلة الحيوية في المكونات التي تعمر طويلاً بالمروج. ويعتمد تقسيم أعشاب المروج إلى كتلة حيوية فوق الأرض وكتلة حيوية تحت الأرض على نظام الإدارة والحصاد (الحش). ونتيجة لغياب المعلومات التي يمكن تعميمها فيما يخص هذا الموضوع، وعدم وجود بيانات أنشطة تعمل على التحديد الكمي للمساحة المغطاة بالمروج الطبيعية في أراضي الاستيطان، فلا يوجد في الوقت الحالي منهجية مفصلة تتناول الكربون المزال بواسطة أنظمة المروج. ويتطلب وضع منهجية أكثر تفصيلاً معلومات إضافية حول إنتاجية المروج ودوران أعشاب المروج والتقسيم إلى مكونات نباتية مختلفة حيث يتباين مع نظام الإدارة. ومن المسلم به أن بيانات الأنشطة المطلوبة لتطبيق هذه المنهجية ستشمل معلومات حول أنظمة الإدارة ونسبة أراضي الاستيطان المغطاة بأعشاب المروج.

نباتات الحدائق والنبات العشبية الأخرى. مثلما هو الحال مع أعشاب المروج، لا توجد المعلومات التي تصف التراكم السنوي للكتلة الحيوية وتعمل على تقسيم نباتات الحدائق في أجزاء مختلفة من الكتلة الحيوية فوق الأرض وتحت الأرض. وبالمثل، لا تتوافر المعلومات التي تصف التباين في إنتاجية النباتات وفقاً للتباين في أنظمة الإدارة. وتشمل بيانات الأنشطة اللازمة لتطبيق منهجية أكثر تفصيلا معلومات حول أنظمة الإدارة ونسبة مساحة أراضي الاستيطان المغطاة بهذا النوع من الغطاء النباتي. وهذه النباتات هي نباتات حدائق بصفة أساسية، وبالتالي فإن تحديد عينات منها في الحدائق الخاصة يمثل مشكلة إضافة نتيجة الاضطراب المحتمل وعدم السماح بالوصول إليها (مقارنة Jo and McPherson, 1995).

فئات الأراضي. يمكن أن تستند المنهجية الأكثر تفصيلاً من مجموعة متسقة من التعريفات لفئات الأراضي *داخل* أراضي الاستيطان، التي يمكن تطبيقها على أي بلد بصرف النظر عن المناخ أو الغطاء النباتي الأصلي أو نظام الإدارة المعتاد بها. وهو ما يجعل أراضي الاستيطان متماثلة مع استخدامات الأراضي الأخرى – الأراضي الحرجية والمروج الطبيعية والأراضي الزراعية وأراضي الاستيطان – والتي يسهل تحديدها استنادا إلى مجموعة البارامترات الموضوعية والقابلة للقياس. وقد تم تطبيق بعض الأبحاث في هذا الاتجاه (Theobald, 2004)، غير أن أنظمة التصنيف الحالية غير متسقة. ورغم أن معدل تنحية الكربون لوحدة الغطاء التاجي الشجري يكون متسقا إلى حد ما، على سبيل المثال، فإن المعدل الإجمالي لمخزون الكربون لوحدة مساحة أراضي الاستيطان يعتمد بصورة تامة على الكميات النسبية من غطاء الأشجار وأعشاب المروج داخل المستوطنة. وهذا التصنيف للأراضي سيكون جزءا من مجموعة بيانات الأنشطة التي يتم جمعها بواسطة البلد، ويمكن تطوير المنهجية المفصلة وتطبيقها على نحو متسق استنادا إلى بيانات الغطاء الأراضي هذه. علاوة على ذلك، فإن هذا النوع من تصنيف استخدام الأراضي سيمكن البلدان من حساب التغيرات في مخزون الكربون نتيجة التغيرات في الإدارة داخل المناطق المصنفة على نحو واسع كأراضي استيطان. على سبيل المثال، عند تطوير مساحات الأراضي الخالية، قد يتم استبدال الغطاء النباتي العارض الذي يظل في المناطق غير المبنية بأنواع النباتات المستخدمة في تخطيط المنظر الطبيعي والتي تختلف في القدرة على تخزين الكربون.

المراجع

Akbari, H. (2002). Shade trees reduce building energy use and CO_2 emissions from power plants. *Environmental Pollution* 116:S119-S124.

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. 1986.

Brack, C.L. (2002). Pollution mitigation and carbon sequestration by an urban forest. *Environmental Pollution* 116:S195-S200.

Cairns, M.A., Brown, S., Helmer, E.H. and Baumgardner, G.A. (1997). Root biomass allocation in the world's upland forests. *Oecologia* 111:1-11.

Crane, P. and Kinzig, A. (2005). Nature in the metropolis. *Science* 308:1225-1225.

Elvidge, C.D., Milesi, C., Dietz, J.B., Tuttle, B.T., Sutton, P.C., Nemani, R. and Vogelmann, J.E. (2004). U.S. constructed area approaches the size of Ohio. *EOS - Transactions of the American Geophysical Union* 85:233-234.

Falk, J. (1980). The primary productivity of lawns in a temperate environment. *Journal of Applied Ecology* 17:689-696.

Falk, J.H. (1976). Energetics of a suburban lawn ecosystem. *Ecology* 57:141-150.

Gallo, K.P., Elvidge, C.D., Yang, L. and Reed, B.C. (2004). Trends in night-time city lights and vegetation indices associated with urbanization within the conterminous USA. *International Journal Of Remote Sensing* 25:2003-2007.

Goldman, M.B., Groffman, P.M., Pouyat, R.V., McDonnell, M.J. and Pickett, S.T.A. (1995). CH_4 uptake and N availability in forest soils along an urban to rural gradient. *Soil Biology and Biochemistry* 27:281-286.

Gregg, J.W., Jones, C.G. and Dawson, T.E. (2003). Urbanization effects on tree growth in the vicinity of New York City. *Nature* 424:183-187.

Idso, C., Idso, S. and Balling, R.J. (1998). The urban CO_2 dome of Phoenix, Arizona. *Physical Geography* 19:95-108.

Idso, C., Idso, S. and Balling, R.J. (2001). An intensive two-week study of an urban CO_2 dome. *Atmospheric Environment* 35:995-1000.

Imhoff, M., Tucker, C., Lawrence, W. and Stutzer, D. (2000). The use of multisource satellite and geospatial data to study the effect of urbanization on primary productivity in the United States. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 38:2549-2556.

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.

Jenkins, J., Chojnacky, D., Heath, L. and Birdsey, R. (2004). Comprehensive database of diameter-based biomass regressions for North American tree species. General Technical Report NE-, USDA Forest Service Northeastern Research Station, Newtown Square, PA.

Jo, H. (2002). Impacts of urban greenspace on offsetting carbon emissions for middle Korea. *Journal of Environmental Management* 64:115-126.

Jo, H. and McPherson, E. (1995). Carbon storage and flux in urban residential greenspace. *Journal of Environmental Management* 45:109-133.

Kaye, J., Burke, I., Mosier, A. and Guerschman, J. (2004). Methane and nitrous oxide fluxes from urban soils to the atmosphere. *Ecological Applications* 14:975-981.

Kaye, J.P., McCulley, R.L. and Burke, I.C. (2005). Carbon fluxes, nitrogen cycling, and soil microbial communities in adjacent urban, native and agricultural ecosystems. *Global Change Biology* 11:575-587.

Koerner, B., and Klopatek, J. (2002). Anthropogenic and natural CO_2 emission sources in an arid urban environment. *Environmental Pollution* 116:S45-S51.

Kuchler, A. (1969). Potential natural vegetation. US Geological Survey Map, Sheet 90, Washington, DC.

Milesi, C., Elvidge, C.D., Nemani, R.R., and Running, S.W. (2003). Assessing the impact of urban land development on net primary productivity in the southeastern United States. *Remote Sensing Of Environment* 86:401-410.

Nowak, D. (1996). Estimating leaf area and leaf biomass of open-grown deciduous urban trees. *Forest Science* 42:504-507.

Nowak, D. and Crane, D. (2002). Carbon storage and sequestration by urban trees in the United States. *Environmental Pollution* 116:381-389.

Nowak, D., Crane, D.E., Stevens, J.C. and Ibarra, M. (2002). Brooklyn's urban forest. General Technical Report NE-290, USDA Forest Service Northeastern Research Station, Newtown Square, PA.

Nowak, D.J., Rowntree, R.A., McPherson, E.G., Sisinni, S.M., Kerkmann, E.R. and Stevens, J.C. (1996). Measuring and analyzing urban tree cover. *Landscape and Urban Planning* 36:49-57.

Pouyat, R. and Carreiro, M. (2003). Controls on mass loss and nitrogen dynamics of oak leaf litter along an urban-rural land-use gradient. *Oecologia* 135:288-298.

Pouyat, R., Groffman, P., Yesilonis, I. and Hernandez, L. (2002). Soil carbon pools and fluxes in urban ecosystems. *Environmental Pollution* 116:S107-S118.

Pouyat, R.V., McDonnell, M.J. and Pickett, S.T.A. (1995). Soil characteristics of oak stands along an urban-rural land-use gradient. *Journal of Environmental Quality* 24:516-526.

Qian, Y., Bandaranayake, W., Parton, W., Mecham, B., Harivandi, M. and Mosier, A. (2003). Long-term effects of clipping and nitrogen management in turfgrass on soil organic carbon and nitrogen dynamics: The CENTURY model simulation. *Journal of Environmental Quality* 32:1695-1700.

Qian, Y. and Follett, R. (2002). Assessing soil carbon sequestration in turfgrass systems using long-term soil testing data. *Agronomy Journal* 94:930-935.

Raturi, S., Islam, K.R., Carroll, M.J. and Hill, R.L. (2004). Thatch and soil characteristics of cool- and warm-season turfgrasses. *Communications In Soil Science And Plant Analysis* 35:2161-2176.

Smith, W.B. and Brand, G.J. (1983). Allometric biomass equations for 98 species of herbs, shrubs, and small trees. Research Note NC-299, USDA Forest Service North Central Forest Experiment Station, St. Paul, MN.

Theobald, D.M. (2004). Placing exurban land-use change in a human modification framework. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2:139-144.