الفصل 4

الأراضي الحرجية

المؤلفون

هيرالد آلد (النرويج)، باتريك جونزالز (الولايات المتحدة الأمريكية، مايكل غيتارسكي (الاتحاد الروسي)، ثلما كروغ (البرازيل)، فيرنر إيه كيرز (كندا)، ستيفن أوغل (الولايات المتحدة الأمريكية)، جون ريزون (أستراليا)، ديبتر شون (الفاو)، و إن إتش رافيندراناث (الهند)

نجم الدين ج. الحسن (السودان)، ليندا إس هيث (الولايات المتحدة الأمريكية)، نيرو هيغوشي (البرازيل)، صمويل كاينجا (مالاوي)، ميتسوو ماتسوماتو (اليابان)، ماريا خوسيه سانز سانشيز (أسبانيا)، وزولتان سوموغاي (المفوضية الأوروبية/المجر)

المؤلفون المساهمون

جيم بي كارل (الفاو) وإندو كي ميرثي (الهند)

المحتويات

4 الأراضي الحرجية 4-7
4-1 مقدمة 4-7
4-2 الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية 4-11
4-2-1 الكتلة الحيوية 4-11
4-2-1-1 اختيار الطريقة 4-11
4-2-1-2 اختيار معاملات الانبعاث 4-14
4-2-1-3 اختيار بيانات الأنشطة 4-15
4-2-1-4 خطوات الحساب في المستوى 1 4-17
4-2-1-5 تقدير عدم التيقن 4-19
4-2-2 المادة العضوية الميتة 4-20
4-2-2-1 اختيار الطريقة 4-20
4-2-2-2 اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة 4-21
4-2-2-3 اختيار بيانات الأنشطة 4-22
4-2-2-4 خطوات الحساب في المستوى 1 4-22
4-2-2-5 تقدير عدم التيقن 4-22
4-2-3 كربون التربة 4-23
4-2-3-1 اختيار الطريقة 4-23
4-2-3-2 اختيار معاملات تغير المخزون والانبعاث 4-25
4-2-3-3 اختيار بيانات الأنشطة 4-25
4-2-3-4 خطوات الحساب في المستوى 1 4-26
4-2-3-5 تقدير عدم التيقن 4-27
4-2-4 انبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون من حرق الكتلة الحيوية 4-27
4-2-4-1 اختيار الطريقة 4-28
4-2-4-2 اختيار معاملات الانبعاث 4-28
4-2-4-3 اختيار بيانات الأنشطة 4-28
4-2-4-4 تقدير عدم التيقن 4-28
4-3 الأراضي المحولة إلى أراضٍ حرجية 4-29
4-3-1 الكتلة الحيوية 4-30
4-3-1-1 اختيار الطريقة 4-30
4-3-1-2 اختيار معاملات الانبعاث 4-31
4-3-1-3 اختيار بيانات الأنشطة 4-33
4-3-1-4 خطوات الحساب في المستوى 1 4-34
4-3-1-5 تقدير عدم التيقن 4-36
4-3-2 المادة العضوية الميتة 4-36
4-3-2-1 اختيار الطريقة 4-37
4-3-2-2 اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة 4-37
4-3-2-3 اختيار بيانات الأنشطة 4-38
4-3-2-4 خطوات الحساب في المستوى 1 4-38

4-3-2-5 تقدير عدم التيقن 4-38
4-3-3 كربون التربة 4-38
4-3-3-1 اختيار الطريقة 4-39
4-3-3-2 اختيار معاملات تغير المخزون والانبعاث 4-40
4-3-3-3 اختيار بيانات الأنشطة 4-41
4-3-3-4 خطوات الحساب في المستوى 1 4-41
4-3-3-5 تقدير عدم التيقن 4-42
4-3-4 انبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون من حرق الكتلة الحيوية 4-42
4-4 الاستيفاء والمتسلسلات الزمنية وضمان/مراقبة الجودة والإبلاغ والتوثيق 4-43
4-4-1 الاستيفاء 4-43
4-4-2 إعداد متسلسلات زمنية متسقة 4-43
4-4-3 ضمان ومراقبة الجودة 4-44
4-4-4 الإبلاغ والتوثيق 4-45
4-5 الجداول 4-46
الملحق 4أ-1 مسرد الأراضي الحرجية 4-72
المراجع 4-79

الأشكال التوضيحية

الشكل 4-1 المناطق الإيكولوجية العالمية وفقا لأنماط المناخ والحياة النباتية المرصودة (الفاو، 2001)..... 4-9
الشكل 4-2 الأحراج والغطاء الأرضي العالمي عام 1995. 4-10

الجداول

الجدول 4-1 النطاقات المناخية (الفاو، 2001)، والمناطق المناخية (الفصل 3)، والمناطق الإيكولوجية (الفاو، 2001) 4-46
الجدول 4-2 فئات الأحراج والغطاء الأرضي 4-47
الجدول 4-3 جزء الكربون بالكتلة الحيوية الحرجية فوق الأرض 4-48
الجدول 4-4 نسبة الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى فوق الأرض (R) 4-49
الجدول 4-5 معاملات تحويل وتوسيع الكتلة الحيوية (BCEF)، بأطنان الكتلة الحيوية (متر مكعب من حجم الخشب)..... 4-50
الجدول 4-5 معاملات تحويل وتوسيع الكتلة الحيوية (BCEF)، بأطنان الكتلة الحيوية (متر مكعب من حجم الخشب)..... 4-51
الجدول 4-5 معاملات تحويل وتوسيع الكتلة الحيوية (BCEF)، بأطنان الكتلة الحيوية (متر مكعب من حجم الخشب)..... 4-52
الجدول 4-6 معاملات الانبعاث لأنواع التربة العضوية المصرفة في الأحراج المدارة 4-53
الجدول 4-7 الكتلة الحيوية فوق الأرض في الأحراج 4-53
الجدول 4-8 الكتلة الحيوية فوق الأرض في المغارس الحرجية 4-54
الجدول 4-9 النمو الصافي في الكتلة الحيوية فوق الأرض في الأحراج الطبيعية..... 4-57
الجدول 4-10 النمو الصافي في الكتلة الحيوية فوق الأرض في المغارس الحرجية الاستوائية وشبه الاستوائية 4-59
الجدول 4-11أ النمو الصافي في حجم الكتلة الحيوية فوق الأرض للمغارس الحرجية المختارة..... 4-61
الجدول 4-11ب متوسط الزيادة السنوية (نمو الحجم القابل للاتجار) لبعض أنواع المغارس الحرجية 4-62
الجدول 4-12 قيم الكتلة الحيوية المقدرة بالمستوى 1 من الجداول 4-7 إلى 4-11 (باستثناء الجدول 4-11ب) (القيم تقريبية وتستخدم مع المستوى 1 فقط)..... 4-63
الجدول 4-13 كثافة الخشب الأساسية (D) لأنواع الأشجار الاستوائية (أطنان بتجفيف الفرن (رطب متر مكعب))..... 4.64
الجدول 4-14 كثافة الخشب الأساسية (D) لفئات تصنيفية مختارة من الأشجار المعتدلة والشمالية..... 4-71

الإطارات

الإطار 4-1 مستويات التفصيل 4-8
الإطار 4-2 معاملات تحويل وتوسيع الكتلة الحيوية لتقدير الكتلة الحيوية والكربون في الأحراج..... 4-13
الإطار 4-3 أمثلة لمقترب الممارسة السليمة في تحديد الأراضي المحولة إلى أراض حرجية 4-33

4 الأراضي الحرجية

4-1 مقدمة

يقدم هذا الفصل طرقاً لتقدير انبعاثات وعمليات إزالة غازات الاحتباس الحراري الناتجة عن التغيرات في الكتلة الحيوية، والمادة العضوية الميتة، والكربون العضوي بالتربة في الأراضي الحرجية و*الأراضي المحولة إلى أراضٍ حرجية*. وهو يعتمد على الخطوط التوجيهية المنقحة للهيئة لعام 1996 بشأن قوائم الحصر الوطنية لغازات الاحتباس الحراري *(الخطوط التوجيهية للهيئة لعام 1996)* وإرشادات الممارسات السليمة المتصلة باستخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي والحراجة *(إرشادات الممارسة السليمة)*. وهذا الفصل:

- يتناول أحواض الكربون الخمسة الواردة في الفصل 1 وعمليات تحويل الكربون بين الأحواض المختلفة داخل مساحات الأراضي نفسها؛
- يتضمن التغيرات في مخزون الكربون بالأحراج المدارة والناتجة عن الأنشطة البشرية مثل إنشاء وحصاد المغارس الحرجية، والقطع التجاري للأشجار، وتجميع خشب الوقود وممارسات الإدارة الأخرى، إضافة إلى عمليات الفقد الطبيعية نتيجة الحرائق، وعواصف الرياح، والآفات الحشرية والأمراض والاضطرابات الأخرى؛
- يقدم طرق بسيطة (المستوى 1) وقيم افتراضية، ويحدد مقتربات لطرق المستويات الأعلى لتقدير التغيرات في مخزون الكربون؛
- يقدم طرقا لتقدير انبعاثات غازات الاحتباس الحراري غير ثاني أكسيد الكربون من حرق الكتلة الحيوية (يتم تغطية الانبعاثات غير ثاني أكسيد الكربون مثل انبعاثات أكسيد النيتروز من أنواع التربة في الفصل 11)؛
- يجب استخدامه إلى جانب الوصف العام للطرق والمعادلات في الفصل 2، والمقتربات المستخدمة في الحصول على بيانات متسقة فيما يخص المساحات والموضحة في الفصل 3.

تقدم *الخطوط التوجيهية* طرقاً لتقدير مصادر وبواليع غازات الاحتباس الحراري والإبلاغ عنها في الأحراج المدارة فقط، كما هي معرفة في الفصل 1. ويجب على البلدان أن تعمل على تطبيق التعاريف الوطنية للأحراج المدارة على نحو متسق بمرور الوقت. كما يجب أن تغطي التعاريف الوطنية كافة الأحراج المتأثرة بالتدخل البشري الذي يشمل جميع ممارسات الإدارة مثل حماية الأحراج وإنشاء المزارع الحرجية، ودعم التجديد الطبيعي، وإنتاج الخشب التجاري، واستخلاص خشب الوقود غير التجاري وهجر الأراضي المدارة.

وتجدر الإشارة إلى أن هذا الفصل لا يشتمل على منتجات الخشب المحصود (HWP) حيث يتم تغطيتها في الفصل 12 من هذا المجلد.

وتُقسم الأراضي الحرجية المدارة إلى فئتين فرعيتين وتُقدم التوجيهات والمنهجيات على نحو منفصل في قسمين:

- القسم 4-2 الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية
- القسم 4-3 الأراضي المحولة إلى أراض حرجية

ويغطي القسم 4-2 المنهجية المطبقة فيما يخص الأراضي التي ظلت في فئة الأراضي الحرجية لمدة أطول من الفترة الانتقالية المطلوبة للوصول إلى مستويات جديدة لكربون التربة (الفترة الافتراضية تبلغ عشرين عاماً). فيما يُطبق القسم 4-3 على الأراضي المحولة إلى أراضٍ حرجية والتي تمر بالفترة الانتقالية. وهذه الفترة والتي تبلغ عشرين عاماً هي الفترة الانتقالية الافتراضية للتغيرات في مخزون الكربون التي تعقب تغير استخدام الأراضي. وتقتضي *الممارسة السليمة* تقسيم الأراضي الحرجية إلى الفئتين المذكورتين أعلاه. ويعتمد الطول الفعلي للفترة الانتقالية على الظروف الطبيعية والإيكولوجية لبلد أو إقليم معين وقد يختلف عن عشرين عاماً.

وبالنسبة للأحراج غير المدارة، التي تم إخضاعها لممارسات الإدارة، فإنها تدرج في عملية الحصر ضمن فئة *الأراضي المحولة إلى أراضٍ حرجية*. أما الأحراج غير المدارة والتي تم تحويلها إلى أنواع استخدام أخرى فيتم إدراجها في عملية الحصر تحت فئات استخدامها قبل التحويل، مع تحديد فترة انتقالية تناسب فئة الاستخدام الجديدة.

وفي حالة عدم توافر بيانات حول تحويل استخدام الأراضي وكانت فترة التحويل متاحة، فإنه يتم افتراض أن كافة الأراضي الحرجية المدارة تنتمي إلى فئة *الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية*، ويتم تقدير انبعاثات وعمليات إزالة غازات الاحتباس الحراري وفقا للإرشادات المقدمة في القسم 4-2.

أحواض الكربون والغازات غير ثاني أكسيد الكربون ذات الصلة

فيما يلي أحواض الكربون والغازات غير ثاني أكسيد الكربون المعنية بالطرق بالمقدمة:

- الكتلة الحيوية (فوق الأرض وتحت الأرض)
- المادة العضوية الميتة (الخشب الميت والفرش الحرجي)
- المادة العضوية بالتربة
- غازات الاحتباس الحراري غير ثاني أكسيد الكربون (الميثان، الكربون، أكسيد النيتروز، أكاسيد النتروجين)

ويعتمد اختيار أحواض الكربون أو غازات الاحتباس الحراري غير ثاني أكسيد الكربون لأغراض التقدير على أهمية الحوض والمستوى الذي تم اختياره لكل فئة من فئات الاستخدام.

تصنيف استخدام الأراضي الحرجية

تتباين انبعاثات وعمليات إزالة غازات الاحتباس الحراري بالنسبة للهكتار وفقاً لمعاملات الموقع، وأنواع الحرج أو الغرس، ومراحل تطور المجموعة الشجرية وممارسات الإدارة. وتستلزم *الممارسة السليمة* تقسيم الأراضي الحرجية في فئات فرعية متعددة من أجل الحد من التباين في معدل النمو والبارامترات الأخرى ذات الصلة بالأحراج وكذلك للحد من عدم التيقن (الإطار 4-1). وعلى نحو افتراضي، تستخدم *المبادئ التوجيهية* أحدث تصنيفات المناطق الإيكولوجية (راجع الجدول 4-1 بالقسم 4-5 والشكل 4-1 من هذا الفصل) والغطاء الحرجي (راجع الجدول 4-2 بالقسم 4-2 من هذا الفصل) التي وضعتها منظمة الأغذية والزراعة (الفاو، 2001). ويجب على الخبراء الوطنيين استخدام أنظمة تصنيف أكثر تفصيلا لبلدانهم، ما كان ذلك متاحاً ومناسباً، في ضوء متطلبات البيانات الأخرى.

الإطار 4-1
مستويات التفصيل

يعمل تصنيف أنواع الأحراج في فئات فرعية متجانسة، وإن أمكن على مستوى المناطق الإقليمية ودون الإقليمية داخل أحد البلدان، على الحد من عدم التيقن في تقديرات انبعاث وإزالة غازات الاحتباس الحراري. ولأغراض التبسيط والوضوح، يناقش هذا الفصل تقدير الانبعاثات وعمليات الإزالة على المستوى الوطني ولعدد صغير نسبياً من الفئات الفرعية للأراضي الحرجية. ويهدف التفصيل على هذا النحو إلى التوافق مع المصادر المتاحة من بيانات المدخلات الافتراضية ومحتويات الكربون والافتراضات الأخرى. ورغم ذلك، فإن من الأهمية أن يدرك مستخدمو هذه الخطوط التوجيهية أنه يجدر بهم القيام بالعمليات الحسابية المتعلقة بحصر انبعاث غازات الاحتباس الحراري عند مستوى أدق من التفصيل ما أمكن. وتجدر الإشارة إلى أنه يتوافر لدى الكثير من البلدان معلومات أكثر تفصيلاً حول الأحراج وتغير الاستخدام تفوق ما هو مستخدم في بناء القيم الافتراضية بهذا الفصل. هذه البيانات يجب استخدامها، إذا كان ذلك ملائماً، للأسباب التالية:

1. التفصيل الجغرافي على مستوى الإقليمي وليس الوطني

قد يجد الخبراء أن تقدير غاز الاحتباس الحراري للأقاليم المختلفة داخل البلد مطلباً ضرورياً لتسجيل التباينات الجغرافية ذات الأهمية في أنواع الأنظمة الحيوية، وكثافات الكتلة الحيوية وأجزاء الكتلة الحيوية المزالة التي تم حرقها ونحو ذلك.

2. التفصيل الأدق حسب الفئة الفرعية

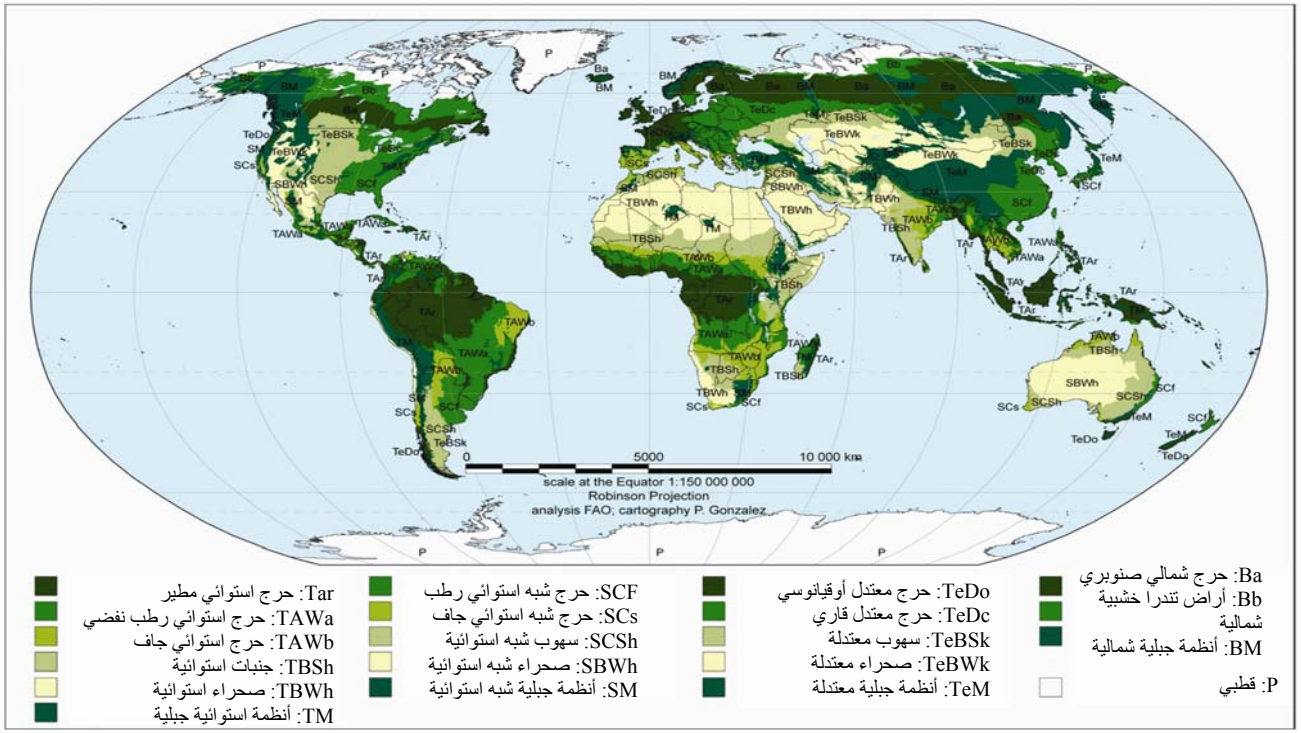
يمكن للخبراء تقسيم فئات استخدام الأراضي وفئات الاستخدام الفرعية الموصى بها في فئات أصغر، بما يعكس بشكل أفضل الاختلافات الهامة في المناخ، البيئة أو الأنواع، أنواع الأحراج، استخدام الأراضي أو ممارسات الحراجة، ونحو ذلك.

وفي جميع الأحوال، لا يؤدي العمل عند مستويات أدق من التفصيل إلى تغيير الطبيعة الأساسية لطريقة حساب التقديرات، على الرغم من أن البيانات والافتراضات الإضافية ستكون مطلوبة بصفة عامة إلى جانب القيم الافتراضية الواردة في هذا الفصل. وبمجرد تقدير انبعاثات غاز الاحتباس الحراري، باستخدام المستوى الأكثر ملاءمة من التفصيل حسبما يحدده الخبراء الوطنيون، يجب إجمال النتائج على المستوى الوطني والفئات القياسية المطلوبة في هذه *الخطوط التوجيهية*. ويسمح ذلك بإمكانية مقارنة النتائج بين كافة البلدان المشاركة. وبصفة عامة، يجب الإبلاغ عن البيانات والافتراضات المستخدمة عند التقييم على مستويات أكثر تفصيلاً لضمان شفافية وتكرارية الطرق.

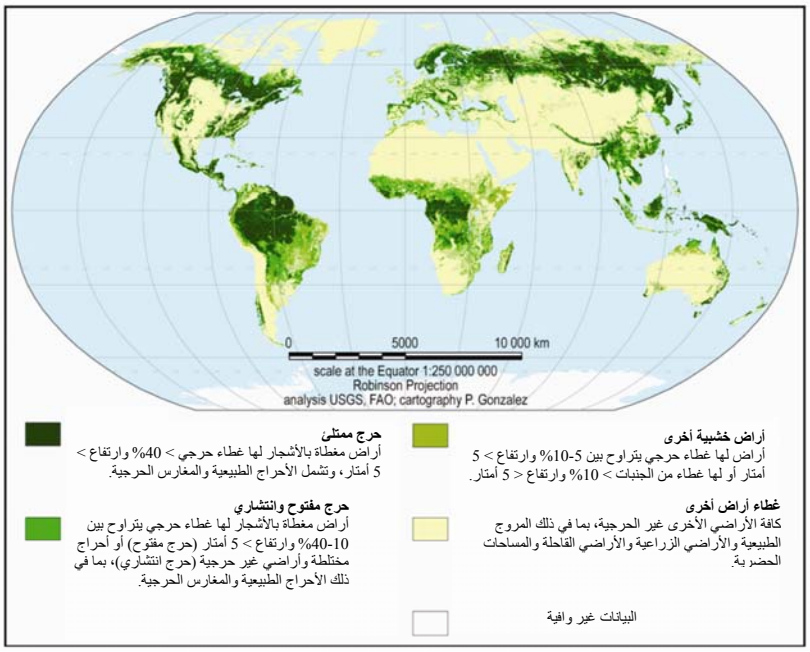
المصطلحات الفنية

يجب أن تكون المصطلحات الفنية المستخدمة في طرق تقدير مخزون وتغيرات الكتلة الحيوية متسقة مع المصطلحات والتعاريف المستخدمة من قبل منظمة الأغذية والزراعة (الفاو). وتعتبر الفاو المصدر الرئيسي لبيانات الأنشطة ومعاملات الانبعاث بالنسبة للأحراج، وفئات استخدام الأراضي الأخرى والمستخدمة في الحسابات بالمستوى 1. ومن أمثلة المصطلحات المستمدة من الفاو: نمو الكتلة الحيوية، متوسط الزيادة السنوية، الفقد في الكتلة الحيوية، إزالة الخشب. ويشتمل مسرد المصطلحات في الملحق 4أ-1 على تعاريف هذه المصطلحات.

الشكل 4-1 المناطق الإيكولوجية العالمية وفقا لأنماط المناخ والحياة النباتية المرصودة (الفاو، 2001) يمكن الحصول على بيانات أنظمة المعلومات الجغرافية من الموقع http://www.fao.org.



الشكل 4-2 **الأحراج والغطاء الأرضي العالمي عام 1995. الاستبانة المكانية الأصلية لبيانات الأحراج تبلغ 1 كيلو متر مربع (تحليل مصلحة المساحة الجيولوجية في الولايات المتحدة الأمريكية [Loveland et al., 2000]والفاو ([2001]. يمكن الحصول على بيانات أنظمة المعلومات الجغرافية من الموقع http://edc.usgs.gov.**



2-4 الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية

يتناول هذا الفصل الأحراج المدارة التي ظلت أكثر من عشرين عاماً (الفترة الانتقالية الافتراضية) في فئة الأراضي الحرجية أو الفترة الانتقالية التي يحددها البلد المعني. ويتضمن حصر غاز الاحتباس الحراري بالنسبة *للأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية* (FF) تقدير التغيرات في مخزون الكربون من أحواض الكربون الخمسة (هي الكتلة الحيوية فوق الأرض، والكتلة الحيوية تحت الأرض، والخشب الميت، والفرش الحرجي، والمادة العضوية بالتربة) وكذلك انبعاثات غازات الاحتباس الحراري غير ثاني أكسيد الكربون. ويتم مناقشة الطرق الخاصة بتقدير انبعاثات وعمليات إزالة غازات الاحتباس الحراري بالنسبة للأراضي المحولة إلى أرض حرجية خلال العشرين عاماً الماضية (على سبيل المثال من الأراضي الزراعية والمروج الطبيعية) في القسم 4-3. مع العلم بأن مجموعة المعادلات العامة اللازمة لتقدير التغيرات السنوية في مخزون الكربون بالأراضي الحرجية تم تقديمها في الفصل 2.

1-2-4 الكتلة الحيوية

يعرض هذا القسم الطرق المستخدمة في تقدير عمليات الاكتساب والفقد في الكتلة الحيوية. وتشمل عمليات الاكتساب النمو الإجمالي (فوق الأرض وتحت الأرض) للكتلة الحيوية. فيما تشمل عمليات الفقد إزالة/حصاد الخشب المستدير وإزالة/حصاد/تجميع خشب الوقود وعمليات الفقد نتيجة الاضطرابات المتمثلة في الحرائق والآفات الحشرية ونحو ذلك. وفي حالة حدوث عمليات الفقد هذه، تنخفض الكتلة الحيوية تحت الأرض وتتحول إلى مادة عضوية ميتة (DOM).

1-1-2-4 اختيار الطريقة

يقدم الفصل 2 طريقتين لتقدير التغير في مخزون الكربون هما: طريقة *الاكتساب-الفقد* والتي تعتمد على تقديرات التغير السنوي في الكتلة الحيوية بعد تقدير قيم الاكتساب والفقد في الكتلة الحيوية (المعادلة 2-7)، و*طريقة الفرق في المخزون* وتعمل على تقدير الفرق في مخزون الكربون الإجمالي بالكتلة الحيوية عند نقطتين زمنيتين هما t2 و t1 (المعادلة 2-8).

ويمكن تطبيق طريقة الاكتساب-الفقد في كافة مستويات التقدير على الرغم من أن طريقة الفرق في المخزون تعد أكثر ملاءمة للمستويين 2 و3. وهو ما يرجع، بصفة عامة، إلى أن طريقة الفرق في المخزون تقدم تقديرات أكثر موثوقية فيما يخص عمليات الزيادة والانخفاض الكبيرة نسبياً في الكتلة الحيوية أو في حالات القيام بعمليات حصر للأحراج تتسم بالدقة البالغة. وفيما يتعلق بالمساحات التي تشتمل على خليط من مجموعات شجرية تنتمي لأنواع حرجية مختلفة، و/أو عندما يكون التغير في الكتلة الحيوية صغيراً للغاية مقارنة بالمقدار الكلي للكتلة الحيوية، فإن الخطأ في الحصر حال استخدام طريقة الفرق في المخزون قد يكون أكبر من التغير المتوقع. وما لم توفر عمليات الحصر الدورية تقديرات حول مخزونات المادة العضوية الميتة، إضافة إلى المخزون النامي، تكن هناك حاجة للبيانات الأخرى حول الوفيات وعمليات الفقد من أجل تقدير التحويل إلى مادة عضوية ميتة وإلى منتجات الخشب المحصود ولتقدير الانبعاثات الناشئة عن الاضطرابات كذلك. ويجب أن تتيح عمليات الحصر التالية تغطية متماثلة للمساحات من أجل الحصول على نتائج أكثر موثوقية عند استخدام طريقة الفرق في المخزون. وبالتالي فإن اختيار طريقة الاكتساب-الفقد أو طريقة الفرق في المخزون عند المستوى المناسب هي مسألة يتم حسمها عن طريق الخبراء، في ضوء إمكانيات أنظمة الحصر الوطنية ومدى توافر البيانات والمعلومات من المسوح الإيكولوجية، وأنماط ملكية الأحراج، وبيانات الأنشطة، ومعاملات التحويل والتوسيع وكذلك تحليل التكلفة-الفائدة.

وتقدم شجرة القرار الموضحة في الشكل 1-2، الفصل 1، إرشادات للمساعدة في اختيار المستوى المناسب. وهو ما يسهم في دعم الاستخدام الفعال للموارد المتاحة، مع الأخذ في الاعتبار ما إذا كانت الكتلة الحيوية للفئة المعنية تمثل أحد أحواض الكربون المؤثرة، أو فئة رئيسية كما هو موضح بالفصل 4 من المجلد 1.

طريقة المستوى 1 (طريقة الاكتساب-الفقد في الكتلة الحيوية)

تعد طريقة المستوى 1 ملائمة حتى في حالة عدم توافر تقديرات البلد المعني فيما يخص بيانات الأنشطة ومعاملات الانبعاث/الإزالة، وتستخدم على نحو فعال عندما تكون التغيرات في حوض كربون الكتلة الحيوية في *الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية* صغيرة نسبياً. وتتطلب هذه الطريقة طرح مقدار الفقد في كربون الكتلة الحية من مقدار الاكتساب (المعادلة 2-7). ويمكن تقدير التغير السنوي في مخزون كربون الكتلة الحيوية باستخدام طريقة الاكتساب-الفقد بعد تقدير الزيادة السنوية في مخزون الكربون نتيجة نمو الكتلة الحيوية والانخفاض السنوي به نتيجة فقد الكتلة الحيوية.

- تقدر الزيادة السنوية في مخزون الكربون في الكتلة الحيوية باستخدام المعادلة 2-9، حيث يتم ضرب مساحات الفئات الحرجية الفرعية في متوسط الزيادة السنوية بأطنان المادة الجافة للهكتار في العام.
- نظرا لأن نمو الكتلة الحيوية يكون عادة في صورة حجم قابل للاتجار أو كتلة حيوية فوق الأرض، فإن الكتلة الحيوية تحت الأرض يتم تقديرها عن طريق حساب نسبة الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى الكتلة الحيوية فوق الأرض (المعادلة 2-10). وكطريقة بديلة، يمكن تحويل الحجم القابل للاتجار (بالمتر المكعب) مباشرة إلى كتلة حيوية إجمالية باستخدام معاملات تحويل وتوسيع الكتلة الحيوية ($BCEF_I$)، (المعادلة 2-10).
- في حالة عدم توافر قيم ($BCEF_I$) وكذلك في حالة تقدير قيم كل من معامل توسيع الكتلة الحيوية (BEF) وكثافة الخشب الأساسية (D) على نحو منفصل، يمكن استخدام صيغة التحويل التالية:

$$BCEF_I = BEF_I \bullet D$$

تمكن معاملات توسيع الكتلة الحيوية (BEF_I) من توسيع الحجم القابل للاتجار إلى حجم إجمالي للكتلة الحيوية فوق الأرض، بما يتيح حساب المكونات غير القابلة للاتجار بالشجرة والمجموعة الشجرية والحرج. ويعتبر المعامل BEF_I بلا أبعاد.

- يُعرض متوسط الكتلة الحيوية فوق الأرض للمساحات الحرجية المتأثرة بالاضطرابات في الجدولين 4-7 و4-8 ، في حين تشتمل الجداول 4-9 و4-10 و4-12 على قيم المتوسط الصافي للنمو السنوي في الكتلة الحيوية فوق سطح الأرض، ويشتمل الجدولان 4-11أ و4-11ب على قيم الزيادة السنوية الصافية في الحجم، بينما يشتمل الجدولان 4-13 و4-14 على قيم كثافة الخشب، والجدول 4-3 على نسب الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى الكتلة الحيوية فوق الأرض (R). راجع الإطار 4-2 للحصول على شرح مفصل حول كيفية تحويل وتوسيع أحجام المخزون النامي والزيادة وإزالة الخشب إلى كتلة حيوية.

- في بعض الأنظمة الحيوية، قد تؤثر كثافة الخشب الأساسية (D) على الأنماط المكانية للكتلة الحيوية الحرجية (Baker et al., 2004b). ويمكن لمستخدمي المستوى 1 ممن لا يتوافر لهم قياسات لكثافة الخشب عند مستوى الطبقة الفرعية المطلوب، تقدير كثافة الخشب عن طريق تقدير نسبة الكتلة الحيوية الإجمالية التي يسهم بها النوعان أو الثلاثة أنواع السائدة واستخدام قيم كثافة خشب خاصة بالأنواع (راجع الجدولين 4-13 و4-14) لحساب قيمة المتوسط المرجح لكثافة الخشب.

- يُقدر الفقد السنوي في الكتلة الحيوية أو الانخفاض في مخزون كربون الكتلة الحيوية باستخدام المعادلة 2-11 التي تتطلب تقديرات الفقد السنوي في الكربون نتيجة عمليات إزالة الخشب (المعادلة 2-12) وإزالة خشب الوقود (المعادلة 2-13) والاضطرابات (المعادلة 2-14). ويقدر تحويل الكتلة الحيوية إلى مادة عضوية ميتة باستخدام المعادلة 2-20، استناداً إلى تقديرات الكربون المفقود من الكتلة الحيوية سنوياً نتيجة الوفيات (المعادلة 2-21) والتحويل السنوي للكربون إلى نثار قطع (المعادلة 2-22).

- تحول تقديرات الكتلة الحيوية إلى قيم كربون باستخدام جزء الكربون من المادة الجافة (الجدول 4-3).

وإذا كان أي من مخزون الكتلة الحيوية أو التغير الذي يطرأ عليه في إحدى الفئات (أو فئة فرعية) ذا مقدار هام أو يمثل فئة رئيسية، فإن *الممارسة السليمة* تقتضي اختيار منهجية من مستوى أعلى للتقدير. ويعتمد استخدام طريقة المستوى 2 أو 3 على أنواع ودقة البيانات والنماذج المتاحة ومستوى التفصيل المكاني لبيانات الأنشطة والظروف الوطنية.

وفي حالة استخدام بيانات الأنشطة المُحصلة عن طريق المقترب الأول (راجع الفصل 3) ولم يكن بالإمكان استخدام بيانات تكميلية لتحديد مساحة الأراضي المحولة *من وإلى* الأراضي الحرجية، فيجب على القائم بعملية الحصر تقدير مخزون الكربون في الكتلة الحيوية بكافة الأراضي الحرجية باستخدام طريقة المستوى 1 الموضحة أعلاه في *الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية*.

المستوى 2

يمكن استخدام المستوى 2 في البلدان التي تتوافر بها تقديرات خاصة بها فيما يتعلق ببيانات الأنشطة ومعاملات الانبعاث/الإزالة أو يمكن جمعها بتكلفة معقولة. ويعتمد المستوى 2، مثل المستوى 1، على المعادلات من 2-7 إلى 2-14 (باستثناء المعادلة 2-8). وتتيح قيم كثافة الخشب الخاصة بالأنواع (الجدولين 4-13 و4-14) حساب الكتلة الحيوية من بيانات الحصر المعني بالأحراج وفقا للأنواع. ويمكن استخدام طريقة الفرق في المخزون (المعادلة 2-8) في المستوى 2 في حالة توافر البيانات الضرورية الخاصة بالبلد المعني.

المستوى 3

يوفر مقترب المستوى 3 لتقدير التغير في مخزون الكتلة الحيوية مجموعة متنوعة من الطرق بما في ذلك النماذج القائمة على العملية. وقد يختلف التطبيق من بلد إلى آخر، نظراً للاختلافات في طرق الحصر وظروف الحرج وبيانات الأنشطة. ومن هنا فإن عملية التوثيق الشفافة لصلاحية واستيفاء البيانات والافتراضات والمعادلات والنماذج المستخدمة تمثل مسألة بالغة الأهمية في المستوى 3. ويتطلب المستوى 3 استخدام عمليات حصر مفصلة للأحراج على المستوى الوطني عند استخدام طريقة الفرق في المخزون (المعادلة 2-8). ويمكن تكميل هذه العمليات باستخدام معادلات ونماذج لقياس التفاوت في النمو (على سبيل المثال، Chambers *et al* (2001) and Baker *et al.* (2004a) للأمزون ; Jenkins *et al.* (2004) and Kurz and Apps (2006) لأمريكا الشمالية؛ and Zianis *et al.* (2005) لأوروبا)، ويتم معايرتها مع الظروف الوطنية بما يسمح بالتقدير المباشر لنمو الكتلة الحيوية.

الإطار 4-2
معاملات تحويل وتوسيع الكتلة الحيوية لتقدير الكتلة الحيوية والكربون في الأحراج[1]

تقوم عمليات الحصر والسجلات التشغيلية المعنية بالأحراج عادة بتوثيق المخزون النامي، أو الزيادة السنوية الصافية أو عمليات إزالة الخشب بالمتر المكعب من الحجم القابل للاتجار. وتستبعد المكونات غير القابلة للاتجار فوق سطح الأرض مثل قمم الأشجار، والفروع، والأغصان، والأوراق، وأحياناً الأورمات والمكونات تحت سطح الأرض (الجذور).

وعلى الجانب الآخر، تركز تقديرات الكتلة الحيوية وتغيرات ومخزون الكربون على الكتلة الحيوية الإجمالية ونمو الكتلة الحيوية وإزالة الكتلة الحيوية (الحصاد)، بما في ذلك المكونات غير القابلة للاتجار، ويُعبر عنها بالأطنان من الوزن الجاف. ويمكن استخدام العديد من الطرق لاشتقاق الكتلة الحيوية الحرجية والتغيرات الطارئة عليها. وهناك طريقتان لاشتقاق الكتلة الحيوية فوق الأرض والتغيرات المقترنة بها:

(1) على نحو مباشر عن طريق القياس الميداني لخصائص عينات الأشجار، مثل القطر والارتفاع، وتطبيق معادلات قياس النمو الخاصة بالأنواع، أو جداول الكتلة الحيوية وفقاً لهذه المعادلات مرة واحدة أو بصفة دورية.

(2) على نحو غير مباشر عن طريق تحويل بيانات الحجم المتاحة من عمليات حصر الأحراج، على سبيل المثال الحجم القابل للاتجار من المخزون النامي، أو الزيادة السنوية الصافية أو إزالة الخشب (Somogyi et al., 2006).

ويمكن للمقترب الثاني إجراء التحويل عن طريق تطبيق دوال انحدار الكتلة الحيوية، والتي غالباً ما تعبر عن الكتلة الحيوية للأنواع، أو مجموعات الأنواع (طن/هكتار)، أو معدل تغير الكتلة الحيوية مباشرة كدالة لكثافة المخزون النامي (متر مكعب/هكتار)، أو العمر، أو المناطق الإيكولوجية أو المتغيرات الأخرى (Pan et al., 2004).

وهناك طريقة أكثر شيوعاً من دوال انحدار الكتلة الحيوية، تتمثل في تطبيق معاملات[2] تحويل مفردة منفصلة على الحجم القابل للاتجار لاشتقاق الكتلة الحيوية فوق الأرض والتغيرات الطارئة عليها.

(1) تقوم معاملات توسيع الكتلة الحيوية (BEF) بتوسيع الوزن الجاف[3] للحجم القابل للاتجار من المخزون النامي، أو الزيادة السنوية الصافية أو إزالة الخشب، بما يمكن من حساب المكونات غير القابلة للاتجار بالشجرة والمجموعة الشجرية والحرج .وقبل تطبيق معاملات BEFs، يجب تحويل الحجم القابل للاتجار (بالمتر مكعب) إلى وزن جاف (بالطن) عن طريق الضرب في معامل تحويل يعرف بكتلة الخشب الأساسية (D) (طن/المتر المكعب). وتعتبر معاملات BEFs بلا أبعاد نظراً لأنها تقوم بالتحويل بين وحدات الوزن.

وتمكن هذه الطريقة من الحصول على أفضل النتائج عندما يتم تحديد معاملات BEFs بناءً على الأوزان الجافة، وعندما تكون كثافات الخشب الأساسية المطبقة على المستوى المحلي معروفة جيداً.

(2) تجمع معاملات تحويل وتوسيع الكتلة الحيوية (BCEF) بين التحويل والتوسيع .ويكون لها البعد (طن/متر مكعب) وتقوم بتحويل المخزون النامي، أو الزيادة السنوية الصافية، أو إزالة الخشب (متر مكعب) في عملية ضرب واحدة مباشرة إلى كتلة حيوية فوق الأرض، أو نمو كتلة حيوية فوق الأرض أو إزالة كتلة حيوية (طن).

وتعتبر معاملات BCEFs أكثر ملاءمة .ويمكن تطبيقها مباشرة على بيانات الحصر والسجلات التشغيلية المعنية بالأراضي الحرجية والقائمة على الحجم، دون حاجة لاستخدام معامل كثافة الخشب الأساسية. كما أنها تمكن من الحصول على أفضل النتائج، عند اشتقاقها على المستوى المحلي وبنائها مباشرة على الحجم القابل للاتجار.

ويرتبط كل من BCEF وBEF رياضياً عن طريق المعادلة:

$$BCEF = BEF \bullet D$$

ويتطلب تطبيق هذه المعادلة توخي الحذر نظراً لأن كثافة الخشب الأساسية ومعاملات توسيع الكتلة الحيوية يميلان إلى الترابط. ففي حالة استخدام نفس عينة الأشجار لتحديد المعامل D أو BEF أو BCEF، فإن التحويل لا يفضي إلى أية أخطاء .ورغم ذلك، ففي حالة عدم معرفة كثافة الخشب على وجه اليقين، فإن تحويل أحد المعاملات إلى الآخر قد يؤدي إلى ظهور أخطاء، إذ إن BCEF يتضمن كثافة خشب أساسية معينة لكنها غير معروفة .ونموذجياً، فإن جميع معاملات التحويل والتوسيع يتم اشتقاقها أو مراجعة إمكانية تطبيقها على المستوى المحلي.

ويميل كل من BEF وBCEF إلى الانخفاض كدالة لعمر المجموعة الشجرية مع زيادة كثافة المخزون النامي (حجم المخزون النامي للهكتار) .ويرجع ذلك إلى النسبة المتزايدة للحجم القابل للاتجار مقابل الحجم الإجمالي. ويكون الانخفاض سريعاً مع كثافات المخزون النامي المنخفضة، أو بالنسبة للمجموعات الشجرية صغيرة السن، ويميل إلى الاتزان بالنسبة للمجموعات الشجرية الأكبر وكثافات المجموعات الشجرية الأعلى.

وتقدم *إرشادات الممارسات السليمة المتصلة باستخدام الأراضي وتغير استخدام الأراضي والحراجة* قيم افتراضية متوسطة للمعامل BEF فقط، إلى جانب نطاقات واسعة وإرشادات عامة حول كيفية اختيار القيم القابلة للتطبيق في بلدان معينة من هذه النطاقات. ولتسهيل اختيار قيم افتراضية اكثر موثوقية، فإن هذه الخطوط التوجيهية تقدم في الجدول 4-6 معاملات افتراضية كدالة لكثافة المخزون

[1] يرجى الرجوع إلى مسرد المصطلحات (الملحق 4أ-1) للاطلاع على التعريفات.
[2] رغم أن معاملات التحويل هذه يتم عادة تطبيقها على نحو منفصل، فإنه يمكن التعبير عنها وتصويرها كدوال مستمرة لكثافة المخزون النامي أو العمر أو المتغيرات الأخرى.
[3] في بعض التطبيقات، تقوم معاملات توسيع الكتلة الحيوية بتوسيع الوزن الجاف للمكونات الجافة إلى كتلة حيوية إجمالية تشمل الجذور، أو تقوم بتوسيع الحجم القابل للاتجار إلى حجم كتلة حيوية فوق الأرض أو إجمالية (Somogyi *et al.*, 2006). وكما هو مستخدم في هذه الوثيقة، تقوم معاملات توسيع الكتلة الحيوية بتحويل الوزن الجاف للحجم القابل للاتجار بما في ذلك اللحاء إلى كتلة حيوية فوق الأرض مع استبعاد الجذور.

ويختلف المعاملان BCEF وBEF اللذان يُطبقا على المخزون النامي والزيادة السنوية الصافية .وفي هذه الوثيقة، يتم استخدام الرموز التالية:

$BCEF_S$: معامل تحويل وتوسيع الكتلة الحيوية الذي يمكن تطبيقه على المخزون النامي لتحويل الحجم القابل للاتجار من المخزون النامي إلى كتلة حيوية فوق الأرض.

$BCEF_I$: معامل تحويل وتوسيع الكتلة الحيوية الذي يمكن تطبيقه على الزيادة السنوية الصافية لتحويل الحجم القابل للاتجار في الزيادة السنوية الصافية إلى نمو في الكتلة الحيوية فوق الأرض.

$BCEF_R$: معاملات تحويل وتوسيع الكتلة الحيوية التي يمكن تطبيقها على عمليات إزالة الخشب لتحويل الكتلة الحيوية القابلة للاتجار إلى كتلة حيوية إجمالية (شاملة اللحاء). ويكون المعامل $BCEF_R$ وBEF_R لإزالة الخشب وخشب الوقود أكبر من المعامل الخاص بالمخزون النامي نتيجة الفقد بالحصاد (راجع الملحق4أ-1 للاطلاع على مسرد المصطلحات). إذا كانت قيمة الفقد بالحصاد الخاصة بالبلد المعني غير معروفة، يتم استخدام قيمة افتراضية تبلغ 10% للأخشاب الصلبة و8% للصنوبريات (Kramer and Akca, 1982). ويمكن اشتقاق معاملات التحويل والتوسيع الافتراضية لحساب عمليات إزالة الخشب بقسمة $BCEF_S$ على (0.08-1) بالنسبة للصنوبريات و(0.1-1) بالنسبة لعريضات الأوراق.

وتقتضي *الممارسة السليمة* تقدير الكتلة الحيوية للمخزون النامي، ونمو الكتلة الحيوية فوق الأرض، وعمليات إزالة الكتلة الحيوية فوق الأرض حسب الفئات الفرعية، و توثيق هذه الفئات الفرعية، وإجمال النتائج على نحو رجعي. وتمكن الطرق المذكورة أعلاه من معرفة الكتلة الحيوية فوق الأرض وتغيراتها. ويجب توسيع النتائج إلى كتلة حيوية إجمالية من خلال نسب الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى فوق الأرض.

4-2-1-2 اختيار معاملات الانبعاث

تتطلب طريقة الاكتساب-الفقد توافر قيم نمو الكتلة الحيوية فوق الأرض ومعامل تحويل وتوسيع الكتلة الحيوية (BCEF) وBEF و/أو قيم كثافة الخشب الأساسية وفقاً لكل نوع حرج ومنطقة مناخية في البلد، إضافة إلى معاملات الانبعاث المرتبطة بالفقد في الكتلة الحيوية، بما في ذلك عمليات الفقد نتيجة إزالة الخشب وإزالة خشب الوقود والاضطرابات.

الاكتساب السنوي في كربون الكتلة الحيوية، ΔC_G

(زيادة) متوسط نمو الكتلة الحيوية فوق الأرض، G_W

المستوى 1

يتيح المستوى 1 استخدام القيم الافتراضية لنمو الكتلة الحيوية فوق الأرض (G_W) والواردة في الجداول 4-9 و4-10 و4-12. ومن *الممارسة السليمة* أن يتم استخدام، ما أمكن، قيم افتراضية إقليمية أخرى مع أنواع الأحراج المختلفة تكون أكثر ملاءمة للبلد.

المستوى 2

تعتمد طريقة المستوى 2 على بيانات البلد المعني بصورة أكبر لحساب نمو الكتلة الحيوية فوق الأرض G_W من الزيادة السنوية الصافية في المخزون النامي بالبلد (I_V). ويشتمل الجدولان 4-11أ و4-11ب على القيم الافتراضية للزيادة السنوية الصافية في المخزون النامي I_V. بينما تُقدم معاملات تحويل وتوسيع الكتلة الحيوية المجمعة ($BCEF_I$) لقيمة I_V في الجدول 4-5. ويمكن استخدام بيانات منفصلة لمعامل توسيع الكتلة الحيوية مع كل من الزيادة (BEF_I) وكثافة الخشب الأساسية (D) لتحويل البيانات المتاحة إلى G_W. ويمكن الحصول على القيم الافتراضية لمعامل كثافة الخشب الأساسية من الجدولين 4-13 و4.14.

المستوى 3

يستفيد التقدير القائم على العملية في المستوى 3 من عمليات الحصر المفصلة المعنية بالأحراج، أو أنظمة المراقبة التي تشتمل على بيانات حول المخزون النامي، والزيادة السنوية الصافية في الأعوام السابقة والمتوقعة في المستقبل، والدوال التي تربط المخزون النامي أو الزيادة السنوية الصافية مباشرة بالكتلة الحيوية، ونمو الكتلة الحيوية. كما يكون بالإمكان اشتقاق الزيادة السنوية الصافية من خلال نماذج محاكاة لعمليات حوض الكربون. ويجب استخدام قيمة محددة لجزء الكربون وكثافة الخشب الأساسية.

وتشتمل عمليات الحصر المعنية بالأحراج عادة على الظروف المرتبطة بقيم المخزون النامي في الأحراج والزيادة السنوية الصافية في عام الحصر. وفي حالة عدم تزامن عام الحصر وعام الإبلاغ، يجب استخدام الزيادة السنوية الصافية المستوفاة أو المقدرة استقرائياً أو الزيادة المقدرة عن طريق النماذج (أي النماذج القادرة على محاكاة ديناميكيات الأحراج) إلى جانب البيانات المتعلقة بالحصاد والاضطرابات من أجل تحديث بيانات الحصر إلى العام المعني.

(زيادة) نمو الكتلة الحيوية تحت الأرض

المستوى 1

يمكن افترض أن التغير في مخزون الكربون في الكتلة الحيوية تحت الأرض وفقاً *للخطوط التوجيهية للهيئة لعام 1996* يساوي الصفر. ومع ذلك فإن بالإمكان، كطريقة بديلة، استخدام القيم الافتراضية لنسب الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى فوق الأرض لتقدير النمو في الكتلة الحيوية تحت الأرض. ويمكن الحصول على القيم الافتراضية اللازمة من الجدول 4-4. وتكون هذه القيم صالحة فقط للمخزون، ولكن لا يرجح حصول أي خطأ يمكن تقديره في حالة تطبيقها على نمو الكتلة الحيوية فوق الأرض في فترات قصيرة.

المستوى 2

يجب استخدام نسب الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى فوق الأرض، لتقدير الكتلة الحيوية تحت الأرض في أنواع الأحراج المختلفة.

المستوى 3

يُفضل دمج الكتلة الحيوية تحت الأرض على نحو مباشر في النماذج لحساب الزيادة والفقد في الكتلة الحيوية الإجمالية. وكبديل لذلك يمكن استخدام نسب الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى فوق الأرض المحددة على المستوى الوطني أو المناطق الإقليمية أو نماذج الانحدار (على سبيل المثال، Li et al., 2003).

الفقد السنوي في الكربون في الكتلة الحيوية، ΔC_L

الفقد في الكتلة الحيوية نتيجة عمليات إزالة الخشب، $L_{wood\text{-}removals}$ و$L_{fuelwood}$

عند حساب الفقد في الكربون نتيجة إزالة الكتلة الحيوية، تكون هناك حاجة لقيم معاملات إزالة الخشب (H)، وإزالة خشب الوقود في صورة أشجار أو أجزاء من الأشجار (FG)، وكثافة الخشب الأساسية (D)، ونسبة الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى فوق الأرض (R)، وجزء الكربون (CF)، و BCEFلعمليات إزالة الخشب. وبينما تمثل كافة عمليات إزالة الخشب فقداً لحوض الكتلة الحيوية الحرجية، فإن الفصل 12 يقدم إرشادات حول تقدير التغير السنوي في مخزون الكربون في منتجات الخشب المحصود.

الاضطرابات، $L_{disturbance}$

يتطلب تقدير عمليات الفقد الأخرى في الكربون بيانات معنية بالمناطق المتأثرة بالاضطرابات ($A_{disturbance}$) والكتلة الحيوية لهذه المناطق الحرجية (B_W). كذلك تكون تقديرات الكتلة الحيوية فوق الأرض لأنواع الأحراج المتأثرة بالاضطرابات مطلوبة، إلى جانب نسبة الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى فوق الأرض وجزء الكتلة الحيوية المفقود في الاضطراب.

وتقدم الجداول 2-4 و2-5 و2-6 بالفصل 2 قيم استهلاك الكتلة الحيوية للوقود ومعاملات الانبعاث ومعاملات الاحتراق المطلوبة لتقدير نسبة الكتلة الحيوية المفقودة في الحرائق، والنسبة التي يتم تحويلها إلى مادة عضوية ميتة حال استخدام مستويات أعلى.

المستوى 1

يختلف متوسط الكتلة الحيوية حسب نوع الحرج وممارسات الإدارة. ويشتمل الجدولان 4-9 و4-10 على القيم الافتراضية لذلك. وفي حالة الحرائق، تحدث كل من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والغازات غير ثاني أكسيد الكربون من أنواع الوقود المحترق من الكتلة الحيوية فوق الأرض بما في ذلك الطبقة السفلية. وقد تأتي الحرائق على نسبة كبيرة من الغطاء النباتي بالطبقة السفلية. وفي حالة أنواع الأضطرابات الأخرى، يتم تحويل جزء من الكتلة الحيوية فوق الأرض إلى مادة عضوية ميتة مع المستوى 1، ويفترض أن الكتلة الحيوية الإجمالية في المنطقة التي تعرضت للاضطراب تنبعث في عام الاضطراب.

المستوى 2

عند استخدام المستوى 2 يتم مراعاة التغيرات في الكتلة الحيوية نتيجة الاضطرابات حسب فئة الحرج ونوع الاضطراب وشدته. ويتم الحصول على القيم المتوسطة للكتلة الحيوية من البيانات الخاصة بالبلد المعني.

المستوى 3

علاوة على حساب عمليات الفقد على نحو مشابه لما هو متبع في المستوى 2، يمكن للمستوى 3 استخدام نماذج تعمل على توظيف معلومات ذات مرجع مكاني واضح أو محددة مكانياً حول عام ونوع الاضطراب.

4-1-2-3 اختيار بيانات الأنشطة

مساحة الأراضي الحرجية المدارة

تحتاج مستويات التقدير الثلاثة إلى معلومات حول مساحات الأراضي الحرجية المدارة يتم تصنيفها وفقا لأنواع الأحراج المختلفة، والمناخ، وأنظمة الإدارة والمناطق.

المستوى 1

يستخدم المستوى 1 بيانات المساحات الحرجية المستمدة من الإحصائيات الوطنية التي توفرها الهيئات المعنية بالأحراج (قد يتوافر لديها معلومات حول المساحات مصنفة حسب ممارسات الإدارة المختلفة) والمنظمات المعنية بصون الموارد الطبيعية (خاصة المساحات المدارة للتجديد الطبيعي) والبلديات وهيئات المسح ورسم الخرائط. ويجب القيام بعمليات التدقيق المقارن لضمان التمثيل الكامل والمتسق من أجل تجنب الإسقاط أو ازدواجية الحساب كما هو موضح بالفصل 3. وفي حالة عدم توافر بيانات خاصة بالبلد، يمكن الحصول على المعلومات الإجمالية من قواعد البيانات العالمية

المستوى 2

يستخدم المستوى 2 مجموعات البيانات الوطنية الخاصة بالبلد والمصنفة حسب أنواع الأحراج المختلفة، ومناطق المناخ، وأنظمة الإدارة، والمناطق الإقليمية في وجود استبانة كافية لضمان التمثيل المناسب لمناطق الاستخدام بما يتفق مع التوجيهات الواردة بالفصل 3 من هذا المجلد. ويعتبر المقترب الثاني بالفصل 3 ذو أهمية بالنسبة للمستوى 2.

المستوى 3

يعتمد المستوى 3 على بيانات البلد المعني حول الأراضي الحرجية المدارة والمستمدة من العديد من المصادر، وبالأخص عمليات حصر الأحراج الوطنية، أو سجلات استخدام الأراضي، وتغير استخدام الأراضي أو أنظمة الاستشعار عن بعد. ويجب أن تعكس هذه البيانات بشكل كامل كافة عمليات تحويل استخدام الأراضي إلى أراضٍ حرجية وأن يتم تفصيلها حسب أنواع المناخ والتربة والحياة النباتية. ويمكن تحديد مراجع أرضية للمساحات في أنواع الاستخدام المختلفة من أجل تعقب التغيرات في المساحة في الفئات المختلفة استناداً إلى المقترب الثالث، الفصل 3.

عمليات إزالة الخشب

تعتبر عمليات إزالة الخشب، بما في ذلك إزالة خشب الوقود والفقد في الكتلة الحيوية نتيجة الاضطرابات، مكوناً هاماً من مكونات الحصر، من أجل حساب التغيرات في مخزون الكتلة الحيوية وتحويلات أحواض الكربون. وإلى جانب إزالة الخشب للأغراض الصناعية، قد يتم إزالة الخشب في المعالجة ضيقة النطاق أو البيع المباشر إلى المستهلكين من ملاك الأراضي. وقد لا تكون هذه الكميات مضمنة في الإحصائيات الوطنية وقد تحتاج إلى التقدير باستخدام المسح. ويجب طرح خشب الوقود من فروع وقمم الأشجار المقطوعة من التحويلات إلى حوض الخشب الميت. كذلك يجب طرح الخشب المسترد من المناطق المتأثرة بالاضطرابات من الكتلة الحيوية، لتجنب ازدواجية الحساب في عمليات الحصر بالمستوى 1 والتي تفترض تحرر الكتلة الحيوية في المناطق المتأثرة بالاضطرابات إلى الغلاف الجوي.

وفي حالة الاعتماد على إحصائيات الإنتاج، يجب على المستخدمين الاهتمام الكافي بالوحدات المستخدمة. ومن الأهمية التحقق مما إذا كانت المعلومات في البيانات الأصلية تم الإبلاغ عنها بالكتلة الحيوية، أو الأحجام باللحاء أو بدون اللحاء لضمان استخدام معاملات التوسيع في الحالات الملائمة فقط وبطريقة متسقة.

وما لم يتم الاقتصار على تمثيل الأراضي في المقترب 1 دون استخدام بيانات تكميلية وحساب كافة الأراضي الحرجية بالتالي تحت *فئة الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية*، فلا يجب تضمين عمليات إزالة الخشب من الأراضي الحرجية التي يجري تحويلها إلى فئة استخدام أخرى في عمليات الفقد التي يتم الإبلاغ عنها ضمن *فئة الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية* إذ يتم الإبلاغ عن هذه العمليات في فئة الاستخدام الجديدة. وإذا لم تكن الإحصائيات الخاصة بإزالة الخشب توفر تصنيفاً فرعياً للأراضي، فإنه يجب طرح مقدار من الكتلة الحيوية يقارب مقدار الفقد في الكتلة الحيوية من الأراضي المحولة من الأراضي الحرجية من عمليات الإزالة الإجمالية للخشب.

جدير بالذكر أنه يتم نشر بيانات استخلاص الخشب المستدير في النشرة المعنية بالأخشاب الصادرة عن لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا/الفاو وفي الكتاب السنوي للفاو حول منتجات الأحراج. ويعتمد الأخير بشكل أساسي على البيانات التي يتم الحصول عليها من البلدان. وفي حال غياب البيانات الرسمية، تقدم الفاو تقديراً يقوم على أفضل المعلومات المتاحة. وعادة ما يصدر الكتاب السنوي للفاو متأخر بعامين عن عام النشر.

المستوى 1

يمكن استخدام بيانات الفاو كمصدر للقيمة الافتراضية الخاصة بالخشب المستدير القابل للاتجار شاملاً اللحاء (H) في المعادلة 2-12، الفصل 2. وتشمل بيانات الخشب المستدير كافة الأخشاب المزالة من الأحراج التي يتم الإبلاغ عنها بالمتر المكعب بدون لحاء. وتحتاج بيانات الأحجام بدون لحاء للتحويل إلى أحجام شاملة اللحاء باستخدام المعامل $BCEF_R$. ويتم هذا التحويل باستخدام النسب المئوية للحاء.

المستوى 2

يجب استخدام البيانات الخاصة بالبلد المعني.

المستوى 3

يجب استخدام البيانات الخاصة بالبلد المعني حول عمليات إزالة الخشب من فئات الأحراج المختلفة عند الاستبانة المكانية المختارة للإبلاغ.

إزالة خشب الوقود

يتطلب تقدير عمليات الفقد في الكربون نتيجة إزالة خشب الوقود بيانات الحجم السنوي لخشب الوقود المزال (FG) وكثافة الخشب الأساسية (D). يُنتج خشب الوقود بطرق متنوعة في البلدان ويتنوع من حصاد الخشب العادي، إلى استخدام أجزاء الأشجار، إلى تجميع الخشب الميت. ويمثل خشب الوقود المكون الأكبر من فقد الكتلة الحيوية في الكثير من البلدان، ومن هنا يجب أن تتسم التقديرات الخاصة به في هذه البلدان بالموثوقية. وإذا أمكن، يجب فصل إزالة خشب الوقود من *الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية* عن إزالة خشب الوقود المترتبة على تحويل الأراضي الحرجية إلى أنواع استخدام أخرى.

المستوى 1

توفر الفاو إحصائيات إزالة خشب الوقود والفحم النباتي لكافة البلدان. وتجدر الإشارة إلى أن إحصائيات الفاو تعتمد على ما تقدمه الوزارات/الإدارات المعنية بالبلدان، وفي بعض الحالات قد لا تغطي بشكل تام الإزالة الكاملة لخشب الوقود والفحم النباتي نتيجة القيود المرتبطة بجمع البيانات الوطنية وأنظمة الإبلاغ. ولذلك، فرغم أنه يمكن في المستوى 1 استخدام إحصائيات الفاو مباشرة، غير أنه يجب مراجعتها للتحقق من استيفائها بواسطة المصدر الوطني لبيانات الفاو مثل الوزارة المعنية بالأحراج، أو وزارة الزراعة أو أي هيئة إحصائية. ويجب تكميل تقديرات الفاو أو أية تقديرات وطنية من مسوح المناطق الإقليمية، أو الدراسات المحلية داخل البلد والمعنية باستهلاك خشب الوقود الذي يتم جمعه من مصادر متعددة تشمل الأحراج، وبقايا معالجة الخشب، والمزارع، ومحيط المنزل، والمساحات العمومية بالقرى ونحو ذلك. وفي حالة توافر معلومات أكثر استيفاءً على المستوى الوطني فيجب استخدامها.

المستوى 2

يجب استخدام البيانات الخاصة بالبلد المعني، حال توافرها. ويمكن الاعتماد على المسوح الإقليمية حول عمليات إزالة خشب الوقود للتحقق من مصدر بيانات الفاو أو البيانات الوطنية واستكماله. وعلى المستوى الوطني، يمكن تقدير عمليات إزالة خشب الوقود الإجمالية عن طريق القيام بمسوح على مستوى المناطق الإقليمية للمنازل الريفية والحضرية عند مستويات دخل وصناعات ومؤسسات مختلفة.

المستوى 3

يجب استخدام بيانات إزالة خشب الوقود من الدراسات التي تُجرى على المستوى الوطني، والتي تتسم باستبانة ملائمة لنماذج المستوى 3، بما في ذلك عمليات إزالة خشب الوقود لأغراض غير تجارية. ويجب ربط عملية إزالة خشب الوقود بأنواع الأحراج والمناطق الإقليمية.

ومن الأهمية أن يتم مراعاة الطرق المختلفة لإزالة خشب الوقود من *الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية* على المستوى الإقليمي أو المجزئ باستخدام المسوح. وفي هذا الخصوص يجب تحديد مصدر خشب الوقود لتجنب ازدواجية الحساب.

الاضطرابات

توجد قاعدة بيانات تشتمل على معدلات وتأثيرات الاضطرابات الطبيعية مصنفة وفقاً لنوع الاضطراب لكافة البلدان الأوروبية (Schelhaas et al., 2001) على: http://www.efi.fi/

كذلك يمكن الاستعانة بقاعدة بيانات برنامج الأمم المتحدة للبيئة حول المساحات العالمية المحترقة والموجود على:http://www.grid.unep.ch/

ورغم ذلك يجب ملاحظة أن قاعدة بيانات برنامج الأمم المتحدة للبيئة صالحة فقط للعام 2000. وتجدر الإشارة إلى أن كثيراً من البلدان قد تشهد معدل تغير كبير للغاية في مساحة الأراضي المحترقة من عام لآخر، وبالتالي فإن الأرقام بقاعدة البيانات لن تقدم متوسطاً تمثيلياً. مع العلم بأن كثير من البلدان تحتفظ بإحصائيات خاصة بها فيما يتعلق بالاضطرابات، Stocks et al.(2002) والتي يمكن توظيفها في مقتربات المستوى 2 أو 3 (Kurz and Apps, 2006).

كذلك يجب استعراض قاعدة بيانات FRA2005 (الفاو، 2005) للحصول على البيانات حول الاضطرابات.

4-1-2-4 خطوات الحساب في المستوى 1

تلخص الفقرات التالية الخطوات اللازمة لتقدير التغير في مخزون الكربون في الكتلة الحيوية (ΔC_B) باستخدام الطرق الافتراضية:

الخطة 1: تقسيم مساحة (A) *الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية* في أنواع حرجية ذات مناطق مناخية أو إيكولوجية مختلفة وفقاً لما هو متبع داخل البلد وذلك في ضوء الإرشادات الواردة في الفصل 3 (المقتربات المستخدمة في تمثيل مساحات الأراضي) .وكنقطة مرجعية، يقدم الملحق 3أ-1 في *إرشادات الممارسة السليمة المتصلة باستخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي والحراجة* (IPCC, 2003) بيانات على المستوى الوطني لمساحات الأحراج والتغير السنوي في مساحة الأحراج حسب الإقليم والبلد كوسيلة للمقارنة. وكبديل توفر الفاو بصفة دورية بيانات حول المساحة؛

الخطوة 2: تقدير الاكتساب السنوي في الكتلة الحيوية في *فئة الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية* (ΔC_G) باستخدام تقديرات المساحة ونمو الكتلة الحيوية لكل نوع حرجي ومنطقة مناخية متاحة بالبلد وذلك باستخدام المعادلتين 2-9 و2-10، الفصل 2؛

الخطوة 3: تقدير الفقد السنوي في الكربون نتيجة عمليات إزالة الخشب ($L_{wood\text{-}removals}$) باستخدام المعادلة 2-12، الفصل 2؛

الخطوة 4: تقدير الفقد السنوي في الكربون نتيجة عمليات إزالة خشب الوقود ($L_{fuelwood}$) باستخدام المعادلة 2-13، الفصل 2؛

الخطوة 5: تقدير الفقد السنوي في الكربون نتيجة الاضطرابات ($L_{disturbance}$) باستخدام المعادلة 2-14، الفصل 2، مع الحرص على تجنب تكرار حساب عمليات الفقد التي سبق تغطيتها بالفعل أثناء حساب الإزالة من الخشب وخشب الوقود.

الخطوة 6: من الكميات المفقودة المقدرة في الخطوتين 3 و5، قم بحساب الانخفاض السنوي في مخزون الكربون نتيجة الفقد في الكتلة الحيوية (ΔC_L) باستخدام المعادلة 2-11، الفضل 2؛

الخطوة 7: تقدير التغير السنوي في مخزون الكربون في الكتلة الحيوية (ΔC_B) باستخدام المعادلة 2-7، الفضل 2.

مثال. يوضح المثال التالي العمليات الحسابية في طريقة الاكتساب-الفقد (المستوى 1) لتقدير التغير السنوي في مخزون الكربون بالكتلة الحيوية (ΔC_B)، باستخدام المعادلة 2-7 ($\Delta C_B = (\Delta C_G - \Delta C_L)$) بالفصل 2 لبلد افتراضي بمنطقة الغابات المعتدلة القارية بأوروبا (الجدول 4-1، القسم 4-5):

- تبلغ مساحة *الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية* (A) في البلد 100.00 هكتار (راجع الفصل 3 للاطلاع على تصنيف المساحة)؛
- الأرض عبارة عن حرج من أشجار الصنوبر يبلغ عمره 25 عاماً، ومتوسط حجم المخزون النامي فوق سطح الأرض به يساوي 40 متراً مكعباً للهكتار؛
- يقدر الحصاد للخشب الدائري القابل للاتجار شاملاً اللحاء (H) بحوالي 1.000 متر مكعب في العام؛
- تقدر إزالة خشب الوقود في صورة أشجار كاملة (FG_{trees}) 500 متر مكعب في العام؛
- تقدر المساحة المتأثرة بالاضطرابات الحشرية بحوالي 2.000 هكتار في العام وتبلغ الكتلة الحيوية فوق الأرض المتأثرة 4.0 طن مادة جافة للهكتار.

الاكتساب السنوي في الكتلة الحيوية (ΔC_G) هو حاصل متوسط الزيادة السنوية في الكتلة الحيوية (G_{TOTAL})، ومساحة الأراضي (A)، وجزء الكربون من المادة الجافة (CF) في المعادلة 2-9 بالفصل 2.($\Delta C_G = \sum_{ij} (A \bullet G_{TOTAL} \bullet CF)$) ويتم حساب G_{TOTAL} باستخدام المعادلة 2-10 في الفصل 2 من القيم المعطاة لنمو الكتلة الحيوية فوق الأرض (G_W)، ونسبة الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى فوق الأرض (R) وجداول البيانات الافتراضية في القسم 4-5.

وبالنسبة لهذا البلد الافتراضي فإن:

GW = 4.0 طن مادة جافة للهكتار في العام (الجدول 4.9)؛

R = 0.29 طن مادة جافة (طن مادة جافة) للكتلة الحيوية فوق الأرض التي تتراوح بين 50 و150 طن في الهكتار (الجدول 4.4 مع الرجوع إلى الجدول 4.7 للكتلة الحيوية فوق الأرض)؛

G_{TOTAL} = 4.0 طن مادة جافة للهكتار في العام × (1+0.29) = 5.16 طن مادة جافة للهكتار في العام (المعادلة 2.10)؛ و

CF = 0.47 طن كربون (طن مادة جافة) (الجدول 4.3).

وبالتالي، (المعادلة 2.9): ΔC_G = 100.000 هكتار × 5.16 طن مادة جافة للهكتار في العام × 0.47 طن كربون (طن مادة جافة) = 242.520 طن كربون في العام.

الفقد في الكتلة الحيوية (ΔC_L) هو مجموع الفقد السنوي نتيجة إزالة الخشب ($L_{wood\text{-}removals}$) وتجميع خشب الوقود ($L_{fuelwood}$) والاضطرابات ($L_{disturbance}$)، المعادلة 2.11 بالفصل 2.

تُحسب إزالة الخشب ($L_{wood\text{-}removals}$) بالمعادلة 2-12 في الفصل 2 باستخدام قيم الخشب المستدير القابل للاتجار شاملاً اللحاء (H) ومعامل توسيع وتحويل الكتلة الحيوية ($BCEF_R$) وجزء اللحاء في الخشب المحصود (BF) ونسبة الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى الكتلة الحيوية فوق الأرض (R) وجزء الكربون من المادة الجافة (CF) وقيم الجداول الافتراضية في القسم 4-5.

وبالنسبة لهذا البلد الافتراضي فإن:

$BCEF_R$ = 1.11 طن مادة جافة في المتر المكعب (الجدول 4-5 مع الرجوع إلى حجم المخزون النامي 40 متر مكعب في الهكتار)؛

BF = 0.1 طن مادة جافة (طن مادة جافة). R = 0.29 طن مادة جافة (طن مادة جافة) للكتلة الحيوية فوق الأرض التي تتراوح بين 50 و150 طن في الهكتار (الجدول 4-4 مع الرجوع إلى الجدول 4-7 للكتلة الحيوية فوق الأرض)؛ و

CF = 0.47 طن كربون (طن مادة جافة) (الجدول 4-3).

$L_{wood\text{-}removals}$ = 1.000 متر مكعب في العام × 1.11 طن مادة جافة في المتر المكعب (1+0.29+0.1) × 0.47 طن كربون (طن مادة جافة)

= 725.16 طن كربون في العام (المعادلة 2-12).

تُحسب إزالة خشب الوقود ($L_{fuelwood}$) باستخدام المعادلة 2-13 بالفصل 2 من خلال قيم الخشب المزال في صورة أشجار كاملة (FG_{trees}) ومعامل توسيع وتحويل الكتلة الحيوية ($BCEF_R$) ونسبة الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى الكتلة الحيوية فوق الأرض (R) وجزء الكربون من المادة الجافة (CF) وقيم الجداول الافتراضية القسم 4-5- وبالنسبة لهذا البلد الافتراضي فإن:

$BCEF_R$ = 1.11 طن مادة جافة في المتر المكعب (الجدول 4-5 مع الرجوع إلى حجم المخزون النامي 40 متر مكعب في الهكتار)؛

R = 0.29 طن مادة جافة (طن مادة جافة) للكتلة الحيوية فوق الأرض التي تتراوح بين 50 و150 طن في الهكتار (الجدول 4.4 مع الرجوع إلى الجدول 4.7 للكتلة الحيوية فوق الأرض)؛ و

CF = 0.47 طن كربون (طن مادة جافة) (الجدول 4-3).

$L_{fuelwood}$ = 500 متر مكعب في العام × 0.75 طن مادة جافة في المتر المكعب (1+0.29) × 0.47 طن كربون (طن مادة جافة)

= 336.50 طن كربون في العام (المعادلة 2-13).

يحسب *الفقد السنوي في الكربون في الكتلة الحيوية نتيجة الاضطرابات* ($L_{disturbance}$) عن طريق المعادلة 2-14 في الفصل 2، باستخدام قيم المساحة المتأثرة بالاضطرابات ($A_{disturbance}$) ومتوسط الكتلة الحيوية فوق الأرض المتأثرة (B_W) ونسبة الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى الكتلة الحيوية فوق الأرض (R)، وجزء الكربون من المادة الجافة (CF)، جزء الكتلة الحيوية المفقودة في الاضطراب (fd) وقيم الجداول الافتراضية في القسم 4-5. وبالنسبة لهذا البلد الافتراضي فإن:

R = 0.29 طن مادة جافة (طن مادة جافة) للكتلة الحيوية فوق الأرض التي تتراوح بين 50 و150 طن في الهكتار (الجدول 4.4 مع الرجوع إلى الجدول 4-7 للكتلة الحيوية فوق الأرض)؛ و

CF = 0.47 طن كربون (طن مادة جافة) (الجدول 4-3)؛ وfd = 0.3.

$L_{disturbance}$ = 2.000 هكتار في العام × 4.0 طن كربون مادة جافة للهكتار (1+0.29) × 0.47 طن كربون (طن مادة جافة) × 0.3

= 1.455.12 طن كربون في العام (المعادلة 2-14).

الانخفاض السنوي في مخزون الكربون نتيجة الفقد في الكتلة الحيوية، (ΔC_L)،

ΔC_L = 725.16 طن كربون في العام + 336.50 طن كربون في العام + 1.455.12 طن كربون عام

= 2.516.78 طن كربون في العام (المعادلة 2-11)

التغير السنوي في مخزون الكربون بالكتلة الحيوية (ΔC_B)

عن طريق المعادلة 2-7 في الفصل 2 ($\Delta C_B = (\Delta C_G - \Delta C_L)$)،

ΔC_B = 242.520 طن كربون في العام – 2.516.78 طن كربون عام = 240.003.22 طن كربون في العام

5-1-2-4 تقدير عدم التيقن

يناقش هذا القسم أوجه عدم التيقن المقترنة بالمصدر فيما يتصل بتقديرات الحصر في *الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية*. ويتطلب تقدير القيم الخاصة بالبلد المعني و/أو المفصلة معلومات حول أوجه عدم التيقن أكثر دقة من المعلومات الواردة فيما يلي. ويقدم الفصل 3 من المجلد 1 معلومات حول أوجه عدم التيقن المقترنة بالدراسات القائمة على العينات. وتجدر الإشارة هنا إلى محدودية المؤلفات المتاحة فيما يخص تقدير أوجه عدم التيقن المقترنة بمعاملات الانبعاث وبيانات الأنشطة.

معاملات الانبعاث والإزالة

توفر الفاو (2006) تقديرات لعدم التيقن المقترنة بمعاملات الكربون الحرجي، وكثافة الخشب الأساسية (من 10 إلى 40 %)، والزيادة السنوية في الأحراج المدارة بالبلدان الصناعية (6 %)، والمخزون النامي (البلدان الصناعية 8 %، والبلدان غير الصناعية 30%)، وعمليات الفقد الطبيعية المجمعة في البلدان الصناعية (15 %)، وعمليات إزالة الخشب وخشب الوقود (البلدان الصناعية 20%).

وفي فنلندا، فإن عدم التيقن المقترن بكثافة الخشب الأساسية في أشجار الصنوبر والتنوب والبتولا قُدر بأقل من 20 % في دراسات هاكيلا (1968, 1979). مع العلم بأن معدل التغيرية بين المجموعات الشجرية من نفس الأنواع تكون أقل من أو، على أقصى تقدير، مثل معدل التغيرية بين الشجرات الفردية من نفس الأنواع. وفي فنلندا، قُدر عدم التيقن المقترن بمعاملات توسيع الكتلة الحيوية بالنسبة لأشجار الصنوبر والتنوب والبتولا بحوالي 10 % (Lehtonen et al., 2003).

وفي ثمانية من قطع أراضي الحصر بأحراج الأمزون الاستوائية، أدت أخطاء القياس المجمعة إلى أخطاء تراوحت بين 10 إلى 30% في تقديرات التغير في المساحة القاعدية في فترات أقل من 10 أعوام (Phillips et al., 2002).

وتتمثل المصادر الرئيسية لعدم التيقن المقترن بمعاملات كثافة الخشب الأساسية وتوسيع الكتلة الحيوية في عمر المجموعة الشجرية وتكوين الأنواع والتركيب. وللحد من عدم التيقن، ينبغي للبلدان وضع معاملات توسيع للكتلة الحيوية ومعاملات BCEFs على مستوى البلد أو المناطق الإقليمية بما يتناسب مع الظروف الخاصة بالبلد. وفي حالة عدم توافر القيم على مستوى البلد أو المناطق الإقليمية، يجب مراجعة مصادر البارمترات الافتراضية والتحقق من توافقها مع الظروف الخاصة بالبلد.

وتشمل أسباب تباين الزيادة السنوية كل من المناخ وظروف النمو في الموقع وخصوبة التربة. وتعد المجموعات الشجرية التي يتم تجديدها على نحو اصطناعي وإدارتها أقل تبايناً من الأحراج الطبيعية. وتقترن الطرق الرئيسية لتحسين دقة التقديرات بتطبيق معدل زيادة خاص بالبلد أو بالمناطق الإقليمية داخلها ومصنف فرعياً حسب نوع الحرج. وفي حالة استخدام القيم الافتراضية للزيادة، فيجب بيان وتوثيق عدم التيقن المقترن بالتقديرات على نحو واضح. ويمكن لمقتربات المستوى 3 استخدام منحنيات النمو المقسمة حسب الأنواع، والمناطق المناخية، وإنتاجية الموقع وكثافة الإدارة. وتُستخدم مقتربات مماثلة على نحو روتيني في نماذج تخطيط الإمداد بالخشب ويمكن إدماج هذه المعلومات في نماذج حساب الكربون (e.g., Kurz et al., 2002).

وتعتبر البيانات الخاصة بعمليات القطع التجارية دقيقة نسبياً، على الرغم من أنها قد تكون غير كاملة أو متحيزة نتيجة عمليات القطع غير القانونية، والإبلاغ المنخفض للتحايل على القواعد التنظيمية المتعلقة بالضرائب. ولا يُحتمل أن تشتمل الإحصائيات على الخشب التقليدي الذي يتم تجميعه

بيانات الأنشطة

يجب الحصول على بيانات المساحة باستخدام الإرشادات الواردة في الفصل 3 أو من الفاو (2000). وفي البلدان الصناعية قُدر عدم التيقن المقترن بتقديرات المساحة الحرجية بنحو 3 % (الفاو، 2000).

4-2-2 المادة العضوية الميتة

يشتمل الفصل 2 على وصف عام للطرق المستخدمة في تقدير التغيرات في مخزون الكربون بأحواض المادة العضوية الميتة (DOM) (الفرش الحرجي والخشب الميت).

ويركز هذا القسم على طرق تقدير التغيرات في مخزون الكربون بأحواض المادة العضوية الميتة في الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية . وتفترض طرق المستوى 1 أن التغيرات الصافية في مخزون الكربون بأحواض المادة العضوية الميتة تساوي الصفر نظراً لأن معادلات المدخلات والمخرجات البسيطة المستخدمة في طرق المستوى 1 تُعد غير ملائمة لتسجيل ديناميكيات حوض المادة العضوية الميتة. وتحتاج البلدان التي ترغب في التحديد الكمي لديناميكيات المادة العضوية الميتة لوضع منهجيات من المستوى 2 أو 3. ويجب على البلدان التي تمثل بها المادة العضوية الميتة فئة رئيسية تبني مستويات أعلى وتقدير التغيرات في المادة العضوية الميتة.

يشتمل حوض الخشب الميت (DW) على الكربون الموجود في البقايا الخشبية السميكة، والجذور السميكة الميتة، والأشجار الميتة الواقفة، والمواد الميتة الأخرى غير المضمنة في حوض الفرش الحرجي أو كربون التربة. وهناك الكثير من القيود العملية المقترنة بتقدير حجم وديناميكيات حوض الخشب الميت، وبالأخص فيما يتعلق بالقياسات الميدانية. وتعتبر أوجه عدم التيقن المقترنة بتقديرات معدل التحويل من حوض الخشب الميت إلى حوضي الفرش الحرجي وكربون التربة وبتقدير الانبعاثات إلى الغلاف الجوي مرتفعة بصفة عامة. وتجدر الإشارة إلى أن كمية الخشب الميت تتباين بصورة كبيرة بين المجموعات الشجرية، سواءاً كان ذلك في الأراضي المدارة (Duvall and Grigal, 1999; Chojnacky and Heath, 2002) أو غير المدارة (Spies et al., 1988). وتعتمد كميات الخشب الميت على الوقت المنقضي منذ الاضطراب الأخير ونوع الاضطراب الأخير وعمليات الفقد أثناء الاضطراب وكمية مدخلات الكتلة الحيوية (الوفيات) في وقت الاضطراب (Spies et al., 1988) ومعدلات الوفيات الطبيعية ومعدلات التحلل والإدارة (Harmon et al., 1986).

ويمكن تقدير المعدلات الصافية لزيادة الفرش الحرجي باستخدام طريقة الفرق في المخزون أو طريقة الاكتساب-الفقد. وتتطلب الطريقة الأخيرة تقدير الرصيد السنوي للسقوط الحرجي (والذي يشمل كافة الأوراق، والأغصان، والفروع الصغيرة، والثمار، والزهر، والجذور، واللحاء) بعد طرح المعدل السنوي لتحلل الفرش الحرجي. إضافة إلى ذلك، قد تعمل الاضطرابات على إضافة وإزالة الكربون من حوض الفرش الحرجي بما يؤثر على حجم وتكوين هذا الحوض. وتعتمد ديناميكيات الفرش الحرجي خلال المراحل المبكرة من تنمية المجموعة الشجرية على نوع وشدة الاضطراب الأخير. وفي الحالات التي يؤدي فيها الاضطراب إلى تحول الكتلة الحيوية إلى أحواض المادة العضوية الميتة (على سبيل المثال الاقتلاع بفعل الرياح أو الوفيات الناجمة عن الآفات الحشرية)، فإن أحواض الفرش الحرجي قد تتناقص حتى يتم تعويض عمليات الفقد بالمدخلات إلى هذا الحوض. وعندما يؤدي الاضطراب إلى إزالة الفرش الحرجي (مثل الحرائق الطبيعية)، فإن أحواض الفرش الحرجي قد تتزايد في المراحل المبكرة من تنمية المجموعات الشجرية عند تجاوز مدخلات الفرش الحرجي لمعدلات التحلل. وتؤدي ممارسات الإدارة مثل حصاد الخشب، وحرق النثار، وإعداد الموقع إلى تغيير خصائص الفرش الحرجي (Fisher and Binkley, 2000)، غير أن الدراسات التي تعمل على توثيق تأثيرات هذه الممارسات على كربون الفرش الحرجي لا تزال قليلة (Smith and Heath, 2002).

4-2-2-1 اختيار الطريقة

تقدم شجرة القرار في الشكل 2-3 بالفصل الثاني إرشادات فيما يتعلق باختيار المستوى المناسب لتطبيق إجراءات التقدير. وقد تم وصف اختيار الطريقة على نحو مشترك لكل من حوض الخشب الميت وحوض الفرش الحرجي نظراً لتماثل المعادلتين الخاصتين بهما، غير أنه يتم حساب التقديرات على نحو منفصل لكل حوض من الحوضين.

ويتطلب تقدير التغيرات في مخزون الكربون في حوض المادة العضوية الميتة تقدير التغيرات في مخزون الكربون بحوضي الخشب الميت والفرش الحرجي (راجع المعادلة 2-17 بالفصل 2).

المستوى 1

تفترض طريقة المستوى 1 أن مخزون الكربون بكل من الخشب الميت والفرش الحرجي في حالة توازن، وبالتالي فإن التغيرات في مخزون الكربون بحوض المادة العضوية الميتة تساوي الصفر. ويجدر بالبلدان التي تشهد تغيرات كبيرة في أنواع الأحراج، أو في أنظمة الاضطرابات ،أو إدارة الأحراج وضع بيانات وطنية تعمل على التحديد الكمي لتأثيرات هذه التغيرات باستخدام منهجيات المستوى 2 أو 3، والإبلاغ عن تغيرات المخزون الناتجة وكذا انبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون.

المستويان 2 و3

هناك طريقتان عامتان لتقدير تغيرات مخزون الكربون في الخشب الميت والفرش الحرجي. وتوجد طرق مماثلة لتقدير تغيرات مخزون الكربون في الكتلة الحيوية، وقد يتأثر اختيار الطريقة المناسبة لتقدير التغيرات في المادة العضوية الميتة باختيار طريقة تقدير التغير في مخزون كربون الكتلة الحيوية.

طريقة الاكتساب-الفقد: تعمل طريقة الاكتساب-الفقد على حساب التوازن الكتلي بين مدخلات ومخرجات حوضي الخشب الميت والفرش الحرجي بما يتيح تقدير التغير في المخزون أثناء فترة محددة. ويتضمن ذلك تقدير مساحة *الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية* المدارة ومتوسط التحويل السنوي لمخزون الكربون إلى ومن حوضي الخشب الميت والفرش الحرجي (المعادلة 2-18 بالفصل 2). وللحد من عدم التيقن، يمكن إجراء مزيد من التقسيم لمساحة الأراضي المندرجة تحت فئة *الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية* حسب المناطق المناخية والايكولوجية والتصنيف حسب نوع الحرج، والإنتاجية، ونظام الاضطراب، وممارسة الإدارة أو غير ذلك من العوامل الأخرى ذات التأثير على ديناميكيات حوضي الخشب الميت والفرش الحرجي. ويتطلب تقدير الرصيد الصافي حساب التحويلات السنوية إلى حوضي الخشب الميت والفرش الحرجي لكل هكتار، والتي تنتج عن وفيات الساق، والسقوط الحرجي، والدوران، وعمليات الفقد بفعل التحلل. وعلاوة على ذلك، ففي المناطق المعرضة لأنشطة الإدارة أو الاضطرابات الطبيعية، يتم إضافة الخشب الميت والفرش الحرجي في صورة بقايا كتلة حيوية، وتحويلهما عبر الحصاد (استرداد الأشجار الميتة الواقفة) أو الحرق أو الآليات الآخرى.

ومن *الممارسة السليمة* أن يكون نظام التقسيم الفرعي للأراضي الحرجية المستخدم في تقدير المادة العضوية الميتة مماثل للنظام المستخدم لتقدير التغيرات في مخزون كربون الكتلة الحيوية (القسم 4-2-1).

طريقة الفرق في المخزون: تتضمن هذه الطريقة تقدير المساحة المدارة من *الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية* عن طريق تحديد مخزون الكربون بكل من الخشب الميت والفرش الحرجي عند نقطتين زمنيتين وحساب الفرق بين المخزون في الحالتين (المعادلة 2-19 بالفصل 2). ويتم الحصول على قيمة التغير السنوي في مخزون الكربون لعام الحصر عن طريقة قسمة التغير في مخزون الكربون على الفترة (عدد الأعوام) الفاصلة بين القياسين. وتصلح الطريقة 2 فقط للبلدان التي تتوافر بها عمليات حصر للأحراج قائمة على عينات من قطع الأراضي. ويتطلب حساب التغيرات في مخزون الكربون كفرق بين مخزون الكربون عند نقطتين زمنيتين، تتطابق المساحتان عند النقطة الزمنية t1 وt2 بما يضمن ألا يكون مخزون الكربون الذي يتم الإبلاغ عنه ليس ناتجاً عن التغير في المساحة.

وفيما يتعلق بطرق المستويين 2 و3، فإن تطبيقهما يحتاج إلى بيانات مكثفة وقياسات ونماذج ميدانية. ويمكن لهذه النماذج أن تقوم على المعرفة والمعلومات المستمدة بهدف محاكاة ديناميكيات الأحراج كما هي مستخدمة في عملية تخطيط الإمداد بالخشب (Kurz et al., 2002, and Kurz and Apps, 2006).

4-2-2-2 اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة

المستوى 1

يُفترض أن مخزون الكربون في أحواض المادة العضوية الميتة *بالأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية* ثابتاً. كما يفترض أن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من حوضي الخشب الميت والفرش الحرجي أثناء الحرائق الطبيعية تساوي الصفر، ولا يتم حساب تراكم الكربون في حوضي الخشب الميت والفرش الحرجي أثناء تجدد النمو. وتجدر الإشارة إلى أن انبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون من الحرائق الطبيعية، بما في ذلك الميثان والكربون، تُقدر في المستوى 1.

المستويان 2 و3

تمثل البارامتر f_{BLol} ذلك الجزء من الكتلة الحيوية الإجمالية الذي يُترك ليتحلل على الأرض، راجع المعادلة 2-20، الفصل 2. ويتوافق مستوى الاستبانة والدقة المقترن بالكربون المحول مع معاملات التوسيع المستخدمة في حساب عمليات الفقد.

ويتطلب استخدام المستوى 2 لتقدير f_{BLol} بيانات وطنية حول متوسط نسب الكربون المتبقي بعد الاضطرابات. وإذا لم تكن البيانات الوطنية مكتملة، يقدم الفصل 2 اثنين من جداول القيم الافتراضية:

- القيم الافتراضية لمعامل الاحتراق الذي سيتم استخدامه ليعبر عن $(1- f_{BL})$ في حالة توافر بيانات جيدة فيما يخص الكتلة الحيوية للمخزون النامي لدى البلد؛ وفي هذه الحالة يتم استخدام النسبة المفقودة، راجع الجدول 2-6
- القيم الافتراضية للإزالة من الكتلة الحيوية والتي تُستخدم لتعبر عن $[M_B \bullet (1- f_{BL})]$ في حالة عدم موثوقية بيانات الكتلة الحيوية للمخزون النامي. وتعبر M_B عن كتلة الوقود المتاحة للاحتراق (راجع الجدول 2-4 والمعادلة 2-27 بالفصل 2).

ويمكن اشتقاق القيم الخاصة بالبلد لتحويل الكربون الموجود بالأشجار الحية التي يتم حصادها إلى بقايا حصاد من معاملات التوسيع الوطنية، مع الوضع في الاعتبار نوع الحرج (غابات مخروطية/عريضات الأوراق/مختلطة)، ومعدل استغلال الكتلة الحيوية وممارسات الحصاد ومقدار الأشجار المدمرة خلال عمليات الحصاد. وتؤدي أنشطة الحصاد وكذلك الاضطرابات الطبيعية إلى إضافة كتلة حيوية لحوضي الخشب الميت والفرش الحرجي. بينما تؤدي ممارسات الأخرى (مثل حرق بقايا الحصاد) والحرائق الطبيعية إلى إزالة الكربون من هذين الحوضين. وفي حالة معرفة المساحة الخاضعة لكل نوع من ممارسات الإدارة وكذلك نوع الحرج المتأثر بالاضطراب، يكون بالإمكان استخدام مصفوفات اضطراب (راجع الفصل 2، الجدول 2-1؛ Kurz *et al.*, 1992) من أجل تحديد لكل نوع اضطراب نسبة كل حوض كتلة حيوية، ومادة عضوية ميتة وكربون تربة يتم تحويله إلى الأحواض الأخرى أو ينبعث إلى الغلاف الجوي أو يتم إزالته من الحرج أثناء الحصاد.

يتطلب المستوى 3 لتقدير f_{Blol} معرفة أكثر تفصيلا بنسبة الانبعاثات السريعة من الاضطرابات مثل الحرائق وعواصف الرياح. ويجب الحصول على البيانات عن طريق القياسات بالموقع أو الدراسات التي أجريت على اضطرابات مماثلة. وقد تم تكوين مصفوفات اضطراب (راجع الفصل 2، الجدول 2-1) لتحديد، لكل نوع اضطراب، نسبة الكتلة الحيوية (وكافة أحواض الكربون الأخرى) التي تحولت إلى أحواض كربون أخرى أو انبعثت إلى الغلاف الجوي أو تحولت إلى منتجات خشب محصود (Kurz *et al.*, 1992). وتضمن مصفوفات الاضطراب الحفاظ على الكربون عند حساب التأثيرات الفورية للحصاد أو الاضطرابات على الكربون في النظام الحيوي.

وتعتمد طرق المستوى 3 على نماذج أكثر تعقيدا لحساب الكربون الحرجي تتعقب معدلات مدخلات ومخرجات أحواض المادة العضوية الميتة لكل نوع حرج وإنتاجية وفئة عمرية. وفي حالة توافر عمليات حصر شاملة للأحراج تشمل إعادة قياس أحواض المادة العضوية الميتة، فإن بالإمكان اشتقاق تقديرات التغير في مخزون الكربون باستخدام مقترب الفرق في المخزون كما تعبر عنه المعادلة 2-19، الفصل 2. وتستلزم *الممارسة السليمة* أن تسير المقتربات القائمة على الحصر والمشتملة على عمليات معاينة دورية وفقاً للمبادئ المحددة بالملحق 3أ-3 من الفصل 3. ويمكن أن تُستخدم هذه المقتربات إلى جانب النماذج لتسجيل ديناميكيات أحواض الكربون الحرجي. وتقدم طرق المستوى 3 تقديرات ذات مستوى عالٍ من

3-2-2-4 اختيار بيانات الأنشطة

لا تحتاج البلدان التي تستخدم طريقة المستوى 1 إلى بيانات أنشطة لتقدير التغيرات في مخزون الكربون بالمادة العضوية الميتة في الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية.

أما البلدان التي تستخدم مستويات أعلى فتحتاج إلى بيانات أنشطة حول مساحات *الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية* ويتم تصنيف هذه البيانات حسب الأنواع الرئيسية للأحراج، وممارسات الإدارة وأنظمة الاضطراب. وتجدر الإشارة إلى أهمية اتساق بيانات مساحة الحرج الإجمالية وكافة بيانات الأنشطة الأخرى مع البيانات التي يتم الإبلاغ عنها في أقسام أخرى من هذا الفصل، وبالأخص في قسم الكتلة الحيوية المعني *بالأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية* (القسم 4-2-1). ويمكن أن تُستمد بيانات الأنشطة الخاصة بالبلد حول مساحة الأراضي المتأثرة سنوياً بالحصاد والاضطرابات من برامج الرصد الوطنية. ويسهل تقدير التغيرات في مخزون الكربون بالمادة العضوية الميتة على نحو كبير في حالة استخدام هذه المعلومات إلى جانب بيانات التربة والمناخ الوطنية، وعمليات حصر الغطاء النباتي والبيانات الجيوفيزيائية الأخرى.

وتتباين مصادر البيانات وفقاً لنظام إدارة الأحراج في البلد. ويمكن جمع البيانات من المقاولين الأفراد، أو الشركات والأجهزة التنظيمية، والهيئات الحكومية المسؤولة عن عمليات الحصر المعنية بالأحراج وكذلك من المؤسسات البحثية. وتتباين تنسيقات البيانات إلى حد بعيد وتشمل، على سبيل المثال لا الحصر، تقارير الأنشطة التي تقدم بصفة دورية في برامج تشجيعية أو على النحو المطلوب من قبل اللوائح التنظيمية، وعمليات الحصر المعنية بالأحراج وبرامج الرصد التي تستخدم أنظمة الاستشعار عن بعد.

4-2-2-4 خطوات الحساب في المستوى 1

نظرا لأن المستوى 1 يفترض عدم وجود تغير في المادة العضوية الميتة في *الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية*، فليس هناك حاجة لتقديم إرشادات حول خطوات الحساب.

5-2-2-4 تقدير عدم التيقن

يفترض المستوى 1 ثبات مخزون الكربون، ومن هنا فإن التحليل الأساسي لعدم التيقن يعد إجراءً غير ملائم. وفي الواقع فإن هذا الافتراض لا يكون صحيحاً بالمرة في غالبية الحالات على مستوى المجموعات الشجرية، ولا يحتمل أن يكون صحيحاً بصفة عامة، على الرغم من أن الخطأ الناتج قد يكون بسيطاً بالنسبة للمساحة الحرجية نظراً لأن الزيادة في بعض المجموعات الشجرية يتم تعويضها بالنقص في المجموعات الأخرى، غير أنه بالنسبة للمساحة الكلية أو البلد، فإن أحواض المادة العضوية الميتة إما أن يحدث بها زيادة أو نقص. ويساعد إدراك أنواع التغيرات التي تقع بالأحراج داخل البلد في الوصول إلى بعض الاستباطات الكيفية حول اتجاه التغير في أحواض المادة العضوية الميتة. على سبيل المثال، يزداد مخزون الكتلة الحيوية النامي في بعض البلدان، لأن عمليات الفقد نتيجة الحصاد والاضطرابات تكون أقل من الزيادة المترتبة على النمو. و يرجح أن تزداد أحواض المادة العضوية الميتة كذلك حتى وإن كان معدل الزيادة لا يمكن معرفته إلا باستخدام طريقة من المستوى 2 أو 3.

ويُتوقع أن تكون تقديرات الفقد الناتج عن الاضطراب في البلدان التي تستخدم طرقاً تفترض أن جميع عمليات الفقد في الكربون تحدث في عام الاضطراب مرتفعة في السنوات التي تشهد معدل اضطراب فوق المتوسط، وأن تكون منخفضة في السنوات التي تشهد معدل اضطراب تحت المتوسط. أما البلدان التي تتسم بمعدلات حصاد واضطراب ثابتة نسبياً، والتي تعتمد على هذه الطرق فيحتمل أن تقدم تقديرات أقرب إلى التغيرات الصافية الفعلية في مخزون الكربون.

ويجب تقييم عدم التيقن المقترن بالتقديرات التي تتم باستخدام طرق مستوى أعلى لكل بلد عن طريق حكم الخبراء. ومن المقبول أن يتم افتراض أن عدم التيقن في تقديرات تغير مخزون الكربون بالمادة العضوية الميتة، يكون بصفة عامة أكبر من عدم التيقن المرتبط بتقدير التغير في مخزون الكربون بالكتلة الحيوية لأنه، في معظم البلدان، تكون البيانات المتاحة حول مخزون الكتلة الحيوية أكثر إلى حد بعيد مما هو متاح بالنسبة للمادة العضوية الميتة. علاوة على ذلك، فإن النماذج المستخدمة في وصف ديناميكيات الكتلة الحيوية تكون بصفة عامة أكثر تقدماً من النماذج المستخدمة مع المادة العضوية الميتة.

ونظراً للأهمية المتزايدة لإدراك المكونات غير الخشبية بالأنظمة الحيوية الحرجية، فقد قامت كثير من البلدان بمراجعة إجراءات الحصر الخاصة بها. ومع مرور الوقت، تُتاح بيانات أكثر حول مخزون كربون المادة العضوية الميتة وديناميكيات هذا المخزون، وهو ما من شأنه أن يسمح لهيئات الحصر أن تقوم بتحديد أوجه عدم التيقن المرتبطة بتقديرات المادة العضوية الميتة والتعبير الكمي عنها والحد منها على نحو أفضل في الأعوام القادمة.

4-2-3 كربون التربة

يتناول هذا القسم على نحو مفصل الإجراءات والممارسات السليمة فيما يخص تقدير التغير في مخزون كربون التربة الحرجية. وهو لا يتضمن الفرش الحرجي، والذي يعتبر جزءاً من حوض المادة العضوية الميتة. ويشتمل على إرشادات منفصلة لنوعين من التربة الحرجية: (1) التربة الحرجية المعدنية، و(2) التربة الحرجية العضوية.

ويتباين محتوى الكربون العضوي بالتربة الحرجية المعدنية (حتى عمق 1 متر) في الغالب بين 20 إلى ما يفوق 300 طن كربون للهكتار وفقاً لنوع الحرج والظروف المناخية (Jobbagy and Jackson, 2000). وعلى المستوى العالمي، تحتوي أنواع التربة الحرجية المعدنية على حوالي 700 بيكوجرام كربون (Dixon *et al.*, 1994)، غير أن أحواض الكربون العضوي بالتربة ليست ثابتة نتيجة اختلاف مدخلات ومخرجات الكربون بمرور الوقت. وتتحدد المدخلات إلى حد كبير باستخدام قيم إنتاجية الحرج وتحلل الفرش الحرجي واندماجه في التربة المعدنية والفقد اللاحق عبر المعدنة والتنفس (Pregitzer, 2003). وتحدث عمليات الفقد الأخرى للكربون العضوي بالتربة من خلال التحات أو ذوبان الكربون العضوي الذي يتسرب إلى المياه الجوفية أو يُفقد عبر الجريان السطحي. ويعد الفرش الحرجي فوق الأرض المصدر الأساسي لنسبة كبيرة من المدخلات في أنواع التربة الحرجية، وبالتالي تميل المادة العضوية في التربة إلى التركز في المستويات العليا من التربة، مع وجود نصف الكربون العضوي بالتربة تقريباً بطبقة الثلاثين سنتيمتراً العليا من التربة. ويعتبر الكربون المحتجز بالجزء العلوي من التربة في الغالب الأكثر تحللاً كيمائياً وتعرضاً مباشراً للاضطرابات الطبيعية والبشرية. ويتناول هذا القسم كربون التربة فقط ولا يناقش الفرش الحرجي المتحلل (أي المادة العضوية الميتة، راجع القسم 4-2-2).

ويمكن للأنشطة البشرية والاضطرابات الأخرى مثل التغيرات في نوع الحرج، والإنتاجية، ومعدلات التحلل والاضطرابات أن تغير ديناميكيات الكربون بأنواع التربة الحرجية. وتؤثر أنشطة إدارة الأحراج المختلفة مثل طول فترة الدوران، واختيار أنواع الأشجار، والتصريف وممارسات الحصاد (أشجار كاملة أو أزناد نشر أو تجديد أو قطع جزئي أو تقليم) وكذلك أنشطة إعداد الموقع (حرائق مقصودة أو عزيق التربة) والتخصيب على مخزون الكربون العضوي بالتربة (Harmon and Marks, 2002; Liski et al., 2001; Johnson and Curtis, 2001). كذلك يُتوقع أن تؤدي التغيرات في أنظمة الاضطراب، وبالأخص في وقوع حرائق الغابات الشديدة وتفشي الآفات الحشرية، وأنواع الاضطرابات الأخرى التي تتسبب في استبدال المجموعات الشجرية إلى تغير حوض كربون التربة الحرجية (Li and Apps, 2002; de Groot et al., 2002). وإضافة إلى ذلك، يعمل تصريف مناطق المجموعات الشجرية بالأحراج في التربة العضوية إلى خفض مخزون كربون التربة.

توجد المعلومات العامة والخطوط التوجيهية المتصلة بتقدير التغيرات في مخزون كربون التربة في الفصل 2، القسم 2-3-3، وينبغي قراءتها قبل البدء في الخطوط التوجيهية الخاصة التي تتعامل مخزون الكربون في التربة الحرجية. وتُحسب التغيرات في مخزون كربون التربة المتصلة بالأحراج باستخدام المعادلة 2-24 في الفصل 2، والتي تجمع التغير في مخزون الكربون العضوي بكل من أنواع التربة المعدنية والعضوية وتغيرات المخزون لأحواض الكربون غير العضوي بالتربة (المستوى 3 فقط). ويتناول هذا القسم بشكل موسع الإجراءات والممارسات السليمة المعنية بتقدير التغير في المخزون العضوي بكربون التربة الحرجية (ملاحظة: لا يتضمن القسم الفرش الحرجي، أي المادة العضوية الميتة). وتُقدم إرشادات منفصلة لنوعين من التربة الحرجية: (1) أنواع التربة الحرجية المعدنية، و(2) أنواع التربة الحرجية العضوية. راجع القسم 2-3-3-1 للاطلاع على المناقشة العامة حول كربون التربة غير العضوي (لا تحتوي المناقشات التالية المعنية بالأراضي الحرجية على أية معلومات إضافية).

ولحساب التغيرات في مخزون كربون التربة في *الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية*، ينبغي للبلدان أن يتوافر لديها، على الأقل، تقديرات لمساحة الأراضي الحرجية الإجمالية في بداية ونهاية فترة الحصر، وأن تكون هذه التقديرات مقسمة حسب المنطقة المناخية ونوع التربة. وإذا كانت بيانات أنشطة استخدام وإدارة الأراضي محدودة، فيمكن استخدام بيانات أنشطة المقترب 1 (راجع الفصل 3) كأساس لمقترب من المستوى 1، غير أن المستويات الأعلى يُرجح أن تحتاج لسجلات أكثر تفصيلاً أو معرفة الخبراء في البلد بالتوزيع التقريبي لأنظمة إدارة الأحراج. ويجب تقسيم طبقات الأراضي الحرجية وفقاً للمناطق المناخية وأنواع التربة الرئيسية، وهو ما يمكن القيام به من خلال خرائط المناخ والتربة المناسبة.

4-2-3-1 اختيار الطريقة

يمكن تطوير عمليات الحصر باستخدام مقتربات المستوى 1 أو 2 أو 3، ويحق للبلدان اختيار استخدام مستويات مختلفة مع أنواع التربة المعدنية والعضوية. ويشتمل الفصل 2 على شجرات قرار لأنواع التربة المعدنية (الشكل 2-4) وأنواع التربة العضوية (الشكل 2-5) بهدف مساعدة القائمين بالحصر في اختيار المستوى المناسب لحصر كربون التربة.

أنواع التربة المعدنية

على الرغم من تزايد المؤلفات التي تتناول تأثير أنواع الأحراج وممارسات الإدارة والاضطرابات الأخرى على الكربون العضوي بالتربة، يظل الدليل المتاح فيما يخص هذا التأثير مرتبطاً إلى حد كبير بمواقع أو دراسات معينة، غير أنه يمكن في النهاية تعميمه استناداً إلى ظروف المناخ وخصائص التربة والمدى الزمني المعني، مع الوضع في الاعتبار تأثيرات وكثافة المعاينة عبر الزيادات المختلفة في أعماق التربة (Johnson and Curtis, 2001; Hoover, 2003; Page-Dumroese et al., 2003). ورغم ذلك، تظل المعرفة الحالية غير حاسمة من حيث حجم واتجاه تغيرات مخزون الكربون في أنواع التربة الحرجية المعدنية، نتيجة التأثر بنوع الحرج والإدارة والاضطرابات الأخرى، ولا يمكنها أن تدعم التعميمات العريضة.

المستوى 1

نظراً للأساس العملي غير المكتمل وما يرتبط بذلك من عدم تيقن، يفترض المستوى 1 أن مخزون كربون التربة الحرجية لا يتغير بالإدارة. وعلاوة على ذلك، ففي حالة استخدام بيانات أنشطة المقترب 2 أو 3 (راجع الفصل 3)، لا يعد من الضروري حساب التغيرات في مخزون الكربون بالنسبة لأنواع التربة المعدنية (أي أن التغير في مخزون كربون التربة العضوي يساوي صفراً).

وفي حالة استخدام بيانات الأنشطة المجمعة عبر المقترب 1 (راجع الفصل 3) ولم يكن بالإمكان تحديد مساحة الأرض المحولة *من وإلى* الأراضي الحرجية، فحينئذٍ يجب على القائم بالحصر تقدير مخزون كربون التربة في الأراضي الحرجية باستخدام المساحات في بداية ونهاية العام الذي يجري تقدير الحصر له ويشير الاختلاف إلى زيادة أو انخفاض تربة الأحراج. تُجمع قيمة التغيرات في مخزون كربون التربة بالأراضي الحرجية مع قيمة التغيرات في المخزون بأنواع الاستخدام الأخرى للحصول على تقدير إجمالي لتأثير تغير استخدام الأراضي. وفي حالة عدم حساب القائم بالحصر

المستوى 2

يُحسب مخزون الكربون العضوي بالتربة عن طريق المعادلة 2-25 (الفصل 2)، وذلك اعتماداً على القيم المرجعية لمخزون كربون التربة ومعاملات تغير مخزون الكربون الخاصة بالبلد بالنسبة لنوع الحرج (F_I) والإدارة (F_{MG}) ونظام الاضطراب الطبيعي (F_D). وينبغي ملاحظة أن معامل تغير المخزون بالنسبة لنظام الاضطراب الطبيعي (F_D) يستخدم بدلاً من معامل الاستخدام (F_{LU}) في المعادلة 2-25. إضافة إلى ذلك، يمكن استخدام المعلومات الخاصة بالبلد من أجل تحديد مخزون الكربون المرجعي، والمناطق المناخية، وأنواع التربة و/أو ونظام تصنيف إدارة الأراضي على نحو أفضل.

المستوى 3

تتطلب مقتربات المستوى 3 معرفة واسعة وبيانات مفصلة لوضع منهجية تقدير داخلية دقيقة وشاملة، بما في ذلك تقييم نتائج النموذج وتطبيق برنامج رصد داخلي أو أداة نمذجة. وتتمثل العناصر الأساسية التي يقوم عليها مقترب خاص بالبلد فيما يلي (مقتبس من Webbnet Land Resource Services Pty ltd، 1999):

- التصنيف الفرعي حسب المناطق المناخية، وأنواع الأحراج الرئيسية، وأنظمة الإدارة على نحو متسق مع تلك المستخدمة مع أحواض الكربون الأخرى في الحصر، وبالأخرض الكتلة الحيوية؛
- تحديد أنواع التربة السائدة في كل طبقة؛
- تحديد خصائص أحواض كربون التربة المناظرة، وتعريف العمليات المؤثرة في معدلات مدخلات ومخرجات كربون التربة العضوي والظروف التي في ظلها تقع هذه العمليات؛
- تحديد وتطبيق الطرق المناسبة لتقدير التغيرات في مخزون الكربون من أنواع التربة الحرجية لكل طبقة على أساس تشغيلي، بما في ذلك إجراءات تقييم النموذج؛ والاعتبارات المنهجية والتي يتوقع أن تتكون من مجموعة مؤلفة من أنشطة الرصد - مثل عمليات الحصر المتكررة المعنية بالتربة الحرجية - ودراسات النمذجة، وتأسيس المواقع المعيارية. يمكن الحصول على مزيد من الإرشادات حول الممارسات السلمية لرصد التربة بالمؤلفات العلمية (Kimble *et al*., 2003, Lal *et al*., 2001, McKenzie *et al*., 2000). وتقتضي *الممارسة السليمة* أن تخضع النماذج التي يتم وضعها أو تبنيها لهذا الغرض للمراجعة من قبل النظراء، وأن يتم التحقق منها باستخدام المشاهدات التي تمثل الأنظمة الحيوية الخاضعة للدراسة وعلى نحو مستقل من بيانات المعايرة.

أنواع التربة العضوية

المستوى 1

في الوقت الحالي، يتم تناول انبعاثات الكربون الناشئة عن التصريف في أنواع التربة العضوية الحرجية فقط في طريقة المستوى 1 نظراً للقيود المتعلقة بالبيانات وعدم توافر المعرفة الكافية بما يعوق وضع منهجية افتراضية أكثر دقة. وتُقسم أنواع التربة الحرجية العضوية المصرفة باستخدام المعادلة 2-26 (الفصل 2) حسب نوع المناخ ثم يتم ضربها في معامل انبعاث خاص بالمناخ لاشتقاق تقدير لعمليات انبعاث الكربون السنوية. ويمكن تضمين المساحات المحولة

المستوى 2

فيما يتعلق بالتقدير باستخدام المستوى 2، يتم الاعتماد على نفس المعادلة الأساسية في المستوى 1 (المعادلة 2-26)، غير أنه يتم دمج المعلومات الخاصة بالبلد من أجل التحديد الأفضل لمعاملات الانبعاث والمناطق المناخية و/أو وضع خطة تصنيف للأحراج فيما يتصل بأنواع التربة العضوية.

المستوى 3

تتضمن منهجية المستوى 3 تقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المرتبطة بإدارة بأنواع التربة الحرجية العضوية، بما في ذلك كافة الأنشطة البشرية التي يُحتمل أن تؤدي إلى تغيير النظام الهيدرولوجي، ودرجة حرارة السطح والتكوين النباتي بأنواع التربة العضوية الحرجية والاضطرابات الرئيسية مثل الحرائق.

4-2-3-2 اختيار معاملات تغير المخزون والانبعاث

أنواع التربة المعدنية

المستوى 1

لا يعد حساب تقديرات المخزون في *الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية* مطلباً ضرورياً عند استخدام بيانات أنشطة المقترب 2 أو 3 (راجع الفصل 3). وعند استخدام بيانات أنشطة المقترب 1، فإن معاملات تغير المخزون، بما في ذلك قيم المدخلات والإدارة ونظام الاضطراب، تساوي 1 باستخدام مقترب المستوى 1. وبالتالي، تكون هناك حاجة للقيم المرجعية لمخزون الكربون فقط من أجل تطبيق الطريقة، يمكن الحصول على هذه القيم من الجدول 2-3 بالفصل 2.

المستوى 2

في مقترب من المستوى 2، تُشتق معاملات تغير المخزون بناءاً على خطة تصنيف خاصة بالبلد المعني للإدارة وأنواع الأحراج وأنظمة الاضطرابات الطبيعية. ويجب أن يشتمل مقترب المستوى 2 كذلك على اشتقاق قيم مخزون مرجعية خاصة بالبلد المعني، وعلى تصنيف أكثر تفصيلاً على أساس المناخ وأنواع التربة من الفئات الافتراضية المقدمة في طريقة المستوى 1.

ومن *الممارسة السليمة* أن يتم التركيز على المعاملات ذات التأثير الكلي الأكبر، مع الوضع في الاعتبار التأثير على الكربون العضوي في التربة الحرجية ومدى الأحراج المتأثرة. ويمكن تقسيم ممارسات الإدارة على نحو عريض في ممارسات مكثفة (مثل الأحراج المزروعة) وممارسات انتشارية (مثل الأحراج الطبيعية)، مع العلم بأنه يمكن إعادة تحديد هذه الفئات وفقاً للظروف الوطنية. ويُرجح أن يستند وضع معاملات تغير المخزون إلى دراسات مكثفة في مواقع تجريبية وعلى عينات من قطع الأراضي، وأن يتضمن ذلك القيام بمقارنات مكررة موقع مكررة ومقترنة (Johnson *et al*., 2002; Olsson *et al*., 1996)؛ راجع أيضاً دراسات المراجعة التي قام بها Johnson and Curtis, 2001; and Hoover, 2003). وفيما يتصل بالممارسة العملية، قد لا يتسنى فصل تأثيرات أنواع الأحراج وممارسات الإدارة وأنظمة الاضطراب المختلفة، وفي هذه الحالة يمكن جمع بعض معاملات تغير المخزون في معامل ضبط واحد. وعند توافر بيانات جيدة التوثيق لأنواع الأحراج في أنظمة الإدارة المختلفة لدى البلد، يكون بالإمكان اشتقاق تقديرات الكربون العضوي بالتربة مباشرة دون استخدام قيم مرجعية لمخزونات الكربون أو معاملات ضبط. ورغم ذلك، يجب إنشاء علاقة مع القيم المرجعية للمخزون حتى يتسنى حساب تأثير تغير استخدام الأراضي دون زيادات أو انخفاضات غير فعلية في مخزون الكربون، نتيجة غياب الاتساق في الطرق عبر فئات الاستخدام المتعددة (أي، الأراضي الحرجية والأراضي الزراعية والمروج الطبيعية وأراضي الاستيطان والأراضي الأخرى).

وتجدر الإشارة إلى أنه يمكن تحسين عمليات الحصر عن طريق اشتقاق قيم مرجعية لمخزون الكربون خاصة بالبلد (SOC_{ref}) يتم جمعها من الدراسات أو المسوح المنشورة. هذه القيم يتم الحصول عليها عادة من خلال وضع و/أو تجميع قواعد بيانات كبيرة لتشكيل التربة (Scott *et al*., 2002; Siltanen *et al*., 1997). ويمكن الحصول على إرشادات إضافية فيما يخص اشتقاق معاملات تغير المخزون والقيم المرجعية لمخزون الكربون في القسم 2-3-3-1 (الفصل 2).

المستوى 3

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

أنواع التربة العضوية

المستوى 1

يشتمل الجدول 4-6 بالقسم 4-5 على معاملات الانبعاث الافتراضية اللازمة لتقدير فقد الكربون المقترن بالتصريف في أنواع التربة العضوية.

المستوى 2

تُستمد معاملات الانبعاث في مقتربات المستوى 2من بيانات البلد المعني. والاعتبار الأهم في هذا الخصوص هو ما إذا كان سيتم التقسيم الفرعي لأنواع الأحراج والإدارة وكذلك المناطق المناخية في طبقات أصغر. وتعتمد هذه القرارات على البيانات التجريبية التي تبرهن على وجود اختلافات مؤثرة في معدلات فقد الكربون. على سبيل المثال، يمكن وضع طبقات تصريف للعديد من أنظمة إدارة الأحراج. علاوة على ذلك، قد تؤدي أنشطة الإدارة إلى تعطيل ديناميكيات الكربون بأنواع التربة العضوية الأساسية. وقد يتسبب الحصاد، على سبيل المثال، في ارتفاع مستوى الماء نتيجة الإعاقة المنخفضة والتبخر والنتح (Dubé *et al*., 1995).

المستوى 3

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

4-2-3-3 اختيار بيانات الأنشطة

أنواع التربة المعدنية

المستوى 1

يُفترض، في مقترب من المستوى 1، أن مخزون كربون التربة الحرجية لا يتغير بالإدارة، ولذلك فليس من الضروري أن يتم تقسيم الحرج إلى عدة أنواع أو طبقات إدارة أو أنظمة اضطرابات طبيعية. غير أنه في حالة استخدام بيانات الأنشطة الخاصة بالمقترب 1 (راجع الفصل 3) تكون هناك حاجة إلى البيانات البيئية لتقسيم البلد إلى مناطق مناخية وأنواع تربة من أجل تطبيق القيم المرجعية المناسبة لمخزون الكربون على الأراضي الحرجية. ويشتمل الملحق 3أ-5 بالفصل 3 على وصف مفصل لخطة التقسيم المناخي الافتراضية. وفي حالة عدم توافر المعلومات اللازمة لتقسيم أنواع المناخ من قواعد البيانات الوطنية، فيمكن الاعتماد على المصادر العالمية للبيانات المناخية مثل البرنامج البيئي للأمم المتحدة. كذلك يلزم توافر

المستوى 2

تتألف بيانات الأنشطة المطلوبة لمقترب من المستوى 2 في أنواع الأحراج الرئيسية وممارسات الإدارة وأنظمة الاضطرابات والمساحات التي تُطبق عليها هذه البيانات. ويُفضل أن تكون البيانات مرتبطة بالحصر الوطني للأحراج، حال وجوده، و/أو بقواعد البيانات الوطنية للتربة والمناخ. وتشمل التغيرات الشائعة: تحويل الأحراج غير المدارة إلى أحراج مدارة، وتحويل الأحراج البكر إلى نوع حرجي جديد، وتكثيف أنشطة إدارة الأحراج، مثل إعداد الموقع وغرس الأشجار والتغيرات في طول فترة الدوران، والتغيرات في ممارسات الحصاد (حصاد الساق مقابل الشجرة كاملة، مقدار البقايا المتخلفة بالموقع)، وتكرار الاضطرابات (تفشي الأمراض والآفات الحشرية والفيضانات والحرائق ونحو ذلك). وتتباين مصادر البيانات وفقا لنظام إدارة الأحراج بالبلد، غير أنها يمكن أن تشمل المقاولين من الأفراد والشركات والسلطات القانونية المعنية بالأحراج والمؤسسات البحثية، والهيئات المسؤولة عن عمليات حصر الأحراج. وتتنوع تنسيقات البيانات بصورة واسعة، وتشمل، على سبيل المثال لا الحصر، تقارير الأنشطة وعمليات الحصر المعنية بإدارة الأحراج وأنظمة التقاط الصور بالاستشعار عن بعد.

علاوة على ذلك، يجب أن يشتمل المستوى 2 على تصنيف للبيانات البيئية أكثر تفصيلاً من مقترب المستوى 1، بما في ذلك المناطق المناخية وأنواع التربة، والذي يمكن أن يكون قائماً على قاعدة بيانات وطنية لأنواع المناخ والتربة. وعند استخدام خطة تصنيف أكثر تصنيفاً في حصر من المستوى 2، تكون هناك حاجة لاشتقاق مخزونات الكربون المرجعية لمجموعة المناطق المناخية وأنواع التربة الأكثر تفصيلاً، كما يلزم تقسيم بيانات إدارة الأراضي بناءً على التصنيف الخاص بالبلد.

المستوى 3

لتطبيق النماذج الديناميكية و/أو عملية حصر قائمة على القياس المباشر في المستوى 3، يلزم توافر بيانات مشابهة أو أكثر تفصيلاً لمجموعات بيانات المناخ والتربة والطبوغرافيا والإدارة مقارنة بطرق المستوى 1 و2، غير أن المتطلبات الدقيقة تعتمد على تصميم النموذج أو القياس.

أنواع التربة العضوية

المستوى 1

لا تُقسم الأحراج إلى أنظمة متعددة عند استخدام طرق المستوى 1. ورغم ذلك، تحتاج مساحات الأراضي إلى التصنيف حسب المنطقة المناخية ونوع التربة (راجع الفصل 3 للحصول على إرشادات حول تصنيف المناخ والتربة) بما يتيح تحديد أنواع التربة العضوية وتطبيق معامل الانبعاث الافتراضي المناسب.

المستوى 2

قد تشتمل مقتربات المستوى 2 على تصنيف أكثر تفصيلاً للإدارة، أو نوع الحرج أو نظام الاضطراب في أسلوب يتفق مع معاملات الانبعاث المستخدمة في البلد فيما يخص أنواع التربة المعدنية. على سبيل المثال، تحتاج أنظمة الأحراج إلى التصنيف حسب نوع التصريف إذا كانت معاملات الإدارة مشتقة حسب طبقة التصريف. ورغم ذلك فإنه من *الممارسة السليمة* أن يكون التصنيف قائماً على البيانات التجريبية التي تبرهن على وجود اختلافات كبيرة في معدلات تغير الكربون بالنسبة للفئات المقترحة. علاوة على ذلك، يجب أن تتضمن مقتربات المستوى 2 نظام تصنيف أكثر تفصيلاً للمناطق المناخية.

المستوى 3

ولتطبيق النماذج الديناميكية و/أو عملية حصر قائمة على القياس المباشر في المستوى 3، يلزم توافر بيانات مشابهة أو أكثر تفصيلاً حول مجموعات بيانات المناخ والتربة والطبوغرافيا والإدارة مقارنة بالمستوى 1 و2، غير أن المتطلبات الدقيقة تعتمد على تصميم النموذج أو القياس.

4-3-2-4 خطوات الحساب في المستوى 1

أنواع التربة المعدنية

نظرا لأن المستوى 1 يفترض عدم وجود تغير في مخزون الكربون بالتربة المعدنية في *الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية*، فليس ثمة حاجة إلى تقديم إرشادات حول خطوات الحساب.

أنواع التربة العضوية

الخطوة 1: تقدير مساحة أنواع التربة العضوية المصرفة التي تندرج تحت الأحراج المدارة في كل منطقة مناخية بالبلد لكل عام أو للعام الأخير في كل فترة زمنية للحصر (على سبيل المثال الانبعاثات خلال فترة حصر بين 1990 و2000 تكون قائمة على استخدام الأراضي في عام 2000، على فرض أن استخدام وإدارة الأراضي يمكن معرفتهما فقط لهذين العامين خلال الفترة الزمنية للحصر).

الخطوة 2: اختيار معامل الانبعاث الملائم (EF) لعمليات الفقد السنوية لثاني أكسيد الكربون (من الجدول 4-6).

الخطوة 3: تقدير الانبعاثات الإجمالية عن طريق جمع حاصل المساحة (A) مضروباً في معامل الانبعاث (EF) لكافة المناطق المناخية.

4-2-3-5 تقدير عدم التيقن

توجد ثلاثة مصادر عريضة لعدم التيقن في عمليات حصر كربون التربة: (1) أوجه عدم التيقن في بيانات استخدام الأراضي وإدارتها والبيانات البيئية؛ و(2) أوجه عدم التيقن في القيم المرجعية لمخزون كربون التربة عند استخدام مقتربات من المستوى 1 أو 2 (أنواع التربة المعدنية فقط)؛ و(3) أوجه عدم التيقن في معاملات الانبعاث/تغير المخزون بالنسبة لمقتربات المستوى 1 أو المستوى 2، والخطأ في بارامترات/تركيب النموذج بالنسبة لمقتربات المستوى 3 القائمة على النماذج أو خطأ القياس/تغيرية المعاينة المرتبطة بعمليات حصر المستوى 3 القائمة على القياسات. وبصفة عامة، تزداد دقة الحصر (بما يعني فترات ثقة أقصر) مع استخدام عمليات معاينة أكثر لتقدير قيم الفئات الثلاثة العريضة. علاوة على ذلك، يمكن الحد من التحيز (أي تحسين الدقة) بصورة أكبر عبر تطوير عملية حصر من مستوى أعلى تستخدم المعلومات الخاصة بالبلد.

وفيما يتعلق بالمستوى 1، تم تقديم أوجه عدم التيقن المرتبطة بالقيم المرجعية لمخزون الكربون في الهامش الأول بالجدول 2-3 (الفصل 2) بينما تم تقديم أوجه عدم التيقن المرتبطة بمعامل الانبعاث في الجدول 4-6 بالقسم 4-5. ويكون على القائم بعملية الحصر التعامل مع أوجه عدم التيقن في بيانات إدارة واستخدام الأراضي، والتي يتم بعد ذلك إضافتها إلى أوجه عدم التيقن المرتبطة بالمعاملات الافتراضية وقيم المخزون المرجعية (بالنسبة لأنواع التربة المعدنية فقط) باستخدام الطريقة المناسبة، مثل المعادلات البسيطة لتوليد الخطأ. راجع القسم 4-2-1-5 لتقدير عدم التيقن فيما يتعلق بتقديرات مساحة الأراضي. ورغم ذلك، فإن *الممارسة السليمة* تستلزم من القائم بالحصر اشتقاق أوجه عدم التيقن من بيانات الأنشطة الخاصة بالبلد المعني بدلاً من استخدام مستوى افتراضي.

وقد تنطوي القيم المرجعية لمخزون الكربون في أنواع التربة المعدنية وكذلك معاملات الانبعاث في أنواع التربة العضوية على مستويات عالية متأصلة من عدم التيقن، وبالأخص التحيز، عند تطبيقها على بلدان معينة. وتمثل المستويات الافتراضية قيم 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. وتُستخدم الأبحاث التي تجرى في البلد أو الأقاليم المجاورة حول أثر استخدام الأراضي والإدارة على كربون التربة كأساس للمقتربات ذات المستوى الأعلى. أضف إلى ذلك أن *الممارسة السليمة* تستلزم الحد من التحيز عن طريق حساب الاختلافات الملموسة داخل البلد في تأثيرات استخدام وإدارة الأراضي، مثل التباين بين المناطق المناخية و/أو أنواع التربة، حتى على حساب الدقة في تقديرات المعامل (Ogle et al., 2006). ويمثل التحيز مشكلة أكبر عند الإبلاغ عن تغيرات المخزون نظراً لأنه لا يتم بالضرورة تسجيله في نطاق عدم التيقن (أي أن التغير الصحيح في المخزون قد يكون خارج نطاق عدم التيقن الذي يتم الإبلاغ عنه في حالة وجود نسبة تحيز كبيرة 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. وتقتضي *الممارسة السليمة* تصميم نظام تصنيف يستوعب غالبية أنشطة استخدام وإدارة الأراضي مع حجم عينة كافٍ للحد من عدم التيقن على المستوى الوطني.

وبالنسبة لطرق المستوى 2، يتم الاستعانة بالمعلومات الخاصة بالبلد في تحليل الحصر لأغراض الحد من التحيز. على سبيل المثال، استخدم أوغل وآخرون (2003) البيانات الخاصة بالبلد في بناء دوال توزيع الاحتمالية للمعاملات وبيانات الأنشطة والقيم المرجعية لمخزون الكربون الخاصة بالولايات المتحدة الأمريكية فيما يخص أنواع التربة الزراعية. ومن *الممارسة السليمة* أن يتم تقييم حالات التبعية بين المعاملات والقيم المرجعية لمخزون الكربون وبيانات أنشطة استخدام وإدارة الأراضي. وتكون حالات التبعية القوية سمة عامة بالأخص في بيانات أنشطة استخدام وإدارة الأراضي نظرا لأن ممارسات الإدارة تميل للترابط في الزمن والمكان. ويمكن جمع أوجه عدم التيقن في معاملات الانبعاث/تغير المخزون الكربون والقيم المرجعية لمخزون الكربون وبيانات الأنشطة باستخدام طرق مثل المعادلات البسيطة لتوليد الخطأ أو إجراءات مونت كارلو.

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

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

قد يؤثر كل من الحرائق غير المدارة (الحرائق الطبيعية) والمدارة (المقصودة) بصورة كبيرة على انبعاثات غازات الاحتباس الحراري غير ثاني أكسيد الكربون من الأحراج. وفي الأراضي *الحرجية التي تظل أراضي حرجية*، ينبغي كذلك حساب انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من حرق الكتلة الحيوية نظرا لأن هذه الانبعاثات تكون بصفة عامة غير متزامنة مع معدلات امتصاص ثاني أكسيد الكربون. وهو ما يكون ذا أهمية خاصة بعد الحرائق الطبيعية التي تؤدي إلى استبدال المجموعات الشجرية وأثناء دورات الزراعة المتنقلة في المناطق الاستوائية. وفي حالة تغير نوع الحرج (على سبيل المثال تحويل الأحراج الطبيعية إلى مغارس حرجية) قد تكون هناك انبعاثات صافية من ثاني أكسيد الكربون من حرق الكتلة الحيوية خلال الأعوام الأولية، وبالأخص في حالة تعرض مقدار كبير من الكتلة الحيوية الخشبية للحرق أثناء التحويل. ورغم ذلك، فبمرور الوقت لا تكون التأثيرات كبيرة مقارنة بالتأثيرات الناتجة من *الأراضي الحرجية المحولة إلى أراض زراعية أو مروج طبيعية*. ويتم الإبلاغ عن انبعاثات الحرائق أثناء تحويل الاستخدام في فئة الاستخدام الجديدة ما لم يتم استخدام التمثيل المحدود لمساحة الأراضي في المقترب 1 بدون بيانات تكميلية تسمح بتحديد تحويلات استخدام الأراضي على نحو واضح، وهو ما يؤدي إلى تضمين كافة الانبعاثات من الأراضي الحرجية في فئة *الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية*.

وتلخص المعادلة 2-27 في الفصل 2 الطريقة العامة لتقدير انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في *الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية* وفي *الأراضي المحولة إلى أراضي حرجية*. ويقدم القسم 2-4 من الفصل 2 الجداول الافتراضية لمقترب المستوى 1 أو مكونات مقترب من المستوى 2.

4-2-4-1 اختيار الطريقة

من *الممارسة السليمة* أن تستند البلدان في اختيارها لمستوى الإبلاغ المناسب عن انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من الحرائق إلى شجرة القرار بالشكل 2-6 في الفصل 2. ويجب استخدام مقترب من المستوى 2 أو 3 إذا ما كانت الحرائق تمثل فئة رئيسية. أما فيما يتعلق بالحرائق المقصودة، فتكون هناك حاجة للبيانات من البلد المعني لاستخراج تقديرات انبعاث أكثر موثوقية، نظرا لأن قواعد البيانات العالمية لا توفر بيانات الأنشطة، بصفة عامة، على النحو المطلوب. وفي الأراضي الحرجية، ينبغي حساب كل من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون نتيجة حرق الكتلة الحيوية وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون نتيجة تجدد نمو الغطاء النباتي وذلك عند تقدير التدفق الصافي للكربون.

4-2-4-2 اختيار معاملات الانبعاث

تعتبر قيمة كتلة الوقود المتاحة للاحتراق (M_B بالمعادلة 2-27) هامة لتقدير الانبعاثات من غير ثاني أكسيد الكربون. ويمكن الحصول على البيانات الافتراضية لدعم تقديرات الانبعاثات عند استخدام مقترب من المستوى 1 في الجداول من 2-4 إلى 2-6 بالفصل 2. وتحتاج البلدان لتقدير كيفية توافق أنواع الغطاء النباتي بها مع الفئات العريضة للغطاء النباتي الواردة في الجداول الافتراضية. وقد تم تقديم الإرشادات ذات الأهمية في هذا الخصوص بالفصل 3 (التمثيل المتسق للأراضي). وينبغي أن يتوافر لدى البلدان التي تستخدم المستوى 2 بيانات وطنية أكثر تفصيلاً حول قيمة M_B ، وفقاً لأنواع الأحراج وأنظمة الإدارة. ويتطلب التقدير باستخدام المستوى 3 تقديرات مكانية لقيمة M_B وفقاً لأنواع الأحراج والمناطق وأنظمة الإدارة المختلفة. ويمكن لطرق المستوى 3 كذلك أن تعمل على تقسيم الحرائق في مستويات شدة مختلفة، بما يؤدي إلى مقادير مختلفة من استهلاك الوقود.

4-2-4-3 اختيار بيانات الأنشطة

يلزم توافر تقديرات المساحة المتأثرة بالحرق في *فئة الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية*. وتوجد قاعدة بيانات عالمية تغطي المساحة المحترقة بصفة سنوية بفعل الحرائق غير أن هذه القاعدة لن تقدم بيانات موثوقة للمساحة المحترقة سنويا نتيجة الحرائق المقصودة في البلدان الفردية. لذا، فإن من *الممارسة السليمة* أن يتم وضع تقديرات وطنية للمساحة المحترقة وكذلك طبيعة الحرائق خاصة كيفية تأثيرها على ديناميكيات كربون الحرج (على سبيل المثال، التأثير على وفيات الأشجار) لتحسين الموثوقية في عمليات الحصر الوطنية. ويُرجح أن تتوافر لدى البلدان التي تستخدم المستوى 2 تقديرات وطنية. يتطلب التقدير باستخدام المستوى 3 تقديرات خاصة بالمنطقة ونوع الحرج للمساحة التي تعرضت للحرائق وكذلك مدى شدة الحريق.

ملخص بالخطوات المستخدمة في حساب انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من حرق الكتلة الحيوية باستخدام المعادلة 2-27 بالفصل 2:

الخطوة 1: تقسيم مساحة *الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية* في أنواع أحراج ذات مناطق مناخية أو إيكولوجية مختلفة على النحو المتبع في البلد المعني للمعادلة 2-27 وذلك باستخدام الإرشادات الواردة في الفصل 3 (المقتربات المستخدمة في تمثيل مساحات الأراضي). بعد ذلك يجب الحصول على تقديرات A (المساحة المحترقة) من قواعد البيانات العالمية أو من المصادر الوطنية.

الخطوة 2: تقدير كتلة الوقود (M_B) المتاحة للاحتراق، بالأطنان لكل هكتار، وهو ما يتضمن الكتلة الحيوية والفرش الحرجي والخشب الميت.

الخطوة 3: اختيار معامل الاحتراق C_f (القيم الافتراضية واردة في الجدول 2-6، الفصل 2).

الخطوة 4: ضرب M_B وC_f للحصول على تقدير لكمية الوقود المحترقة .وإذا كانت قيمة أي من M_B أو C_f غير معروفة، فيمكن الحصول من الجدول 2-4 على القيم الافتراضية لهما.

الخطوة 5: اختيار معامل الانبعاث G_{ef} (المعاملات الافتراضية واردة في الجدول 2-5، الفصل 2).

الخطوة 6: ضرب البارامترات A وM_B وC_f (أو M_B وC_f، الجدول 2-4) وG_{ef} للحصول على كمية انبعاث غاز الاحتباس الحراري من حرق الكتلة الحيوية .تكرار الخطوات مع كل غاز من غازات الاحتباس الحراري.

4-2-4-4 تقدير عدم التيقن

ينبغي تقدير أوجه عدم التيقن الخاصة بالبلد المعني *للأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية*. وتكون هذه التقديرات محصلة لأوجه عدم التيقن المقترنة ببيانات الأنشطة (المساحة المحترقة) ومعاملات الانبعاث. وتقتضي *الممارسة السليمة* إيراد تقديرات للخطأ (مثل النطاقات، والأخطاء المعيارية) وعدم استخدام بيانات أو مقتربات خاصة بالبلد (على سبيل المثال، إذا كانت ذات طبيعة محدودة)، ما لم يكن من شأن ذلك أن يفضي إلى الحد من أوجه عدم التيقن مقارنة بمقتربات المستوى 1.

4-3 الأراضي المحولة إلى أراضٍ حرجية

يقدم هذا القسم إرشادات منهجية حول التقدير السنوي لانبعاثات وعمليات إزالة غازات الاحتباس الحراري في الأراضي المحولة إلى أراضٍ حرجية من أنواع استخدام الأراضي المختلفة، بما في ذلك الأراضي الزراعية، والمروج الطبيعية، والأراضي الرطبة، وأراضي الاستيطان والأراضي الأخرى، وذلك عن طريق أنشطة التشجير وإعادة التحريج، سواء تم ذلك بوسائل تجديد طبيعية أم اصطناعية (يشمل ذلك المغارس الحرجية). ومن الأهمية أن يتم تقدير الانبعاثات وعمليات الإزالة بالأراضي المهجورة، والتي يتم تجديدها وتحويلها إلى أحراج بفعل الأنشطة البشرية في هذا القسم. وتجدر الإشارة إلى أن هذا القسم يستخدم كبديل للطريقة الموضحة بالفئات 5أ و5ج و5د من *الخطوط التوجيهية للهيئة*. وتُحول الأراضي إلى أراضٍ حرجية عن طريق التشجير وإعادة التحريج، سواءاً كان ذلك من خلال التجديد النباتي الطبيعي أو الاصطناعي (يشمل ذلك المغارس الحرجية). ويتضمن التحويل البشري دعم تجدد النمو الطبيعي (على سبيل المثال، عن طريق تحسين التوازن المائي للتربة من خلال الصرف)، وإنشاء المغارس الحرجية بالأراضي غير الحرجية أو الأراضي الحرجية غير المدارة سابقاً، وأراضي الاستيطان ،والمواقع الصناعية، وهجر الأراضي الزراعية، والمراعي والأراضي الأخرى المدارة التي تتجدد إلى أحراج. مع العلم بأن الأحراج غير المدارة لا تعتبر مصادر أو بواليع بشرية المنشأ لغازات الاحتباس الحراري، ويتم استبعادها من حسابات الحصر. وفي حالة تأثر هذه الأحراج غير المدارة بالأنشطة البشرية مثل الغرس والتقليم ودعم النمو الطبيعي أو نحو ذلك، فإن وضعها يتغير وتصبح أحراج مدارة، ويتم الإبلاغ عنها تحت فئة *الأراضي المحولة إلى أراضٍ حرجية*، ويجب تضمين انبعاثات وعمليات إزالة غاز الاحتباس الحراري بها في عملية الحصر وتقديرها باستخدام الإرشادات الواردة في هذا القسم. وقد يؤدي تحويل الأراضي إلى فقد أولي للكربون نتيجة التغيرات في الكتلة الحيوية والمادة العضوية الميتة وكربون التربة. غير أن ممارسات تجدد النمو الطبيعي والغرس قد تفضي إلى زيادة الكربون وهو ما يرتبط بالتغير في المساحات المغروسة ومخزونها من الكتلة الحيوية.

وتعتبر الأراضي التي تم تحويل استخدامها أراضي حرجية في حالة توافقها، بعد التحويل، مع تعريف الأحراج المستخدم في البلد. ويتم تغطية *الأراضي المحولة إلى أراضٍ حرجية* في هذا القسم من الحصر الوطني لغاز الاحتباس الحراري حتى يصل كربون التربة في الأحراج الجديدة إلى مستوى ثابت. ويُقترح استخدام فترة افتراضية تبلغ عشرين عاماً[4]. وقد تتطلب الأنظمة الحيوية في الأحراج وقتاً معيناً للعودة إلى الوضع المستقر للكتلة الحيوية وحوضي التربة والفرش الحرجي. وفي ضوء ذلك ولاعتبارات عملية، تم اقتراح الفترة الافتراضية التي تبلغ عشرين عاماً. ويمكن للبلدان مد الفترة الافتراضية إذا رغبت في ذلك. وبعد انقضاء عشرين عاما أو الفترة الافتراضية المحددة بواسطة البلد، تُعامل الأراضي المحولة على أنها أراضٍ حرجية، أي يتم نقل مساحتها من فئة *الأراضي المحولة إلى أراضٍ حرجية* إلى فئة *الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية* (القسم 4-2)، ويمكن اعتبار المساحات التي لا تزال تحت التأسيس طبقة مستقلة إذا لزم. ويجب تناول عمليات قطع الجذور التي يعقبها تجدد النمو في فئة *الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية*، لعدم وجود أي تغير في الاستخدام.

وتجدر الإشارة إلى أن بعض الأراضي المهجورة قد تكون في الوقت نفسه مجدبة أو ملحية أو متآكلة بما يحول دون تجدد النمو. وفي هذه الحالة، إما أن تبقى الأراضي بحالتها الراهنة أو تتعرض لمزيد من التدهور وتفقد مادتها العضوية. وهذه الأراضي التي تظل ثابتة فيما يتعلق بتدفق الكربون يمكن تجاهلها. ورغم ذلك، ففي بعض البلدان، قد يمثل تدهور الأراضي المهجورة مشكلة كبيرة وقد يكون مصدراً هاماً لثاني أكسيد الكربون. وفي حالة استمرار تدهور الأراضي، فقد ينخفض كل من الكتلة الحيوية فوق الأرض وكربون التربة على نحو سريع، على سبيل المثال، نتيجة التحات. وقد يُعاد تخزين الكربون الموجود بالتربة المتآكلة في الأنهار أو البحيرات أو المجاري الأخرى الموجودة بالأراضي. وبالنسبة للبلدان التي توجد بها مساحة كبيرة من هذه الأراضي، فيجب تناول هذه المسألة بمزيد من العمليات الحسابية الدقيقة.

تصنيف الأراضي: يمكن تصنيف *الأراضي المحولة إلى أراضٍ حرجية* استناداً إلى النطاقات المناخية والمناطق الإيكولوجية وطبقات الظلة الحرجية. ويتنوع مخزون الكربون حسب المناخ ونوع المجال الحيوي أو الحرج، وتمازج الأنواع، وممارسات الإدارة ونحو ذلك. ومن *الممارسة السليمة* أن يتم تصنيف الأراضي في فئات فرعية متجانسة (راجع الفصل 3) من أجل الحد من عدم التيقن في تقديرات انبعاث غاز الاحتباس الحراري.

وينقسم تقدير انبعاثات وعمليات إزالة الكربون نتيجة تحويل استخدام الأراضي إلى أراضٍ حرجية إلى ثلاثة أقسام فرعية: التغير في مخزون الكربون بالكتلة الحيوية (القسم 4-3-1)، والتغير في مخزون الكربون بالمادة العضوية الميتة (القسم 4-3-2) والتغير في مخزون الكربون بأنواع التربة (القسم 4-3-3). وتُحسب التغيرات السنوية في مخزون الكربون في *الأراضي المحولة إلى أراضٍ حرجية* باستخدام المعادلة 2-2 و2-3 بالفصل 2، على أساس التغيرات السنوية في مخزونات الكربون بالكتلة الحيوية والمادة العضوية الميتة (والتي تشمل الخشب الميت والفرش الحرجي) والتربة. وتقدر التغيرات في مخزون الكربون في *الأراضي المحولة إلى أراضٍ حرجية* باستخدام:

- التغير السنوي في مخزون الكربون في الكتلة الحيوية فوق وتحت الأرض
- التغير السنوي في مخزون الكربون في المادة العضوية الميتة والتي تشمل كل من حوض الخشب الميت وحوض الفرش الحرجي
- التغير السنوي في مخزون الكربون بأنواع التربة

ويصف القسم 4-3-4 المقترب المستخدم لحساب انبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون استناداً إلى الطرق الواردة في الفصل 2.

ويمكن تطبيق هذه الطرق فقط في حالة استخدام تمثيل مساحات الأراضي من المقترب الثاني أو الثالث كما هو محدد بالفصل 3، أو في حالة استخدام بيانات المقترب الأول المقترنة ببيانات تكميلية تسمح بتحديد عمليات تحويل الاستخدام. وقد تم تحديد الخطوات التي يتم اتخاذها في هذا الخصوص بالقسم 4-2 أعلاه (*الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية*).

[4] من الواضح من أن معظم النظم الحيوية بالأحراج تحتاج لأكثر من 100 عام للعودة إلى مستوى حوض الكتلة الحيوية والتربة والفرش الحرجي في الحالة الطبيعية، ورغم ذلك فإن الأنشطة البشرية يمكنها تحسين معدل العودة إلى الحالة المستقرة لمخزونات الكربون. وفي ضوء هذه الاعتبارات وكأمر عملي، تم اقتراح الفترة الافتراضية التي تبلغ عشرين عاماً لتستوعب قيام الأنظمة الحيوية الحرجية. ويمكن للبلدان مد الفترة الانتقالية إذا رغبت في ذلك، مع مراعاة ضرورة استخدام فترة انتقالية متسقة لنظام مصفوفة استخدام الأراضي المعني بتمثيل مساحات الأراضي لكي يتسنى له العمل على نحو ملائم.

4-3-1 الكتلة الحيوية

يقدم هذا القسم إرشادات منهجية لحساب انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون بحساب التغيرات في الكتلة الحيوية في *الأراضي المحولة إلى أراض حرجية*. وهو يحل محل المنهجية المقدمة للإبلاغ عن فئتي "التغيرات في الأحراج ومخزونات الكتلة الحيوية الخشبية الأخرى" و"هجر الأراضي المدارة" من *الخطوط التوجيهية للهيئة* كما هو مطبق على الأحراج المنشأة حديثا.

4-3-1-1 اختيار الطريقة

يقدم هذا القسم إرشادات منهجية لحساب انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون بحساب التغيرات في الكتلة الحيوية فوق وتحت الأرض في *الأراضي المحولة إلى أراض حرجية*. واستنادا إلى تحليل الفئة الرئيسية وبيانات الأنشطة والموارد المتاحة فقد تم اقتراح طرق ثلاثية المستوى لتقدير التغيرات في مخزون الكتلة الحيوية. توضح شجرة القرار بالشكل 1-3 في الفصل 1 مقترب الممارسة السليمة لاختيار الطريقة اللازمة لحساب انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون في الكتلة الحيوية في *الأراضي المحولة إلى أراض حرجية*.

المستوى 1

يقدر التغير السنوي في مخزون الكربون في الكتلة الحيوية باستخدام المعادلة 2-7، الفصل 2. ويتبع المستوى 1 المقترب الافتراضي. ويتضمن استخدام البارامترات الافتراضية الواردة في القسم 4-5. ويمكن تطبيق هذا المقترب كذلك في حالة توافر البيانات حول الاستخدام السابق للأراضي، وهو ما قد يكون عليه الحال عند تقدير المساحات باستخدام المقترب الأول من الفصل 3. و يتضمن استخدام البارامترات الافتراضية الواردة في الجداول من 4-1 حتى 4-14.

الزيادة السنوية في مخزون الكربون في الكتلة الحيوية، ΔC_G. تُحسب قيمة ΔC_G باستخدام المعادلة 2-9، الفصل 2. ونظرا لأن معدل نمو الأشجار يتوقف بصورة كبيرة على أنظمة الإدارة، فيجب التفريق بين الأحراج المدارة على نحو مكثف (على سبيل المثال، المزارع الحرجية) والمدارة على نحو انتشاري (المجموعات الشجرية ذات التجدد الطبيعي التي تخضع لتدخل بشري منخفض أو ضئيل). ويمكن تقسيم الأحراج المدارة على نحو مكثف والمدارة على نحو انتشاري إلى فئات فرعية حسب المناخ والأنواع وممارسات الإدارة ونحو ذلك. ومن هنا يمكن تطبيق الزيادة السنوية في مخزون الكربون على نحو منفصل بالنسبة للأحراج المدارة على نحو مكثف والمدارة على نحو انتشاري باستخدام المعادلة 2-9 مرتين. أولاً، بالنسبة للأحراج المدارة على نحو مكثف باستخدام المساحة المعنية (A_I) ومتوسط النمو السنوي للكتلة الحيوية (G_{Total}) في الأحراج المدارة على نحو مكثف، وثانياً، بالنسبة للأحراج المدارة على نحو انتشاري باستخدام بيانات المساحة المناسبة (A_E) ومتوسط النمو السنوي للكتلة الحيوية (G_{Total}) بالنسبة للأراضي المدارة على نحو انتشاري. وتحسب قيمة G_{Total} باستخدام المعادلة 2-10، الفصل 2، وجداول البيانات الافتراضية بالقسم 4-5. ويمكن تقسيم الأحراج المدارة على نحو مكثف والمدارة على نحو انتشاري في فئات فرعية حسب المناخ والأنواع وممارسات إدارة الأحراج ونحو ذلك. ويجب اختيار البيانات الافتراضية لهذين النوعين استناداً إلى تركيب أنواع الأشجار والمنطقة المناخية. ويتم الحصول على هذه البيانات من القسم 4-5 حسبما يتفق مع كل نوع.

الانخفاض السنوي في مخزون الكربون في الكتلة الحيوية نتيجة عمليات الفقد ΔC_L. يتم تقدير فقد الكتلة الحيوية نتيجة إزالة الخشب ($L_{wood\text{-}removals}$)، وإزالة خشب الوقود ($L_{fuelwood}$) والاضطرابات ($L_{disturbance}$) في *الأراضي المحولة إلى أراض حرجية*، باستخدام المعادلة 2-11 في الفصل 2.

ويقدر الفقد في الكتلة الحيوية نتيجة إزالة الخشب ($L_{wood\text{-}removals}$) باستخدام المعادلة 2-12؛ الفصل 2، والقيم الافتراضية لكثافة الخشب الأساسية والبيانات المتعلقة بقطع الخشب المستدير، ومعامل توسيع وتحويل الكتلة الحيوية، ونسبة الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى فوق الأرض (R) وجزء الكربون من المادة الجافة (CF)، ويمكن الحصول على القيم الافتراضية من الجداول الواردة في القسم 4-5. ويُقدر الفقد في الكتلة الحيوية نتيجة إزالة خشب الوقود ($L_{fuelwood}$) باستخدام المعادلة 2-13 وبيانات تجميع الوقود ومعامل $BCEF_R$ المعني للمخزون النامي ونسبة R وقيمة CF من الجداول الافتراضية في القسم 4-5. ويمكن تقدير قيمة ($L_{disturbance}$) باستخدام المعادلة 2-14، الفصل 2، والقيم الخاصة بالاضطراب ومتوسط المخزون النامي للكتلة الحيوية بمساحات الأراضي المتأثرة بالاضطرابات ونسبة R وCF من الجداول الافتراضية بالقسم 4-5. وينبغي افتراض أن قيمة ΔC_L تساوي في حالة عدم توافر بيانات حول عمليات الفقد (للمعادلة 2-11). ولمنع ازدواجية الحساب أو الإسقاط، يجب الحفاظ على الاتساق في الإبلاغ بين القسمين 4-2-1 و4-3-1.

المستوى 2

تشبه طريقة المستوى 2 المستوى 1 غير أنها تستخدم البيانات المشتقة على المستوى الوطني وبيانات أنشطة أكثر تفصيلا كما تمكن من الحصول على تقديرات أكثر دقة للتغيرات في مخزون الكربون في الكتلة الحيوية. وتُحسب عمليات الإزالة السنوية في ثاني أكسيد الكربون كمجموع للزيادة في الكتلة الحيوية نتيجة نمو الكتلة الحيوية بالأراضي المحولة والتغيرات نتيجة التحويل الفعلي (الفرق بين مخزون الكتلة الحيوية قبل وبعد التحويل) وعمليات الفقد بالأراضي المحولة (المعادلتان 15 و16، الفصل 2).

وإلى جانب القيم الافتراضية، يتطلب تطبيق طريقة المستوى 2 (المعادلة 2-15) البيانات الوطنية الخاصة بكل من: (1) المساحة المحولة سنويا إلى أحراج؛ و(2) متوسط النمو السنوي في مخزون الكربون بالكتلة الحيوية للهكتار بالأراضي المحولة والذي يتم الحصول عليه، على سبيل المثال، من عمليات الحصر المعنية بالأحراج (لا يمكن تقديم بيانات افتراضية)؛ و(3) التغير في مخزون الكتلة الحيوية عند تحول الأراضي غير الحرجية إلى أراضٍ حرجية؛ و(5) الانبعاثات الناتجة عن الفقد في الكتلة الحيوية بالأراضي المحولة. وقد يحتاج المقترب إلى بيانات حول الاستخدامات السابقة للأراضي وكذلك معلومات مصفوفة تغير الاستخدام (راجع الجدول 3-4 بالفصل 3) ومخزون الكربون في هذه الأراضي.

ويجب تقدير قيمة ΔC_G باستخدام المعادلة 2-9، حيث يتم حساب مساحة (A) *الأراضي المحولة إلى أراضٍ حرجية* على نحو منفصل إلى جانب متوسط الزيادات السنوية بالنسبة للأحراج المدارة على نحو مكثف والمدارة على نحو انتشاري (والتي قد يتم تصنيفها في فئات فرعية وفقاً للأنواع والمناخ ونحو ذلك) ثم جمعها. ويُحسب متوسط الزيادة السنوية في الكتلة الحيوية في الأحراج المدارة وفقا لطريقة المستوى 2 كما هو موضح في القسم 4-2-1، *الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية*، والمعادلة 2-10 في الفصل 2، استنادا إلى بيانات البلد المعني حول متوسط النمو السنوي في الكتلة الحيوية بالحجم القابل للاتجار لكل هكتار في الأراضي المحولة إلى أراضٍ حرجية (يتم الحصول عليها من عمليات الحصر المعنية بالأحراج، على سبيل المثال) وكثافة الخشب الأساسية ومعاملات تحويل وتوسيع الكتلة الحيوية ونسبة الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى فوق الأرض.

وتتضمن قيمة $\Delta C_{CONVERSION}$ التغير الأولي في مخزون الكتلة الحيوية نتيجة تحويل الاستخدام، على سبيل المثال، قد يتم فقد جزء من الكتلة الحيوية عبر إزالة الأعشاب أو التجديد أو الأنشطة البشرية الأخرى التي تخضع لها الأرض قبل التجديد الاصطناعي أو الطبيعي. وتُحسب هذه التغيرات في مخزون كربون الكتلة الحيوية باستخدام المعادلة 2-16، الفصل 2. ويتطلب ذلك تقديرات مخزون الكتلة الحيوية حول نوع الأرض i قبل التحويل (B_{BEFORE_i}) وبعده (B_{AFTER_i}) ويعبر عنها بالأطنان من المادة الجافة لكل هكتار وكذلك مساحة استخدام الأراضي i المحولة إلى أراض حرجية ($\Delta A_{TO_FOREST_i}$) في عام معين وجزء الكربون من المادة الجافة (CF).

ويمكن حساب $\Delta C_{CONVERSION}$ على نحو منفصل لتقدير مخزونات الكربون المختلفة في أنواع معينة من الأراضي (الأنظمة الحيوية، أنواع المواقع، وغير ذلك) قبل التحويل. ويشير $\Delta A_{TO_FOREST_i}$ إلى عام الحصر المعني بالحسابات.

وتقدر قيمة ΔC_L باستخدام المعادلة 2-11، الفصل 2. ويجب تقدير كل من الفقد في الكتلة الحيوية نتيجة إزالة الخشب ($L_{wood\text{-}removals}$)، وإزالة خشب الوقود ($L_{fuelwood}$)، والاضطرابات ($L_{disturbance}$) باستخدام المعادلات من 2-12 إلى 2-14، الفصل 2. وينبغي للقائمين بالحصر وضع قيمة خاصة بالبلد فيما يتعلق بكثافة الخشب الأساسية وقيمة BEF أو BCEF فيما يخص الزيادة في المخزون النامي وعمليات الحصاد لاستخدام هذه القيم في المعادلة 2-12 (بالنسبة للعمليات الحسابية التي تتم باستخدام المستوى 2). يصف الفصل 2 طريقة حساب عمليات الفقد في الكتلة الحيوية من تجميع خشب الوقود ($L_{fuelwood}$) والاضطرابات ($L_{disturbance}$). ويجب فرض أن قيمة ΔC_L تساوي الصفر، إذا لم تتوافر بيانات حول عمليات الفقد. وتقتضي *الممارسة السليمة* ضمان الاتساق في الإبلاغ عن عمليات الفقد في الكتلة الحيوية بين القسمين 4-2-2 و4-2-3 من أجل تجنب التقديرات المتحيزة بالزيادة أو النقصان والتي قد تنجم عن ازدواجية الحساب أو الإسقاط.

المستوى 3

يجب استخدام المستوى 3 إذا كانت الأراضي المحولة إلى أراض حرجية تمثل فئة رئيسية ويمكنها أن تمثل مصدرا لتغير كبير في مخزون الكربون. ويمكن أن يعتمد المستوى 3 على نفس المعادلات والخطوات المستخدمة في المستوى 2 أو يستخدم طرقاً ونماذج أكثر تعقيداً، غير أنه في كلتا الحالتين يمكن استخدام الطرق والبيانات الوطنية. ويمكن توسيع المعادلتين 2-15 و2-16 عن طريق التقسيم الجغرافي لأنواع الأحراج والأنواع الشجرية ونوع الأراضي قبل التحويل. وقد تكون المنهجيات الخاصة بالبلد قائمة على الحصر الدوري للأحراج أو البيانات ذات المراجع الأرضية و(أو) نماذج حساب التغيرات في الكتلة الحيوية. وقد تتسم بيانات الأنشطة الوطنية باستبانة عالية وتكون متوافرة لكافة فئات الأراضي المحولة وأنواع الأحراج القائمة عليها. وتقتضي *الممارسة السليمة* وصف وتوثيق المنهجية المستخدمة وفقاً للخطوط التوجيهية الواردة في الفصل 8 من المجلد 1 (توجيهات الإبلاغ والجداول).

تحويل الكتلة الحيوية إلى مادة عضوية ميتة

خلال عملية تحويل الأراضي إلى أراضٍ حرجية وكذلك خلال استخلاص الكتلة الحيوية عن طريق القطع، تبقى المكونات غير التجارية من الكتلة الحيوية على أرضية الحرج أو تتحول إلى مادة عضوية ميتة. راجع القسم 4-3-2 للاطلاع على وصف الطريقة والفرضيات المستخدمة حول مآل المادة العضوية الميتة.

4-1-3-2 اختيار معاملات الانبعاث

الزيادة السنوية في مخزون الكربون في الكتلة الحيوية، ΔC_G

تُفرق الحسابات بين نوعين عريضين من ممارسات الإدارة: المكثفة (مثل المغارس الحرجية التي تتضمن إعداد الموقع، وغرس أنواع مختارة، والتخصيب) والانتشارية (التجديد الطبيعي مع محدودية التدخل البشري). ويمكن تقسيم هذين النوعين على نحو أكثر تفصيلاً وفقاً للظروف الوطنية، على سبيل المثال وفقا لأصل المجموعة الشجرية (مثل التجديد الطبيعي أو الاصطناعي، والتجدد وتشجيع إعادة النمو الطبيعي ونحو ذلك)، والمناخ، والأنواع، وممارسات الإدارة ونحو ذلك.

المستوى 1

تتطلب طرق حساب الكتلة الحيوية تقدير حوضي الكتلة الحيوية فوق الأرض وتحت الأرض (للاطلاع على تعاريف الأحواض، راجع الفصل 1). وتشتمل الجداول الواردة في القسم 4-5 على القيم الافتراضية لمتوسط النمو السنوي في الكتلة الحيوية فوق الأرض بالنسبة للأحراج المدارة على نحو مكثف (المغارس الحرجية)، والمدارة على نحو انتشاري (المجددة طبيعيا)، ومعاملات تحويل وتوسيع الكتلة الحيوية، ونسبة الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى فوق الأرض وجزء الكربون من المادة الجافة (CF). وتُستخدم نسبة الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى فوق الأرض لحساب الكتلة الحيوية تحت الأرض في التقديرات الإجمالية للكتلة الحيوية. ويمكن الحصول على تقديرات كثافة الخشب الأساسية ومعاملات توسيع الكتلة الحيوية والتي تسمح بحساب ΔC_G على النحو الموضح في القسم 4-2-1 المعني *بالأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية*. وتستلزم *الممارسة السليمة* البحث عن أية بيانات إقليمية أو أي قيم افتراضية أخرى ذات أهمية بالنسبة للبلد المعني.

المستوى 2

من *الممارسة السليمة* أن يتم تحديد، ما أمكن، قيم الزيادة السنوية، ونسبة الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى فوق الأرض، وكثافة الخشب الأساسية، ومعاملات تحويل وتوسيع الكتلة الحيوية الملائمة للظروف الوطنية واستخدام هذه القيم في الحسابات التي تجرى باستخدام المستوى 2. ويمكن تقسيم هذه الفئات على نحو أكثر تفصيلاً وفقاً للظروف الوطنية، على سبيل المثال وفقا لأصل المجموعة الشجرية (مثل التجديد الطبيعي، أو الاصطناعي، والتجدد وتشجيع إعادة النمو الطبيعي ونحو ذلك)، والمناخ، والأنواع، والتركيب ونظام الإدارة. وقد يعتمد التصنيف الفرعي على تركيب أنواع الأشجار، ونظام الإدارة، وعمر المجموعة الشجرية، والمنطقة المناخية، ونوع التربة ونحو ذلك, وينبغي على البلدان أن تقوم بالحصول على قيمة الزيادة في الكتلة الحيوية ومعاملات التوسيع عبر الجهود البحثية. يمكن الحصول على مزيد من الإرشادات في القسم 4-2-1.

المستوى 3

يمكن تقدير الزيادة في مخزون كربون الكتلة الحيوية استنادا إلى البيانات الخاصة بالبلد فيما يتعلق بالنمو السنوي في الكتلة الحيوية وجزء الكربون والتي يتم الحصول عليها من عمليات الحصر الوطني وقطع الأراضي المستخدمة في المعاينة والدراسات البحثية و(أو) النماذج. ويجب على القائمين بالحصر ضمان التوثيق الملائم لبيانات النماذج، وعمليات الحصر المعنية بالأحراج ووصفها بما يتفق مع المتطلبات المنصوص عليها في الفصل 8 من المجلد 1.

التغير في مخزون الكتلة الحيوية في الأراضي قبل التحويل وبعده، $\Delta C_{CONVERSION}$

يجب إجراء حساب مخزون الكتلة الحيوية قبل التحويل وبعده باستخدام القيم على نحو متسق مع استخدامات الأراضي الأخرى. على سبيل المثال، يجب استخدام قيم مخزون كربون قابلة للمقارنة عند تقدير المخزون الأولي للكربون بالنسبة للمراعي المحولة إلى أراضٍ حرجية وكذلك عند تقدير التغير في الكتلة الحيوية في *المروج الطبيعية التي تظل مروج طبيعية*.

المستوى 1

لا تتطلب العمليات الحسابية في المستوى 1 تقدير $\Delta C_{CONVERSION}$.

المستوى 2

من *الممارسة السليمة* أن يتم الحصول على البيانات الخاصة بالبلد واستخدامها، ما أمكن، فيما يتعلق بمخزون الكتلة الحيوية بالأراضي قبل التحويل وبعده. ويجب أن تكون التقديرات متسقة مع تلك المستخدمة في حساب تغيرات مخزون الكربون بالأراضي الزراعية، والمروج الطبيعية، والأراضي الرطبة، والمستوطنات والأراضي الأخرى، ويجب الحصول عليها من الوكالات أو المسوح الوطنية. وقد يتضمن المستوى 2 استخدام مجموعة مؤلفة من البيانات الوطنية والبيانات الافتراضية. وللحصول على القيم الافتراضية لمخزون الكتلة الحيوية بالأراضي قبل التحويل يمكن الرجوع إلى الأقسام الأخرى من هذا المجلد.

المستوى 3

يجب إجراء التقديرات والحسابات استناداً إلى بيانات الحصر المعني بالأحراج و/أو النماذج. ويجب توثيق الحصر والنماذج والبيانات بما يتفق مع الإجراءات المحددة بالفصل 8 من المجلد1.

التغير في مخزون الكربون بالكتلة الحيوية نتيجة عمليات الفقد، ΔC_L

تؤدي عمليات إزالة الخشب وإزالة خشب الوقود والاضطرابات الطبيعية مثل عواصف الرياح، والحرائق وتفشي الآفات إلى فقد الكربون في *الأراضي المحولة إلى أراض حرجية*، ويجب الإبلاغ عن هذه العمليات وفقا لمقترب *الممارسة السليمة* الموضح في القسم 4-2-1. ويطبق مقترب *الممارسة السليمة* الموضح في القسم 4-2-1 فيما يخص تقدير عمليات الفقد في الكربون على نحو كامل ويجب استخدامه للحسابات المناسبة بالقسم 4-2-2. وإذا كانت قيم التغير في مخزون الكربون مستمدة من عمليات الحصر الدورية للأحراج، فإنه يتم تغطية عمليات الفقد نتيجة إزالة الخشب والاضطرابات دون حاجة إلى الإبلاغ على نحو منفصل. وتقتضي *الممارسة السليمة* ضمان الاتساق في الإبلاغ عن عمليات الفقد في الكتلة الحيوية بين القسمين 4-2-1 و4-2-2 من أجل تجنب ازدواجية الحساب أو الإسقاط.

ويجب الحصول على بيانات قطع الخشب المستدير من المصادر الوطنية أو الفاو. وينبغي الإشارة إلى أن بيانات الفاو حول القطع تتمثل في الخشب المستدير القابل للاتجار شاملاً اللحاء. ويجب إضافة جزء اللحاء في الخشب المحصود (BF) لحساب اللحاء في عمليات إزالة الخشب عن طريق الحصاد. وإذا كانت عمليات القطع تمثل نشاطا هاماً داخل البلد، فينبغي للقائمين بالحصر استخدام بيانات الحصاد الوطنية أو اشتقاق قيم للخشب المحصود خاصة بالبلد.

وفي معظم البلدان، لا يحتمل أن تتوافر المعلومات حول المساحة المتأثرة بالاضطرابات حسب الفئتين الفرعيتين؛ *الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية* و*الأراضي المحولة إلى أراضٍ حرجية*. ونظراً لأن الفئة الثانية تكون، في أغلب الحالات، أصغر كثيراً من الفئة الأولى، فإن كافة الاضطرابات يمكن تطبيقها على الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية، أو أن يتم حساب المساحة المتأثرة بالتناسب مع هاتين الفئتين.

وفي العادة لا يتم الإبلاغ عن بيانات استهلاك خشب الوقود على نحو منفصل لفئتي *الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية* و*الأراضي المحولة إلى أراض حرجية*. ومن هنا فمن الأرجح أن يتم الإبلاغ عن البيانات الافتراضية لخشب الوقود في *الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية*. ويجب التدقيق الإضافي للإبلاغ عن خشب الوقود بين هاتين الفئتين الفرعيتين لتفادي ازدواجية الحساب بالتحقق من الإبلاغ عن خشب الوقود في *الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية*.

4-3-1-3 اختيار بيانات الأنشطة

مساحة الأراضي المحولة إلى أحراج، ΔA_{TO_FOREST}

تتطلب كافة المستويات معلومات حول مساحة الأراضي المحولة إلى أراضٍ حرجية خلال العشرين عاما السابقة لعام الحصر. وبعد عشرين عاما أو أي فترة أخرى يتم تحديدها، فإن الأراضي المحولة إلى أراضٍ حرجية، كما هي معرفة في البلد المعني، يجب نقلها إلى وحسابها بموجب القسم 4-2 (*الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية*). ويجب استخدام بيانات المساحة نفسها في الأقسام 4-3-2 (التغير في مخزون الكربون في المادة العضوية الميتة) و4-3-3 (التغير في مخزون الكربون بأنواع التربة)، القسم 4-3-4 (انبعاثات غازات الاحتباس الحراري غير ثاني أكسيد الكربون). وإذا أمكن، يجب تجزيء هذه المساحات بما يسمح بمراعاة أنواع التربة الرئيسية وكثافات الكتلة الحيوية في الأراضي قبل التحويل وبعده. ويقدم الإطار 4-3 أمثلة لمقترب *الممارسة السليمة* في تحديد الأراضي المحولة إلى أراض حرجية. ووفقا لمدى توافر البيانات الوطنية، يمكن للقائمين بالحصر اختيار مقترب *الممارسة السليمة* استناداً إلى المقتربات الواردة في الفصل 3.

ويجب استخدام معدلات مختلفة لنمو الكتلة الحيوية لحساب مخزون الكتلة الحيوية بالنسبة للأحراج المجددة طبيعياً في الأراضي المهجورة وبالنسبة للمغارس الحرجية. ولإجراء الحسابات باستخدام المستويين 2 و3، ينبغي للقائمين بالحصر الحصول على معلومات حول أنواع استخدامات الأراضي السابقة فيما يخص الأراضي المحولة إلى أرض حرجية.

المستوى 1

يمكن الحصول على بيانات الأنشطة من الإحصائيات الوطنية ومن الهيئات المعنية بالأحراج (قيم المساحات في ممارسات الإدارة المختلفة)، وهيئات صون الموارد الطبيعية (المساحات المجددة طبيعيا)، والبلديات وهيئات المسوح وترسيم الخرائط. ويمكن كذلك الاستعانة بحكم الخبراء لتحديد نوع الممارسة في الأحراج الجديدة، هل يتم إدارتها على نحو مكثف أم انتشاري، وذلك في حالة عدم توافر بيانات مسجلة. وفي حالة توافر البيانات حول مساحات أراضي الأحراج المدارة على نحو مكثف والمدارة على نحو انشاري، فيجب استخدام هذه البيانات في القيام بمزيد من التجزيء للأراضي للحصول على تقديرات أكثر دقة. ويجب القيام بعمليات التدقيق المقارن لضمان الاستخدام الكامل والمتسق للبيانات بما يتيح تجنب الإسقاط وازدواجية الحساب. وفي حالة عدم توافر أية بيانات خاصة بالبلد، يمكن الحصول على المعلومات الإجمالية من مصادر البيانات العالمية (الفاو، 2001، وتقدير موارد الأحراج المعتدلة والشمالية، 2000).

المستوى 2

يحتاج استخدام المستوى 2 إلى توافر بيانات المساحة الخاصة بفئات الاستخدام المختلفة التي تعرضت للتحويل خلال عام معين، أو بامتداد فترة من الأعوام. ويمكن الحصول على هذه البيانات من المصادر الوطنية ومصفوفة تغير استخدام الأراضي أو آلية مماثلة تغطي كافة التحويلات المحتملة إلى أراض حرجية. ويجب أن تكون قواعد البيانات الوطنية الخاصة بالبلد ذات استبانة كافية لضمان التمثيل الملائم لمساحات الأراضي بما يتفق مع التوجيهات المقدمة في الفصل 3 من هذا المجلد. ومن الأهمية أن يتم تقدير المساحة المحولة إلى أحراج عبر مقترب التجديد الطبيعي والغرس الحرجي.

المستوى 3

ينبغي توافر بيانات الأنشطة الوطنية حول تحويل الأراضي إلى أراض حرجية عن طريق التجديد الطبيعي والاصطناعي من مصادر مختلفة، وبالأخص عمليات الحصر الوطنية المعنية بالأحراج وسجلات استخدام وتغير استخدام الأراضي والاستشعار عن بعد، كما هو موضح بالفصل 3 من هذا المجلد. ويجب أن تعكس هذه البيانات بشكل كامل كافة عمليات تحويل استخدام الأراضي إلى أراض حرجية، ويمكن تجزيء هذه البيانات وفقا لأنواع المناخ والتربة والحياة النباتية. مع العلم بأن مساحة المغارس الحرجية تكون متاحة كذلك وفقا لنوع وعمر المجموعة الشجرية.

الإطار 4-3

أمثلة لمقترب الممارسة السليمة في تحديد الأراضي المحولة إلى أراض حرجية

من شأن أنظمة إدارة الأراضي الوطنية أن تمكن من تحديد التغيرات في استخدام الأراضي، كما يمكن لأنظمة التعداد الخاصة بالأراضي في الكثير من البلدان أن تسمح بالتمثيل المتسق والتعقب الزمني لتغير الاستخدام. ويجب على القائمين بالحصر الحصول على البيانات التي توفرها أنظمة الإدارة أو التعداد واستخدامها كأساس لتحديد الأراضي المحولة. ويمكن الحصول على بيانات تحويل الأراضي مباشرة من الجهات المختلفة التي لها أنشطة تتصل بالأراضي المحولة مثل الشركات وملاك الأراضي من الأفراد والوزارات والهيئات.

وقد عمدت بعض البلدان إلى تصميم أنظمة احتساب خاصة لتقدير الانبعاثات وعمليات الإزالة في الأراضي المحولة. ويعد نظام أستراليا الوطني لحساب الكربون (NCAS) وموقعه الشبكي <http://www.greenhouse.gov.au/> أحد الأمثلة لمقترب *الممارسة السليمة* في تحديد الأراضي المحولة .ونظام NCAS عبارة عن أداة قائمة على النماذج تضم بيانات مستمدة من تعداد الموارد والدراسات الميدانية والاستشعار عن بعد .ويتسم بنطاقات مكانية وزمانية عالية. ويتناول نظام NCAS كافة قطاعات الأنشطة في أنظمة الأراضي، بما في ذلك أحواض الكربون ومختلف غازات الاحتباس الحراري التي تتأثر بالأنشطة بشرية المنشأ .ويسمح هذا النظام بتعقب أنشطة التشجير وإعادة التحريج في حدود المنطقة الواقعة داخل البلد إلى جانب تقدير الانبعاثات وعمليات الإزالة المتصلة بهذه الأنشطة. ويتم تحديث بيانات الحصر بصفة مستمرة بمجرد وصول بيانات جديدة إلى النظام. وقد تم إخضاع تصميم وتطبيق نظام NCAS ومكوناته لعملية مراجعة موسعة من قبل النظير ولأحد أنظمة ضمان/مراقبة الجودة (AGO, 2002).

وتجدر الإشارة إلى أن بلدان أخرى مثل نيوزيلندا (Stephens et al., 2005; Trotter et al., 2005)، وكندا (Kurz and Apps, 2006) قامت بتطوير أنظمة مشابهة. ويسهم استخدام أنظمة إدارة الأراضي في تطوير عمليات حصر عالية الجودة كما يحد من مستويات عدم التيقن في القطاع.

4-1-3-4 خطوات الحساب في المستوى 1

تلخص الفقرات التالية الخطوات اللازمة لتقدير التغير في مخزون الكربون في الكتلة الحيوية (ΔCB) باستخدام الطرق الافتراضية

الخطوة 1: تقدير مساحة الأراضي المحولة إلى أراض حرجية (خلال عشرين عاما قبل عام الحصر) من فئات استخدام الأراضي الأخرى مثل الأراضي الزراعية والمروج الطبيعية وأراضي الاستيطان. راجع الفصل 3 للتعرف بالتفصيل على المقتربات التي يمكن استخدامها في تقدير الأراضي المحولة إلى أراض حرجية.

الخطوة 2: تقسيم مساحة الأراضي المحولة إلى أراض حرجية إلى فئة الأحراج المدارة على نحو مكثف (عن طريق المزراع الحرجية) وفئة الأحراج المدارة على نحو انتشاري (عن طريق التجديد الطبيعي) استنادا إلى المقترب المستخدم للتحويل.

الخطوة 3: حساب الفقد الأولي في الكتلة الحيوية نتيجة تحويل الأراضي، $\Delta C_{CONVERSION}$ (المعادلة 2-16). ويمكن تقسيمه حسب طرق تحويل الأراضي.

الخطوة 4: تقدير الزيادة السنوية في مخزون الكربون نتيجة نمو الكتلة الحيوية في *الأراضي المحولة إلى أراض حرجية* (ΔC_G)، بالنسبة للأحراج المدارة على نحو مكثف على مستوى الأنواع والفئات الفرعية الأخرى باستخدام المعادلة 2-9 والمعادلة 2-10 في الفصل 2. وتُقدر الزيادة السنوية في الكتلة الحيوية على مستوى الأنواع والفئات الفرعية الأخرى.

الخطوة 5: تقدير الزيادة السنوية في مخزون الكربون نتيجة نمو الكتلة الحيوية في *الأراضي المحولة إلى أراض حرجية* (ΔC_G)، بالنسبة للأحراج المدارة على نحو انتشاري على مستوى الأنواع والفئات الفرعية الأخرى، باستخدام المعادلتين 2-9 و2-10 في الفصل 2.

الخطوة 6: تقدير الفقد السنوي أو الانخفاض في الكتلة الحيوية ($L_{wood-removals}$) نتيجة عمليات القطع التجارية (الخشب الصناعي وجذوع الخشب المنشورة) باستخدام المعادلة 2-12 في الفصل 2.

الخطوة 7: تقدير الفقد في الكتلة الحيوية نتيجة إزالة خشب الوقود ($L_{fuelwood}$) في *الأراضي المحولة إلى أراض حرجية* باستخدام المعادلة 2-13 في الفصل 2.

الخطوة 8: تقدير الفقد السنوي في الكربون نتيجة الاضطراب أو عمليات الفقد الأخرى ($L_{disturbance}$) باستخدام المعادلة 2-14 في الفصل 2.

الخطوة 9: تقدير إجمالي الفقد في كربون الكتلة الحيوية نتيجة عمليات إزالة الخشب وإزالة خشب الوقود والاضطرابات (ΔC_L) باستخدام المعادلة 2-11 في الفصل 2.

الخطوة 10: تقدير التغير السنوي في مخزون الكربون في الكتلة الحيوية (ΔC_B) في *الأراضي المحولة إلى أراض حرجية* باستخدام المعادلة 2-15 في الفضل 2.

مثال. يوضح المثال التالي العمليات الحسابية في طريقة الاكتساب-الفقد (المستوى 1) لتقدير التغير السنوي في مخزون الكربون في الكتلة الحيوية (ΔC_B ، باستخدام المعادلة 2-7، الفصل 2) لبلد افتراضي بمنطقة الغابات المعتدلة القارية بأوروبا (الجدول 4-1، القسم 4-5). تقدر مساحة الأراضي غير الحرجية المحولة إلى أراض حرجية (A) داخل البلد بحوالي 1.000 هكتار (راجع الفصل 3 لتصنيف المساحة). ويتمثل الحرج الجديد في غرس من أشجار الصنوبر يبلغ عمره 9 أعوام ويدار على نحو مكثف، ويبلغ متوسط حجم المخزون النامي من الكتلة الحيوية فوق الأرض 10 أمتار مكعبة للهكتار. وقد أدت عملية التقليم إلى إزالة 100 متر مكعب في العام من الخشب المستدير القابل للاتجار شاملاً اللحاء (H)، كما تم إزالة50 متراً مكعباً من الأشجار الكاملة (FG_{trees}) كخشب وقود. وتقدر المساحة المتأثرة بالاضطرابات الحشرية ($A_{disturbance}$) بحوالي 50 هكتاراً في العام وتبلغ الكتلة الحيوية فوق الأرض المتأثرة 1.0 طن مادة جافة للهكتار (B_W).

الاكتساب السنوي في الكتلة الحيوية (ΔC_G) هو ناتج جمع متوسط الزيادة السنوية في الكتلة الحيوية (G_{TOTAL})، ومساحة الأراضي المحولة إلى أراض حرجية (A)، وجزء الكربون من المادة الجافة (CF)، المعادلة 2-9، الفصل 2.

تحسب قيمة G_{TOTAL} باستخدام الزيادة السنوية في الكتلة الحيوية فوق الأرض (G_W)، ونسبة الكتلة الحيوية فوق الأرض إلى تحت الأرض (R) (المعادلة 2-10، الفصل 2) وقيم جداول البيانات الافتراضية في القسم 4-5.

وبالنسبة لهذا البلد الافتراضي فإن:

G_W = 4.0 طن مادة جافة للهكتار في العام (الجدول 4-12)؛

R = 0.40 طن مادة جافة (طن مادة جافة) للكتلة الحيوية فوق الأرض أقل من 50 طن في الهكتار (الجدول 4-4 مع الرجوع إلى الجدول 4-8 للكتلة الحيوية فوق الأرض).

G_{TOTAL} = 4.0 طن مادة جافة للهكتار في العام × (1+0.40) = 5.6 طن مادة جافة للهكتار في العام (المعادلة 2-10)

CF = 0.47 طن كربون (طن مادة جافة) (الجدول 4-3).

ΔC_G (المعادلة 2.9): = 1.000 هكتار × 5.6 طن مادة جافة للهكتار في العام × 0.47 طن كربون (طن مادة جافة)

= 2.632 طن كربون في العام

الفقد في الكتلة الحيوية (ΔC_L) هو مجموع الفقد السنوي نتيجة عمليات إزالة الخشب ($L_{wood\text{-}removals}$) وتجميع خشب الوقود ($L_{fuelwood}$) والاضطرابات ($L_{disturbance}$)، المعادلة 2-11، الفصل 2.

تُحسب *إزالة الخشب* ($L_{wood\text{-}removals}$) باستخدام المعادلة 2-12 في الفصل 2 باستخدام قيمة الخشب المستدير القابل للاتجار شاملا اللحاء (H) ومعامل توسيع وتحويل الكتلة الحيوية ($BCEF_R$) وجزء اللحاء في الخشب المحصود (BF) ونسبة الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى فوق الأرض (R) وجزء الكربون من المادة الجافة (CF) وقيم الجداول الافتراضية في القسم 4-5. وبالنسبة لهذا البلد الافتراضي فإن:

$BCEF_R$ = 2.0 طن مادة جافة في المتر المكعب (الجدول 4-5 مع الرجوع إلى حجم المخزون النامي 10 متر مكعب في الهكتار)؛

قيمة BEF الافتراضية= 0.1 طن مادة جافة (طن مادة جافة)؛

R = 0.40 طن مادة جافة (طن مادة جافة) للكتلة الحيوية فوق الأرض أقل من 50 طن في الهكتار (الجدول 4-4 مع الرجوع إلى الجدول 4-7 فيما يتعلق بالكتلة الحيوية فوق الأرض)؛ و

CF = 0.47 طن كربون (طن مادة جافة) (الجدول 4-3).

$L_{wood\text{-}removals}$ = 100 متر مكعب في العام × 2 طن مادة جافة في المتر المكعب (1+0.40+0.1) × 0.47 طن كربون (طن مادة جافة)

= 141 طن كربون في العام (المعادلة 2-12).

تُحسب *إزالة خشب الوقود* ($L_{fuelwood}$) باستخدام المعادلة 2-13، الفصل 2 عن طريق قيم الخشب المزال في صورة أشجار كاملة (FG_{trees}) ومعامل توسيع وتحويل الكتلة الحيوية ($BCEF_R$) ونسبة الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى الكتلة الحيوية فوق الأرض (R) وجزء الكربون من المادة الجافة (CF) وقيم الجداول الافتراضية في القسم 4-5. وبالنسبة لهذا البلد الافتراضي فإن:

$BCEF_R$ = 2.0 طن مادة جافة في المتر المكعب (الجدول 4-5 مع الرجوع إلى حجم المخزون النامي 10 متر مكعب في الهكتار)؛

R = 0.40 طن مادة جافة (طن مادة جافة) للكتلة الحيوية فوق الأرض أقل من 50 طن في الهكتار (الجدول 4-4 مع الرجوع إلى الجدول 4-8 بالنسبة للكتلة الحيوية فوق الأرض)؛

CF = 0.47 طن كربون (طن مادة جافة) (الجدول 4-3).

$L_{fuelwood}$ = 50 متر مكعب في العام × 2.0 طن مادة جافة في المتر المكعب (1+0.40) × 0.47 طن كربون (طن مادة جافة)

= 65.80 طن كربون في العام (المعادلة 2-13).

يُحسب *الفقد السنوي في الكربون في الكتلة الحيوية نتيجة الاضطرابات* ($L_{disturbance}$) عن طريق المعادلة 2-14، الفصل 2، باستخدام قيم المساحة المتأثرة بالاضطرابات ($A_{disturbance}$) ومتوسط الكتلة الحيوية فوق الأرض المتأثرة (B_W) ونسبة الكتلة الحيوية تحت

fd = 0.3؛

R = 0.40 طن مادة جافة (طن مادة جافة) للكتلة الحيوية فوق الأرض أقل من 50 طن في الهكتار (الجدول 4-4 مع الرجوع إلى الجدول 4-8 بالنسبة للكتلة الحيوية فوق الأرض)؛ و

CF = 0.47 طن كربون (طن مادة جافة) (الجدول 4-3).

$L_{disturbance}$ = 50 هكتار في العام × 1.0 طن كربون مادة جافة للهكتار (1+0.40) × 0.47 طن كربون (طن مادة جافة) × 0.3

= 9.87 طن كربون في العام (المعادلة 2-14).

الانخفاض السنوي في مخزون الكربون نتيجة الفقد في الكتلة الحيوية (ΔC_L)،

ΔC_L = 141.00 طن كربون في العام +65.80 طن كربون في العام + 9.87 طن كربون في العام.

= 216.67 طن كربون في العام (المعادلة 2-11).

التغير السنوي في مخزون الكربون بالكتلة الحيوية (ΔC_B)

باستخدام المعادلة 2-7 في الفصل 2 ($\Delta C_B = (\Delta C_G - \Delta C_L)$)،

ΔC_B = 2.632 طن كربون في العام – 216.67 طن كربون عام = 2.415.33 طن كربون في العام (المعادلة 2-7)

4-3-1-5 تقدير عدم التيقن

تكون معاملات الانبعاث اللازمة لتقدير التغيرات في مخزون الكربون في *الأراضي المحولة إلى أراض حرجية* مماثلة تقريبا للمعاملات المستخدمة مع *الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية*، غير أنه ينبغي الرجوع إلى الأراضي المحولة إلى أحراج خلال فترة العشرين عاما السابقة لعام الحصر (فترة التحويل الافتراضية). وتنطبق هنا المناقشة المتعلقة بأوجه عدم التيقن المقترنة *بالأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية*. ويُرجح أن يكون مستوى عدم التيقن المقترن بتقدير مخزون الكتلة الحيوية في الأراضي قبل التحويل وبعده مرتفعا. ويمكن الحد من عدم التيقن عن طريق الدراسات القائمة على العينات الميدانية في فئات استخدام الأراضي السائدة التي تعرضت للتحويل إلى أراض حرجية. ويُحتمل أن يكون عدم التيقن منخفضاً بالنسبة لإزالة الخشب (الخشب المستدير الصناعي)، إذ يُرجح أن يتم الاحتفاظ بالإحصائيات الوطنية لعمليات الحصاد التجارية، وذلك على الرغم من أنه أحيانا قد يصعب فصل عمليات الحصاد التجارية الناتجة عن إزالة الغابات من عمليات الحصاد التي مصدرها *الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية*. ورغم ذلك، يتوقع أن يكون مستوى عدم التيقن مرتفعا لكل من إزالة وتجميع خشب الوقود والفقد نتيجة الاضطراب. ويجب الحد من مستوى عدم التيقن المقترن بالطرق التجارية والتقليدية عن طريق المسوح القائمة على العينة في المناطق الاجتماعية الاقتصادية والمناخية المختلفة.

تشمل بيانات الأنشطة الهامة المطلوبة لتقدير التغيرات في مخزون الكربون مساحة الأراضي المحولة ومعدلات فقد الكتلة الحيوية أثناء التحويل الأولي وبعده. ويتوقع أن يكون مستوى عدم التيقن بالنسبة للمساحة الخاضعة لعمليات غرس مكثفة وانتشارية منخفضا نظرا لأن غالبية البلدان تحتفظ بسجلات حول المساحة التي يتم تشجيرها وإعادة تحريجها. ويجب الحد من عدم التيقن عن طريق وضع مصفوفة لتغير الاستخدام فيما يخص *الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية* وللفئات المختلفة التي تندرج ضمن *الأراضي المحولة إلى أراض حرجية*، وذلك استنادا إلى بيانات الاستشعار عن بعد وأساليب الرصد الأخرى. وتجدر الإشارة إلى أن مستوى عدم التيقن قد ينخفض عند استخدام آلية حصر تجمع بين الاستشعار عن بعد والمسوح الأرضية ليتراوح بين 10-15%.

4-3-2 المادة العضوية الميتة

يتعرض هذا القسم بالمناقشة للتغيرات التي تطرأ على مخزون الكربون بالمادة العضوية الميتة في فئة *الأراضي المحولة إلى أراض حرجية*. قد يتم تحويل الأراضي الزراعية والمروج الطبيعية وأراضي الاستيطان وفئات استخدام الأراضي الأخرى إلى أراض حرجية عن طريق غرس الأشجار أو التجديد الطبيعي. ومن المرجح ألا يكون لأحواض الخشب الميت والفرش الحرجي قيمة كبيرة في غالبية الأراضي غير الحرجية. ولذا، يُفترض في المستوى 1 أن مخزون الكربون بأحواض الخشب الميت والفرش الحرجي بالأراضي غير الحرجية يساوي الصفر، كما يُفترض كذلك أن الكربون بأحواض المادة العضوية يتزايد على نحو خطي ليصل إلى قيمة الأحراج الناضجة خلال فترة زمنية محددة (الفترة الانتقالية = 20 عاماً). ويتمثل الافتراض المستخدم في المستوى 1 فيما يتعلق بتحويل الأراضي الحرجية غير المدارة إلى أراض حرجية مدارة في أن مخزون كربون المادة العضوية الميتة في الأراضي غير المدارة يماثل المخزون بالأراضي المدارة ومن ثم فليس ثمة تغييرات في المخزون تحتاج للإبلاغ عنها. وفي الواقع، وبافتراض تساوي الأشياء الأخرى، فإن مخزون الكربون بالمادة العضوية الميتة في الأحراج غير المدارة يكون أكبر من المخزون بالأحراج المدارة لأن الحصاد يؤدي إلى إزالة الكتلة الحيوية الخشبية التي كانت في غير ذلك ستساهم في الديناميكيات طويلة المدى بأحواض المادة العضوية الميتة (Kurz *et al.*, 1998)، ومن *الممارسة السليمة* أن تستخدم البلدان التي تشهد معدلات مرتفعة من تحويل الأحراج غير المدارة إلى أحراج مدارة طرق ذات مستوى أعلى لتقدير التغيرات الطارئة على مخزون الكربون في حوض المادة العضوية الميتة.

وتحتاج طرق تقدير الانبعاثات وعمليات الإزالة للكربون في أحواض المادة العضوية الميتة نتيجة تحويل الأراضي إلى أراض حرجية إلى قيم مخزون الكربون قبل التحويل وبعده مباشرة، وكذلك تقديرات مساحة الأراضي المحولة أثناء فترة الحصر. وقد تحتوي بعض فئات استخدام الأراضي غير الحرجية مثل الأراضي الرطبة وأراضي الاستيطان والأراضي الزراعية والمروج الطبيعية على مقدار كبير من مخزون الكربون

4-2-3-1 اختيار الطريقة

تم وصف الطرق العامة المستخدمة في تقدير التغيرات بمخزون الكربون في أحواض المادة العضوية في الفصل 2، القسم 2-3-2. وتقدم شجرة القرار بالشكل 1-3 بالفصل 1 إرشادات تساعد في اختيار المستوى المناسب لتطبيق إجراءات التقدير. وغالبا ما تختلف تقديرات مخزون أحواض الخشب الميت والفرش الحرجي اختلافا كبيرا استنادا إلى الاستخدام السابق للأراضي ونوع الحرج ونوع التجديد.

المستوى 1

فيما يتعلق *بالأراضي المحولة إلى أراض حرجية*، فإن المستوى 1 يفترض أن أحواض الخشب الميت والفرش الحرجي تزيد بصورة خطية من الصفر (في فئة استخدام الأراضي غير الحرجية) وصولا إلى القيم الافتراضية للمنطقة المناخية أثناء فترة هي T من الأعوام (الفترة الافتراضية الحالية هي عشرين عاما لكل من حوض الخشب الميت وحوض الفرش الحرجي). ويمكن للأنشطة البشرية مثل جمع خشب الوقود وبعض الممارسات التربوية الحرجية مثل عمليات التقليم المتكررة أن تؤثر بشكل كبير على معدل زيادة الكربون في أحواض الخشب الميت والفرش الحرجي. وتقتضي *الممارسة السليمة* أن يتم تقدير ما إذا كانت أحجام الأحواض الافتراضية والفترات الانتقالية المفترضة تعد معقولة في ضوء الأنظمة المناخية والإدارية الموجودة بالبلد. وتعتبر الفترة الافتراضية المقدرة بعشرين عاما مناسبة لأحواض الفرش الحرجي غير أنها قد تكون قصيرة للغاية بالنسبة لأحواض الخشب الميت، وبالأخص في المناطق الباردة التي تتسم بغطاء نباتي بطيء النمو. وإذا كان الوقت المطلوب لزيادة أحواض المادة العضوية الميتة أطول من الفترة الانتقالية، فقد تفضي افتراضات المستوى 1 إلى التقدير المرتفع لمعدلات زيادة الكربون. وعندما تكون المساحة التي يتضمنها تحويل الأراضي إلى أحراج كبيرة، فإن *الممارسة السليمة* تستلزم وضع تقديرات وطنية لمعدلات زيادة الفرش الحرجي والخشب الميت في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية.

المستويان 2 و3

يمكن تقدير التغيرات في مخزون الكربون بأحواض الخشب الميت والفرش الحرجي باستخدام المستوى 2 أو 3 من خلال الطريقتين الموضحتين في الفصل 2 (المعادلتان 2-18 و2-19 في الفصل 2). وتقتضي *الممارسة السليمة* التقسيم الفرعي للمساحات المحولة إلى أراض حرجية وفقا للاستخدام السابق والطرق المستخدمة أثناء التحويل (على سبيل المثال، إعداد الموقع، معالجة الكتلة الحيوية المتبقية) وإنتاجية وخصائص الحرج المتجدد. وتؤثر كافة هذه العوامل على حجم ومعدل التغير في مخزون الكربون بأحواض المادة العضوية الميتة في *الأراضي المحولة إلى أراض حرجية*.

ويجب التنويه إلى أن البلدان التي تستخدم طرق ذات مستوى أعلى ينبغي لها اختيار فترات انتقالية أكثر ملاءمة لمخزون الكربون بكل من الفرش الحرجي والخشب الميت. ويمكن لأحواض الفرش الحرجي الوصول إلى حالة استقرار على نحو سريع نسبيا حيث توازن المدخلات المخرجات. وتتطلب أحواض الخشب الميت بصفة عامة فترات انتقالية أطول في ظروف التحويل من أراض غير حرجية إلى أراض حرجية. علاوة على ذلك، فإن أحجام مخزون كل من الفرش الحرجي والخشب الميت تتأثر بالعديد من العوامل وينبغي للبلدان التي تستخدم مستويات أعلى اختيار قيم مخزون المادة العضوية الميتة عند الوصول إلى مرحلة النضج التي تعكس بشكل كاف الظروف الوطنية. وفيما يتعلق بالبلدان التي تستخدم مقتربات قائمة على النماذج من المستوى 3 فينبغي لها الحصول على تقديرات مخزون المادة العضوية الميتة استنادا إلى التوازن الذي تتم محاكاته للمدخلات وعمليات الفقد.

4-2-3-2 اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة

المستوى 1

تحتاج البلدان التي تستخدم طريقة من المستوى 1 إلى بيانات حول مخزون الكربون الافتراضي في أحواض الخشب الميت والفرش الحرجي بفئات استخدام الأراضي الستة في المناطق المناخية المختلفة، كما هو محدد في الجدول 3-1، الفصل 3. ويتمثل الافتراض الأساسي الذي يستند إليه المستوى 1 في أن مخزون الكربون بأحواض الخشب الميت والفرش في كافة فئات استخدام الأراضي غير الحرجية يساوي الصفر. أما فيما يتعلق بالأراضي المحولة إلى أراض حرجية، فيفترض أن مخزون الكربون في أحواض الخشب الميت والفرش الحرجي يزداد على نحو خطي خلال الفترة الانتقالية T (الفترة الافتراضية تساوي عشرين عاما لكل من مخزون كربون الفرش الحرجي والخشب الميت). وبالتالي، فإن المعدل السنوي للزيادة يقدر باعتباره النسبة بين الفرق في مخزون الكربون بأحواض المادة العضوية الميتة في الفئات غير الحرجية والحرجية، وعدد الأعوام التي تشتمل عليها الفترة الانتقالية T.

المستويان 2 و3

تطبق طرق المستوى الأعلى الموضحة في الفصل 4، القسم 4-2 *الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية* بالمثل على *الأراضي المحولة إلى أراض حرجية*. علاوة على ذلك، تكون هناك حاجة إلى معاملات انبعاث وإزالة إضافية لتقدير تأثيرات ممارسات تحويل استخدام الأراضي (على سبيل المثال، إعداد الموقع وحرق نثار القطع). وقد تنشأ متطلبات أخرى إذا لم يتسنى تبرير الافتراض القائل بأن مخزون الكربون في أحواض الخشب الميت والفرش الحرجي داخل فئات استخدام الأراضي غير الحرجية يساوي الصفر، وهو ما قد يكون عليه الحال في بعض الأنظمة الحرجية الزراعية، وفي أراضي الاستيطان ذات الغطاء الحرجي الكبير وكذلك في بعض الظروف الأخرى. وقد يفرض ذلك تحديات خاصة نظراً لأن عمليات الحصر الحرجية لا تشتمل عادة على هذه المساحات ويلزم تحديد مصادر بيانات أخرى أو تطبيق برامج تعتمد على أخذ القياسات.

3-2-3-4 اختيار بيانات الأنشطة

تتطلب طرق المستوى 1 بيانات أنشطة حول المعدل السنوي للتحويل إلى أراض حرجية. ويجب أن تتسق بيانات الأنشطة مع البيانات المستخدمة في تقدير التغيرات بمخزون الكربون في الكتلة الحيوية في *الأراضي المحولة إلى أراض حرجية*، وفقا للمبادئ العامة المحددة في الفصل 3. ويمكن الحصول على بيانات الأنشطة من الإحصائيات الوطنية ومن هيئات إدارة الأحراج والوكالات المعنية بصون الموارد الطبيعية والبلديات وهيئات المسح وترسيم الخرائط. وفي حالة استخدام برامج إبلاغ، فإن *الممارسة السليمة* تقتضي تطبيق إجراءات التحقق والقيام بعمليات التدقيق المقارن لضمان التمثيل الكامل والمتسق *للأراضي المحولة إلى أراض حرجية* من أجل تجنب الإسقاط أو ازدواجية الحساب. ويجب تجزيء البيانات وفقا للفئات المناخية العامة وأنواع الأحراج.

وتتطلب عمليات الحصر باستخدام المستويات الأعلى معلومات أكثر شمولاً حول إنشاء الأحراج الجديدة ذات طبقات تربة ومناخ واستبانة زمنية ومكانية دقيقة.

ويجب تضمين كافة التغيرات التي تقع في أحواض المادة العضوية الميتة خلال فترة الأعوام الانتقالية (T). ويتم نقل الأراضي التي مضى على وقوع التحويلات بها أكثر من T عام والإبلاغ عنها في *فئة الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية*.

4-2-3-4 خطوات الحساب في المستوى 1

تلخص الفقرات التالية الخطوات اللازمة لتقدير التغير في مخزون الكربون بالمادة العضوية الميتة باستخدام الطرق الافتراضية

الخطوة 1: تقدير مساحة الأراضي المحولة إلى أراض حرجية (خلال عشرين عاما قبل عام الحصر) من فئات استخدام الأراضي الأخرى مثل الأراضي الزراعية والمروج الطبيعية وأراضي الاستيطان. راجع الفصل 3 للتعرف بالتفصيل على المقتربات التي يمكن استخدامها في تقدير *الأراضي المحولة إلى أراض حرجية*.

الخطوة 2: يفترض المستوى 1 أن مخزون الكربون بالمادة العضوية الميتة (الخشب الميت والفرش الحرجي) في الأراضي غير الحرجية يساوي الصفر. وفي حالة عدم توافر البيانات الوطنية حول مخزون الكربون في أحواض الخشب الميت والفرش الحرجي في الأراضي غير الحرجية، يجب تجزيء المساحة المحولة إلى أراض حرجية حسب فئة الاستخدام الأصلية، على سبيل المثال المروج الطبيعي والأراضي الزراعية وغير ذلك، باستخدام الفئات نفسها التي تتاح لها تقديرات المادة العضوية الميتة. ويشتمل الجدول 2-2 على القيم الافتراضية لمخزون الكربون في الفرش الحرجي داخل الأراضي الحرجية. مع العلم بأنه لا تتوافر تقديرات افتراضية صالحة إحصائيا فيما يتعلق بمخزون الكربون في الخشب الميت على مستوى المناطق الإقليمية.

الخطوة 3: تقدير متوسط الزيادة السنوية لمخزون المادة العضوية الميتة، على حدة لكل من الخشب الميت والفرش الحرجي، عن طريق قسمة الفرق بين مخزون الكربون قبل التحويل وبعده حسب الفترة الانتقالية (المعادلة 2-23 في الفصل 2). ويفترض المستوى 1 أن مخزون الكربون في المادة العضوية الميتة في الأراضي غير الحرجية يساوي الصفر وأن الفترة الانتقالية تساوي عشرين عاما.

الخطوة 4: تقدير التغير السنوي في مخزون الكربون بالمادة العضوية الميتة في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية عن طريق ضرب متوسط الزيادة السنوية (الخطوة 3) في مساحة *الأراضي المحولة إلى أراض حرجية* خلال العشرين عاما (الافتراضية) الماضية.

5-2-3-4 تقدير عدم التيقن

بصفة عامة، يكون مستوى عدم التيقن في أحواض المادة العضوية الميتة أكبر من مستوى عدم التيقن في تقديرات الكتلة الحيوية نظرا لأن البيانات المتاحة فيما يخص أحواض المادة العضوية الميتة تكون أقل بكثير مقارنة بأحواض الكتلة الحيوية. ويوضح الجدول 3-7 أوجه عدم التيقن في تقديرات المساحة باستخدام المقتربات الواردة في الفصل 3، مع العلم بأن عدم التيقن المقترن بتقديرات مخزون الكربون في المادة العضوية الميتة قد يكون أكبر عدة مرات من عدم التيقن المقترن بتقديرات تغير المخزون في الكتلة الحيوية باستخدام المعاملات الافتراضية.

ورغم أن تقديرات عدم التيقن المتاحة في الدراسات المنشورة أو في مصادر أخرى فيما يخص التغيرات في مخزون الكربون بأحواض المادة العضوية الميتة تعتبر قليلة نسبيا، فإنه يمكن تحديد مصادر عدة لعدم التيقن المقترنة بتقديرات التغير في مخزون الكربون في المادة العضوية الميتة بالنسبة *للأراضي المحولة إلى أراض حرجية*. أولا، لا يكون الافتراض بأن مخزون الكربون في أحواض المادة العضوية الميتة في الأراضي غير الحرجية يساوي الصفر مبرراً في جميع الأحوال. ويفضي التقدير المنخفض لحجم المخزون الأولي في المادة العضوية الميتة إلى ارتفاع تقدير معدلات الزيادة الفعلية. ثانيا، يُحتمل أن تكون القيم الافتراضية لأحجام مخزون الكربون في أحواض الفرش الحرجي والخشب الميت متحيزة لكونها قائمة على التقديرات من الأراضي التي ظلت أراضي حرجية لفترة طويلة من الوقت. وبالتالي فإن أحجام المخزون في نهاية الفترة الانتقالية قد تقدر على نحو مرتفع، مما يؤدي مرة أخرى إلى التقدير المرتفع لمعدلات الزيادة. ثالثا، قد تكون الفترة الانتقالية الافتراضية أطول مما ينبغي لمخزون كربون الفرش الحرجي، مما يفضي إلى التقدير المنخفض لمعدلات الزيادة الفعلية. ورغم ذلك، ففيما يتعلق بحوض الخشب الميت، فإن الافتراض الحالي المتمثل في عشرين عاما كفترة انتقالية افتراضية يرجح أن يكون قصيرا للغاية. وبالتالي، فإن معدل زيادة الكربون في حوض الخشب الميت قد يتم التحيز في تقديره بالارتفاع.

3-3-4 كربون التربة

يؤدي تحويل الأراضي في أنواع التربة المعدنية بصفة عامة إما إلى الاحتفاظ بمستويات مماثلة من مخزون الكربون أو إيجاد ظروف لزيادة مخزون الكربون في التربة، وبالأخص إذا كانت الأراضي مدارة في السابق للإنتاج المحصولي السنوي (Post and Kwon, 2000). ورغم ذلك، ففي ظل ظروف معينة، تسبب تحويل المروج الطبيعية إلى أراض حرجية في عمليات فقد صغيرة للكربون بأنواع التربة المعدنية على مدار عقود عدة تلت التحويل (Davis and Condron, 2002; Paul et al., 2002). وفيما يتعلق بأنواع التربة العضوية، فإن انبعاثات الكربون بها تختلف استنادا إلى نوع الاستخدام السابق ومستوى التصريف. وبعبارة أكثر تحديدا، يؤدي التحويل من الأراضي الزراعية إلى خفض الانبعاثات، بينما يُرجح أن يؤدي التحويل من المروج الطبيعية إلى الحفاظ على معدلات الانبعاث، وأن يؤدي التحويل من الأراضي الرطبة إلى زيادة الانبعاث.

يمكن الحصول على المعلومات العامة والخطوط التوجيهية فيما يتصل بتقدير التغيرات في مخزون كربون التربة من الفصل 2، القسم 2-3-3 (بما في ذلك المعادلات)، وينبغي قراءتها قبل البدء في الخطوط التوجيهية التي تتناول مخزون الكربون في التربة الحرجية. يُحسب التغير الإجمالي في مخزون كربون التربة بالنسبة *للأراضي المحولة إلى أراض حرجية* باستخدام المعادلة 2-24 (الفصل 2)، والتي تجمع التغير في مخزون الكربون العضوي بالتربة بالنسبة لأنواع التربة المعدنية وأنواع التربة العضوية، والتغير في المخزون لأحواض الكربون في التربة غير العضوية (المستوى 3 فقط). ويقدم هذا القسم إرشادات محددة لتقدير التغير في مخزون الكربون العضوي بالتربة، راجع القسم 2-3-3-1 (الفصل 2) للحصول على مناقشة عامة حول الكربون غير العضوي بالتربة (لا تحتوي المناقشة التالية المعنية بالأراضي الحرجية على معلومات إضافية).

ولحساب التغيرات في مخزون كربون التربة المقترنة *بالأراضي المحولة إلى أراض حرجية*، يجب على البلدان أن توفر، على الأقل، تقديرات لمساحة *الأراضي المحولة إلى أراض حرجية* أثناء فترة الحصر، وأن تكون هذه التقديرات مقسمة في فئات فرعية حسب المنطقة المناخية ونوع التربة. وفي حالة محدودية البيانات المتاحة فيما يخص استخدام الأراضي وإدارتها، يمكن استخدام بيانات الأنشطة من المقترب الأول كنقطة انطلاق، إلى جانب الاعتماد على معرفة الخبراء بالبلد بالتوزيع التقريبي لأنواع استخدام الأراضي التي يجري تحويلها. أما إذا كانت أنواع الاستخدام والتحويلات السابقة معروفة في *الأراضي المحولة إلى أراض حرجية*، فإن التغيرات في مخزون الكربون العضوي بالتربة، لا يزال بالإمكان حسابها باستخدام الطرق الواردة في قسم *الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية*، غير أن قاعدة الأراضي يرجح أن تكون مختلفة للأحراج في العام الحالي مقارنة بالعام الأول في الحصر. ورغم ذلك، فإن من الأهمية أن تكون مساحة الأراضي الإجمالية عبر كافة قطاعات استخدام الأراضي متساوية على مدار فترة الحصر (على سبيل المثال، إذا تم تحويل 5 ملايين هكتار من الأراضي الزراعية والمروج الطبيعية إلى الأراضي الحرجية خلال فترة الحصر، فحينئذ تكون الأراضي الحرجية أكبر بمقدار 5 ملايين هكتار في العام الأخير من الحصر، بينما تقل مساحة الأراضي الزراعية والمروج الطبيعية بنفس القيمة البالغة 5 ملايين هكتار في العام الأخير)، ويقدر التغير الإجمالي بجمع قيم مخزون الكربون العضوي في التربة عبر كافة استخدامات الأراضي. وتقسم مساحة *الأراضي المحولة إلى أراض حرجية* وفقا للمناطق المناخية وأنواع التربة الرئيسية، وهو ما قد يقوم على التصنيفات الافتراضية أو الخاصة بالبلد المعني. ويمكن تحقيق ذلك بمجموعات خرائط المناخ والتربة، إلى جانب بيانات محددة مكانية في مواقع تحويل استخدام الأراضي.

وتجدر الإشارة إلى أنه يمكن وضع عمليات الحصر باستخدام المقترب الأول أو الثاني أو الثالث، حيث يتطلب كل مستوى تال تفاصيل وموارد أكثر من السابق. ويمكن أن تُستخدم البلدان مستويات مختلفة لإعداد التقديرات للمكونات المنفصلة في هذه الفئة المصدر (على سبيل المثال، يتغير مخزون الكربون العضوي في التربة بأنواع التربة المعدنية والتربة العضوية، وتغيرات المخزون المقترنة بأحواض الكربون غير العضوي بالتربة).

4-3-3-1 اختيار الطريقة

يمكن تطوير عمليات الحصر باستخدام مقتربات المستوى 1 أو 2 أو 3، ويمكن للبلدان اختيار استخدام مستويات مختلفة لأنواع التربة المعدنية والعضوية. وتوجد شجرات قرار لأنواع التربة المعدنية (الشكل 2-4) وأنواع التربة العضوية (الشكل 2-5) في القسم 2-3-3-1 (الفصل 2) بهدف مساعدة القائمين بالحصر في اختيار المستوى المناسب لعملية حصر كربون التربة التي يقومون بها.

أنواع التربة المعدنية

المستوى 1

يمكن تقدير التغير في مخزون الكربون العضوي بالتربة بالنسبة لأنواع التربة المعدنية عند تحويل استخدام الأراضي إلى أراض حرجية باستخدام المعادلة 2-25 (الفصل 2). وفيما يتعلق بالمستوى 1، يتم تحديد المخزون الأولي (قبل التحويل) للكربون العضوي بالتربة ($SOC_{(0-T)}$) ومخزون الكربون في العام الأخير من فترة الحصر (SOC_0) من مجموعة القيم المرجعية لمخزون الكربون العضوي (SOC_{REF}) ومعاملات تغير المخزون الافتراضية (F_{LU}، F_{MG}، F_I) كما هو مناسب لوصف استخدام الأراضي وإدارتها قبل التحويل وبعده .وينبغي ملاحظة أن مناطق السرير الصخري المكشوفة بالأراضي الحرجية أو الاستخدام السابق للأراضي لا يتم تضمينهما في حساب مخزون كربون التربة (بافتراض أن المخزون يساوي الصفر). وتحسب المعدلات السنوية لتغير المخزون كفرق بين المخزونات (بمرور الوقت) مقسوما على التبعية الزمنية (D) لمعاملات تغير المخزون (الفترة الافتراضية تساوي عشرين عاماً).

المستوى 2

يعتمد مقترب المستوى 2 على المعادلة 2-25 (الفصل 2) كذلك فيما يخص أنواع التربة المعدنية، غير أنه يتضمن قيم مرجعية لمخزون الكربون و/أو معاملات تغير في المخزون خاصة بالبلد أو المناطق الإقليمية وربما بيانات بيئية وبيانات أنشطة استخدام أكثر تفصيلا.

المستوى 3

تشتمل مقتربات المستوى 3 على نماذج أكثر تفصيلا وخاصة بالبلد المعني و/أو مقتربات قائمة على القياسات إلى جانب بيانات عالية التفصيل حول الإدارة واستخدام الأراضي. وتقتضي *الممارسة السليمة* أن تقوم مقتربات المستوى 3 المعنية بتقدير التغير في كربون التربة نتيجة تحويل الاستخدام إلى أراض حرجية بتوظيف نماذج وشبكات رصد و/أو قواعد بيانات تكون قادرة على تمثيل عمليات التحويل من استخدامات الأراضي الأخرى والتي تشمل المروج الطبيعية والأراضي الزراعية وربما أراضي الاستيطان أو استخدامات الأراضي الأخرى بمرور الوقت. ومن الأهمية أن يتم تقييم البيانات باستخدام المشاهدات المستقلة التي يتم الحصول عليها من المواقع الميدانية الخاصة بالبلد أو المناطق الإقليمية داخلها والتي تعتبر تمثيلية لتفاعلات المناخ والتربة ونوع/إدارة الحرج في التغير اللاحق للتحويل في مخزون كربون التربة.

أنواع التربة العضوية

المستويان 1 و2

تُعامل *الأراضي المحولة إلى أراض حرجية* بأنواع التربة العضوية خلال فترة الحصر بالمثل *كالأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية* في أنواع التربة العضوية. وتحسب عمليات فقد الكربون بالنسبة للأراضي الحرجية المحولة حديثا باستخدام المعادلة 2-26 (الفصل 2) إذا كانت أنواع التربة يتم تصريفها. ويمكن الحصول على إرشادات إضافية حول مقتربات المستويين 1 و2 من القسم 4-3-3-1.

المستوى 3

وعلى نحو مماثل لأنواع التربة المعدنية، يشتمل مقترب المستوى 3 على نماذج و/أو مقتربات قائمة على القياسات خاصة بالبلد المعني إلى جانب بيانات استخدام وإدارة عالية التفصيل (راجع أنواع التربة المعدنية أعلاه للحصول على مناقشة إضافية).

4-3-3-2 اختيار معاملات تغير المخزون والانبعاث

أنواع التربة المعدنية

المستوى 1

فيما يتعلق بالأراضي البكر غير المدارة، والأراضي الحرجية المدارة، وأراضي الاستيطان والمروج الطبيعية المدارة اسميا ذات أنظمة الاضطراب المنخفضة، فإن مخزونات كربون التربة يُفترض أنها تساوي القيم المرجعية (أي أن معاملات استخدام الأراضي والاضطرابات (بالنسبة للأحراج فقط) والإدارة والمدخلات تساوي 1)، غير أنه سيكون من الضروري تطبيق معاملات تغير المخزون الافتراضية لتمثيل الأنظمة الأخرى التي قد يتم تحويلها إلى أراض حرجية، مثل المروج الطبيعية المحسنة والمتدهورة وكذلك أنظمة الأراضي الزراعية. راجع القسم المعني بالاستخدام المناسب للحصول على معاملات تغير المخزون الافتراضية (الأراضي الحرجية في القسم 4-2-3-2، والأراضي الزراعية في القسم 5-2-3-2، والمروج الطبيعية في القسم 6-2-3-2، وأراضي الاستيطان في القسم 8-2-3-2، والأراضي الأخرى في القسم 9-3-3-2). يمكن العثور على مخزونات الكربون المرجعية من الجدول 2-3 (الفصل 2).

المستوى 2

وربما يعتبر تقدير معاملات تغير المخزون الخاصة بالبلد المعني أكثر خطوات التطوير المقترنة بمقترب من المستوى 2 أهمية. ويُحسب الفرق في مخزون الكربون العضوي بالتربة بين استخدامات الأراضي المختلفة في مقابل حالة مرجعية. وعند استخدام مخزونات الكربون المرجعية الافتراضية، فإن الحالة المرجعية تكون الغطاء النباتي البكر الذي لم يتعرض للتحسين أو التدهور عن طريق ممارسات استخدام الأراضي وإدارتها. وتكون عوامل تغير المخزون لتحويل استخدام الأراضي إلى أحراج بكر مساوية للصفر إذا كانت الأحراج تمثل الحالة المرجعية. ورغم ذلك، يجب اشتقاق معاملات تغير المخزون *للأراضي المحولة إلى أراض حرجية* التي لا تمثل الحالة المرجعية، مع مراعاة تأثير الاضطرابات (F_D) والمدخلات (F_I) والإدارة (F_{MG}) والتي يتم عندئذ استخدامها من أجل مزيد من التفصيل لمخزونات الكربون الخاصة بالنظام الحرجي الجديد. راجع القسم المناسب للحصول على معلومات محددة فيما يخص اشتقاق معاملات تغير المخزون لقطاعات استخدام الأراضي الأخرى (الأراضي الزراعية في القسم 5-2-3-2، والمروج الطبيعية في القسم 6-2-3-2، وأراضي الاستيطان في القسم 8-2-3-2، والأراضي الأخرى في القسم 9-3-2-3).

ويمكن كذلك اشتقاق مخزونات الكربون المرجعية من البيانات الخاصة بالبلد المعني في مقترب من المستوى 3. ورغم ذلك، يجب أن تتسم القيم المرجعية بالاتساق عبر كافة فئات استخدام الأراضي (على سبيل المثال، الأراضي الحرجية والأراضي الزراعية والمروج الطبيعية وأراضي الاستيطان والأراضي الأخرى)، وهو ما يتطلب التنسيق بين الفرق المختلفة التي تقوم بعمليات حصر كربون التربة في قطاع الزراعة والحراجة واستعمالات الأرض الأخرى.

المستوى 3

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

أنواع التربة العضوية

المستويان 1 و2

تطبق المناقشة الخاصة *بالأراضي المحولة إلى أراض حرجية* في أنواع التربة العضوية خلال فترة الحصر على *الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية* في أنواع التربة العضوية، بما يعني استخدام معامل انبعاث ثابت معها، وفقا للنظام المناخي. يشتمل الجدول 4-6 (القسم 4-5) على معاملات الانبعاث المستخدمة في طرق المستوى 1، بينما يتم اشتقاق معاملات الانبعاث المستخدمة في المستوى 2 من البيانات الخاصة بالبلد أو المناطق الإقليمية.

المستوى 3

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

4-3-3-3 اختيار بيانات الأنشطة

أنواع التربة المعدنية

المستويان 1 و2

لأغراض تقدير التغير في مخزون كربون التربة، يجب تقسيم تقديرات مساحة *الأراضي المحولة إلى أراض حرجية* حسب المناطق المناخية الرئيسية وأنواع التربة. ويمكن تحقيق ذلك بمجموعات من خرائط المناخ والتربة المناسبة إلى جانب بيانات محددة مكانية في مواقع تحويل استخدام الأراضي. ويمكن الحصول على وصف مفصل لأنظمة تصنيف التربة والمناخ الافتراضية من الفصل 3. فيما تم تقديم معلومات محددة بالأقسام الخاصة بكل استخدام من استخدامات الأراضي حول التعامل مع بيانات أنشطة استخدام/إدارة الأراضي (الأراضي الحرجية في القسم 4-2-3-3، والأراضي الزراعية في القسم 5-2-3-3، والمروج الطبيعية في القسم 6-2-3-3، وأراضي الاستيطان في القسم 8-2-3-3، والأراضي الأخرى في القسم 9-3-3-3).

ويعتبر نوع بيانات أنشطة استخدام وإدارة الأراضي من القضايا الهامة التي تؤثر في تقدير تأثير *الأراضي المحولة إلى أراض حرجية* على مخزون الكربون العضوي في التربة. وتوفر بيانات الأنشطة المجمعة باستخدام المقترب الثاني أو الثالث (راجع الفصل 3 للحصول على مناقشة حول المقتربات) الأساس الذي يقوم عليه تحديد الاستخدام السابق *للأراضي المحولة إلى أراض حرجية*. وفي المقابل، توفر البيانات الإجمالية (المقترب الأول، الفصل 3) المساحة الإجمالية في كل فئة استخدام فقط ولا تشكل أساسا لتحديد عمليات التحويل المعنية. وبالتالي، يكون الاستخدام السابق قبل التحويل إلى أراض حرجية غير معروف. ولا يمثل ذلك إشكالية في حالة استخدام طرق المستوى 1 أو المستوى 2 نظرا لأن عملية الحساب بهما لا تعتبر عملية ديناميكية وتفترض تغير تدريجي من حالة توازن واحدة إلى أخرى. ومع البيانات الإجمالية (المقترب الأول)، قد يتم حساب التغيرات في مخزون الكربون العضوي بالتربة على نحو منفصل لكل قطاع استخدام ثم تُجمع قيم القطاعات للحصول على التغير الإجمالي في المخزون. وتنتج بعض عمليات تغير المخزون من مساحة أقل أو أكبر في قطاع معين، غير أن التغير في القاعدة الأرضية يتم موزانته عن طريق زيادة أو انخفاض متلازمين في مساحة الأراضي لقطاع آخر. وعند استخدام هذا المقترب، يكون من الضروري من أجل التنسيق بين كل قطاع ضمان بقاء القاعدة الأرضية الإجمالية ثابتة بمرور الوقت، مع مراعاة أنه سيتم فقد واكتساب بعض المساحة في القطاعات الفردية أثناء كل عام حصر نتيجة التغير في استخدام الأراضي.

المستوى 3

لتطبيق النماذج الديناميكية و/أو عملية حصر قائمة على القياس المباشر في المستوى 3، يلزم توافر بيانات مماثلة أو أكثر تفصيلا حول مجموعات بيانات المناخ والتربة والطبوغرافيا والإدارة مقارنة بالمستوى 1 و2، غير أن التحديد الدقيق للمتطلبات الفعلية يعتمد على تصميم النموذج أو القياس.

أنواع التربة العضوية

المستويان 1 و2

تُعامل *الأراضي المحولة إلى أراض حرجية* بأنواع التربة العضوية خلال فترة الحصر مثلما تعامل الأراضي *الحرجية التي تظل أراضي حرجية* في أنواع التربة العضوية، راجع القسم 4-2-3-3.

المستوى 3

مثلما هو الحال مع أنواع التربة المعدنية، يرجح أن تحتاج المقتربات من المستوى 3 إلى بيانات أكثر تفصيلا حول مجموعات بيانات المناخ والتربة والطبوغرافيا والإدارة مقارنة بالمستوى 1 و2، غير أن التحديد الدقيق للمتطلبات الفعلية يعتمد على تصميم النموذج أو القياس.

4-3-3-4 خطوات الحساب في المستوى 1

أنواع التربة المعدنية

تتمثل الخطوات المطلوبة لتقدير SOC_0 و$SOC_{(0-T)}$ والتغير الصافي في مخزون كربون التربة للهكتار في *الأراضي المحولة إلى أراض حرجية* فيما يلي:

الخطوة 1: تحديد استخدام وإدارة الأراضي وفقا لأنواع التربة المعدنية والمناطق المناخية للأراضي في بداية فترة الحصر، وهو ما قد يتباين وفقا للخطوة الزمنية ببيانات الأنشطة (0 إلى T، على سبيل المثال، منذ 5 أو 10 أو 20 عاماً).

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

الخطوة 3: استخدام معامل استخدام الأراضي (F_{LU}) ومعامل الإدارة (F_{MG}) ومستويات مدخلات الكربون (F_I) التي تمثل نظام استخدام وإدارة الأراضي الذي كان موجودا قبل التحويل إلى أراض حرجية. ويتم إيراد قيم كل من F_{LU} وF_{MG} وF_I في القسم المعني بقطاع الاستخدام (الأراضي الزراعية في الفصل 5، والمروج الطبيعية في الفصل 6).

الخطوة 4: ضرب هذه القيم في قيمة مخزون كربون التربة المرجعي لتقدير مخزون كربون التربة العضوي "الأولي" ($SOC_{(0-T)}$) لفترة الحصر.

الخطوة 5: تقدير SOC_0 بتكرار الخطوات من 1 إلى4 باستخدام نفس مخزون الكربون المرجعي الأصلي (SOC_{REF})، ولكن مع معاملات استخدام الأراضي والإدارة والمدخلات التي تمثل حالات في العام الأخير (العام 0) من الحصر .وفيما يتعلق بالمستوى 1، يفترض أن كافة معاملات التغير في المخزون تساوي 1 للأراضي الحرجية (رغم أنه في المستوى 2، يجب استخدام قيمة مختلفة لهذه المعاملات مع الأراضي الحرجية المحولة حديثا، وذلك استنادا إلى البيانات الخاصة بالبلد المعني).

الخطوة 6: تقدير متوسط التغير السنوي في مخزون كربون التربة للمساحة خلال فترة الحصر، $\Delta C_{CC_{Mineral}}$ (راجع المعادلة 2-25 في الفصل 2).

الخطوة 7: تكرار الخطوات من 1 إلى 6 في حالة وجود فترات حصر إضافية (على سبيل المثال، من 1990 إلى 2000، ومن 2001 إلى 2010 وهكذا).

وفيما يلي مثال رقمي لتشجير تربة زراعية.

مثال: تم تحريج مساحة 100.000 هكتار من الأراضي الزراعية. مع العلم بأن التربة من نوع ألتيسول(Ultisol) في مناخ استوائي رطب، والقيمة المرجعية لمخزون الكربون SOC_{Ref} (على عمق 0-30 سم)، تساوي47 طن كربون هكتار (الجدول 2.3). وكانت تستخدم في السابق في إنتاج المحاصيل السنوية المتتابعة، مع الاعتماد على الفلاحة التقليدية، بدون تخصيب حيث تتم إزالة المخلفات الزراعية، وبالتالي فإن مخزون كربون التربة في بداية فترة الحصر (في هذا المثال 5 أعوام قبل 1995) بلغ $(SOC_{Ref} \bullet F_{LU} \bullet F_{MG} \bullet F_I) = 47$ طن كربون في الهكتار $\times 0.48 \times 1 \times 0.92 = 20.8$طن كربون في الهكتار (راجع الجدول 5.5 في الفصل5 للحصول على معامل تغير المخزون للأراضي الزراعية .(وحال استخدام المستوى 1، يفترض أن الأحراج المدارة تحتوي على نفس مخزون كربون التربة الذي تحتوي عليه الحالة المرجعية (أي أن كافة معاملات تغير المخزون تساوي 1). وبالتالي، فإن التغير السنوي في مخزون الكربون في المساحة خلال فترة الحصر يقدر على النحو (47 طن كربون في الهكتار – 20.8 طن كربون في الهكتار) / 20 عام = 1.3 طن كربون في الهكتار في العام. وبالنسبة لمساحة الأراضي المعاد تحريجها توجد زيادة قدرها 131.000 طن كربون في العام (ملاحظة: تبلغ فترة التبعية الزمنية لمعامل تغير المخزون عشرين عاماً، أي أن المعامل يمثل المعدل السنوي للتغير بامتداد عشرين عاماً).

أنواع التربة العضوية

خطوات الحساب هي نفس الخطوات الموضحة في القسم 4-2-3-4 أعلاه.

5-3-3-4 تقدير عدم التيقن

تعتبر التحليلات الأساسية لعدم التيقن فيما يخص *الأراضي المحولة إلى أراض حرجية* مماثلة بصورة أساسية لتحليلات عدم التيقن المقترن *بالأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية*. وتوجد ثلاثة مصادر عريضة لعدم التيقن: (1) أوجه عدم التيقن المقترنة ببيانات الأنشطة والبيانات البيئية لاستخدام الأراضي وإدارتها؛ و(2) أوجه عدم التيقن المقترنة بالقيم المرجعية لمخزون كربون التربة حال استخدام مقتربات من المستوى 1 أو 2 (أنواع التربة المعدنية فقط)؛ و(3) أوجه عدم التيقن المقترنة بمعاملات الانبعاث/تغير المخزون بالنسبة لمقتربات المستوى 1 أو المستوى 2، والخطأ في بارامترات/تركيب النموذج بالنسبة لمقتربات المستوى 3 القائمة على النماذج أو خطأ القياس/تغيرية المعاينة في عمليات الحصر القائمة على القياسات في المستوى 3. راجع القسم المعني بعدم التيقن في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية للحصول على مناقشة إضافية (القسم 4-2-5-3).

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

تم تناول الإرشادات اللازمة لتقدير انبعاثات غازات الاحتباس الحراري غير ثاني أكسيد الكربون من حرق الكتلة الحيوية أو الحرائق في *الأراضي المحولة إلى أراض حرجية* في القسم 4-2-4. كذلك تم تقديم إرشادات عامة في الفصل 2، القسم 2-4.

ويشتمل الفصل 11 على إرشادات لتقدير انبعاثات أكسيد النتروز من أنواع التربة الحرجية.

4-4 الاستيفاء والمتسلسلات الزمنية وضمان/مراقبة الجودة والإبلاغ والتوثيق

1-4-4 الاستيفاء

يعتبر الاستيفاء مطلباً هاماً في عمليات حصر غازات الاحتباس الحراري، ومن *الممارسة السليمة* أن يتم حساب كافة عمليات اكتساب وفقد الكربون بما في ذلك منتجات الخشب المحصود. ويجب أن يشتمل حصر غازات الاحتباس الحراري المعني بالأراضي الحرجية على كافة الأراضي المندرجة ضمن فئة الأراضي الحرجية وكافة فئات استخدام الأراضي المحولة إلى أراض حرجية. ومن أجل تحقيق الاستيفاء، فإن الممارسة السليمة تقتضي تضمين كافة أحواض الكربون وكذلك غازات الاحتباس الحراري غير ثاني أكسيد الكربون. ويقدم الفصل 11، القسم 11-2 إرشادات فيما يخص انبعاث أكسيد النتروز من أنواع التربة العضوية المصرفة. ويجب أن تكون المساحة الحرجية المستخدمة في الحساب النسبة لأحواض الكربون المختلفة مماثلة. ويجب تقدير الانبعاثات من أنواع التربة العضوية والانبعاثات أو عمليات الإزالة التي يمكن عزوها إلى التغير في استخدام الأراضي بأنواع التربة المعدنية. وتشمل المستويات الأعلى التأثيرات الإضافية للإدارة وأنظمة الاضطرابات الطبيعية بمخزون الكربون في التربة المعدنية أو الانبعاثات من أنواع التربة العضوية، وذلك عند طريق الاستعانة بالمعلومات الخاصة بالبلد. ويعتبر الحساب الكامل لانبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون المقترنة *بالأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية والأراضي المحولة إلى أراض حرجية*، أو من تأثيرات حرق الكتلة الحيوية بالأراضي الحرجية المدارة (وغير المدارة، عندما يكون ذلك مطبقا) مطلباً ضرورياً. وتستلزم الممارسة السليمة أن يتم حساب كافة عمليات الفقد من أحواض كربون الكتلة الحيوية والتي تفضي إلى عمليات تحويل إلى أحواض المادة العضوية الميتة أولاً كتغيرات في مخزون كربون الكتلة الحيوية. وكذلك فإن *الممارسة السليمة* تقتضي من البلدان التي تستخدم طرق تقدير من المستوى 1 ألا تقوم بحساب انبعاثات الكربون من أحواض المادة العضوية الميتة أثناء الحرائق أو الاضطرابات الأخرى نظرا لأن كافة الإضافات إلى حوض المادة العضوية الميتة يُفترض تحررها في عام الإضافة. وبالتالي، لا تمكن طرق المستوى 1 من حساب الزيادات في حوض المادة العضوية الميتة في أعقاب الاضطرابات الطبيعية.

2-4-4 إعداد متسلسلات زمنية متسقة

من *الممارسة السليمة* أن يتم وضع متسلسلات زمنية متسقة من عمليات الحصر المعنية بالانبعاث والإزالة بشرية المنشأ لغازات الاحتباس الحراري في كافة فئات قطاع الزراعة والحراجة واستعمالات الأرض الأخرى وذلك في ضوء الإرشادات الواردة في الفصل 5 من المجلد 1. ونظرا لأن بيانات الأنشطة لا تتاح سوى كل أعوام قلائل، فقد يتطلب تحقيق اتساق المتسلسلات الزمنية الاستيفاء أو الاستقراء من المتسلسلات الزمنية الأطول أو الاتجاهات، ربما عن طريق المعلومات المعنية بالتغيرات في السياسات الحرجية والدوافع حيث تكون هناك الحاجة إلى مسببات.

يحتاج الحساب المتسق بمرور الوقت لمساحات الأراضي المضمنة في عملية الحصر المعنية بانبعاثات وعمليات إزالة كربون التربة والكتلة الحيوية لتقسيم بيانات الأنشطة في كافة فئات استخدام الأراضي وفقا لتعريف مشترك للمناخ وأنواع التربة. وبالتالي يمكن تفادي الإسقاط أو الازدواجية في حساب المساحات المعرضة لتغير الاستخدام نتيجة الأخطاء الحسابية التي تترتب على التعريفات غير المتسقة للمناخ وأنواع الأحراج وطبقات التربة داخل فئات استخدام الأراضي الأخرى. ولتقدير انبعاثات وعمليات إزالة غازات الاحتباس الحراري، سواء باستخدام المستوى 1 أو 2 أو 3، فإنه يجب من الناحية النموذجية تطبيق البروتوكول نفسه (استراتيجية المعاينة، الطريقة، ونحو ذلك) على نحو متسق في كل عام بالمتسلسلات الزمنية باستخدام نفس مستوى التجزيء، كما تستلزم *الممارسة السليمة*، في حالة استخدام البيانات الخاصة بالبلد المعني، استخدام نفس المعاملات والطرق للعمليات الحسابية المكافئة عند كافة النقاط في المتسلسلات الزمنية.

ورغم ذلك، ونتيجة لتحسن قدرة الحصر ومستوى توافر المعلومات والبيانات والمصادر بمرور الوقت، وتضمين مصادر جديدة وفئات بواليع، أو الانتقال إلى مستوى أعلى، فإنه يمكن تحديث وتدقيق الطرق والبيانات المستخدمة لحساب التقديرات. وفي مثل هذه الأحوال، يعتبر إعادة الحساب المتسق للانبعاثات وعمليات الإزالة السابقة شكلا من أشكال *الممارسة السليمة*. وفي بعض الحالات، عند غياب بعض المعلومات التاريخية، قد يلزم تقديرها من مصادر أخرى. على سبيل المثال، تتطلب *الخطوط التوجيهية للهيئة لعام 2006* تقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والغازات من غير ثاني أكسيد الكربون من الأحراج، وهو ما لم يكن مضمنا في الخطوط التوجيهية لعام 1966 (راجع الفصل الأول). كذلك، من المرجح أن يتحدث تحسن في مستوى المعرفة والتفاصيل المتاحة فيما يتعلق بتقديرات الانبعاث لأنواع التربة بمرور الوقت، بما يستلزم إعادة حساب عمليات الحصر التاريخية من أجل مراعاة البيانات الجديدة و/أو الطرق. وغالباً، قد لا يتسنى رصد التغيرات في أنواع التربة الحرجية عند مستوى زمني أصغر من العقد، ويكون من الضروري استيفاء ما بين القياسات من أجل الحصول على التقديرات السنوية للانبعاثات وعمليات الإزالة. وينبغي تعقب التغيرات في أنواع الأحراج والممارسات والاضطرابات لفترات زمنية أطول يتم تحديدها، على سبيل المثال، وفقا لديناميكيات كربون التربة أو فترات دوران الحرج عندما يتم تعقب هذه الديناميكيات والفترات بشكل محدد في العمليات الحسابية المفصلة الخاصة بالنماذج.

وفي حالة استخدام البلدان لطرق المستوى 1، يتم توفير قيم تقديرات التغير في مخزون الكربون في المادة العضوية الميتة فقط في حالة تغير استخدام الأراضي إلى أو من الأراضي الحرجية. ويعتبر إعادة حساب المتسلسلات الزمنية الكاملة للبيانات في حالة تغير أي من القيم الافتراضية لأحواض كربون الفرش الحرجي والخشب الميت أو أطوال الفترات الانتقالية من متطلبات *الممارسة السليمة*. كذلك فإن من *الممارسة السليمة* أن يتم إعادة حساب المتسلسلات الزمنية كاملة للتقديرات في حالة إجراء مراجعات لبيانات الأنشطة، مثل التغير في استخدام الأراضي. ومع توافر المزيد من بيانات القطع الأرضية وبيانات المعاينة الأخرى فيما يخص مخزون كربون الخشب الميت والفرش الحرجي مستقبلاً، فمن المرجح أن تعمل البلدان على تحسين النماذج المستخدمة في إجراءات التقدير باستخدام مستوى أعلى. ومن *الممارسة السليمة* أن يتم استخدام قيم بارامترات النموذج نفسها (مثل معدلات السقوط الحرجي، ومعدلات التحلل، وتأثيرات الاضطراب) بالنسبة للمتسلسلات الزمنية بأكملها وكذلك إعادة حساب المتسلسلات الزمنية بأكملها في حالة تغير واحدة أو أكثر من بارامترات النموذج. وقد يؤدي عدم القيام بذلك إلى إيجاد مصادر أو بواليع غير حقيقية، كنتيجة للتغيرات في معدل التحلل، على سبيل المثال.

3-4-4 ضمان ومراقبة الجودة

قد تنطوي خصائص تقدير حصر غازات الاحتباس الحراري للأراضي الحرجية على مستوى مختلف من الدقة والصحة ومستويات من التحيز. علاوة على ذلك، تتأثر عمليات التقدير بجودة واتساق البيانات والمعلومات المتاحة في البلد، وكذلك الفجوات في المعرفة. هذا إضافة إلى أن التقديرات قد تتأثر، وفقا لمستوى التقدير المستخدم بواسطة البلد، بالمصادر المختلفة للأخطاء، مثل أخطاء المعاينة وأخطاء التقدير وأخطاء التصنيف في الصورة الملتقطة بالاستشعار عن بعد، وأخطاء وضع النماذج، وجميعها أخطاء يمكنها أن تؤثر على التقدير الكلي.

ويعتبر القيام بفحوصات مراقبة الجودة عبر إجراءات ضمان الجودة (QA) ومراقبة الجودة (QC) من *الممارسة السليمة*، هذا إضافة إلى أهمية مراجعة الخبراء لإجراءات تقدير الانبعاث. كما يمكن تطبيق عمليات تدقيق إضافية لمراقبة الجودة على النحو المحدد في إجراءات المستوى 2 بالفصل 6 من المجلد 1 وكذلك إجراءات ضمان الجودة، وبالأخص في حالة استخدام طرق مستوى أعلى لتقدير الانبعاثات. ومن *الممارسة السليمة* أن يتم تكميل العمليات العامة لضمان/مراقبة الجودة فيما يخص معالجة البيانات والتعامل معها والإبلاغ عنها وتوثيقها، بإجراءات الفئة الخاصة بالمصدر. ويجب توثيق إجراءات ضمان/مراقبة الجودة على نحو منفصل لكل من *الأراضي الحرجية التي تظل أراضي حرجية والأراضي المحولة إلى أراض حرجية*.

وتعتبر الهيئات القائمة بجمع البيانات مسؤولة عن مراجعة طرق جمع البيانات وتدقيق البيانات لضمان جمعها وإجمالها أو تجزيئها على نحو صحيح، وكذلك إجراء تدقيق مقارن للبيانات مع مصادر البيانات الأخرى ومع الأعوام الأخرى لضمان احتفاظ البيانات بخصائص الواقعية والاستيفاء والاتساق بمرور الوقت. وتحتاج البيانات المستمدة من الفاو إلى التدقيق المقارن لها مع المصادر الوطنية الأخرى لضمان الدقة والاتساق. ويجب مراجعة ووصف أساس التقديرات (على سبيل المثال المسوح الإحصائية أو "التقديرات المكتبية") كجزء من عملية مراقبة الجودة. ويعتبر التوثيق مكونا أساسيا في عملية المراجعة نظرا لأنه يمكن المراجعون من تحديد مصادر عدم الدقة والفجوات واقتراح التحسينات المطلوبة. فيما يحتل التوثيق والشفافية الأهمية الأولى في عملية الإبلاغ بالنسبة لبعض فئات المصدر التي تتسم بمستوى عال من عدم التيقن ومن أجل إعطاء تفسيرات للاختلاف بين المعاملات الخاصة بالبلد المعني والمعاملات الافتراضية أو المستخدمة بواسطة بلدان أخرى. وينبغي للبلدان التي تتسم بظروف (إيكولوجية) متشابهة أن تبذل مساعي حثيثة باتجاه التعاون فيما بينها لتحسين الطرق ومعاملات الانبعاث وتقدير عدم التيقن.

تدقيق بيانات الأنشطة: يجب على الهيئة المعنية بالحصر، ما أمكن، تدقيق عملية تكوين البيانات من كافة مساحات الأراضي المدارة باستخدام المصادر المستقلة ومقارنتها. وبالنسبة للكثير من البلدان، قد تعتبر قاعدة البيانات الخاصة بالفاو المصدر الرئيسي لها وفي مثل هذه الحالة يجب إجراء تدقيق مقارن للبيانات مع المصادر الأخرى. ويجب توثيق أي اختلافات في تسجيلات المساحة لأغراض المراجعة. ومن الأهمية أن يتم جمع القيم الإجمالية للمساحة في بيانات الأنشطة عبر كافة فئات استخدام الأراضي لضمان أن المساحة الإجمالية المشتملة في الحصر وتصنيفها الفرعي وفقا للمناخ وأنواع التربة يظلان ثابتين بمرور الوقت. ويضمن ذلك عدم "تكرار" أو "إسقاط" مساحات الأراضي الحرجية بمرور الوقت، وهو ما ينتج عنه أخطاء كبرى في الحصر حال حدوثه. وعند استخدام البيانات الخاصة بالبلد المعني (مثل البيانات الخاصة بالكتلة الحيوية الواقفة ومعدلات نمو الكتلة الحيوية وجزء الكربون في الكتلة الحيوية فوق الأرض ومعاملات توسيع الكتلة الحيوية وتقديرات استهلاك المخصبات الاصطناعية)، يجب على الهيئة المعنية بالحصر مقارنتها بالقيم الافتراضية الخاصة بالهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ أو بقاعدة بيانات معاملات الانبعاث (EFDB) وتدوين الاختلافات.

يجب أن تكون البارامترات الخاصة بالبلد المعني ذات جودة عالية ويُفضل أن تتكون من البيانات التجريبية التي يتم مراجعتها من قبل النظراء، وأن يتم وصفها على نحو واف وتوثيقها. وينبغي للهيئات القائمة بعملية الحصر أن تضمن استخدام طرق *الممارسة السليمة* ومراجعة النتائج من قبل النظراء. ويمكن استخدام التقديرات التي تجرى على المساحات الاختبارية للتحقق من موثوقية الأرقام المبلغ عنها.

المراجعة الداخلية والخارجية: يجب القيام بعمليات المراجعة الموضحة بالفصل 8 من المجلد 1 من قبل الخبراء والذين يفضل ألا يكونوا من المشاركين بشكل مباشر في تطوير عملية الحصر. ويجب على هيئة الحصر الاستعانة بخبراء في انبعاثات وعمليات إزالة غازات الاحتباس الحراري في قطاع الزراعة والحراجة واستعمالات الأرض الأخرى للقيام بعملية المراجعة من قبل النظراء للطرق والبيانات المستخدمة. ونظرا للتعقيد والتفرد الذي تتسم به البارامترات المستخدمة في حساب معاملات البلد المعني بالنسبة لبعض الفئات، فيجب اختيار بعض الخبراء في المجال للمشاركة في هذه المراجعات. وإذا كانت معاملات التربة قائمة على القياسات المباشرة، يجب على الهيئة المعنية بالحصر مراجعة القياسات لضمان أنها تمثل النطاق الفعلي لظروف إدارة التربة والظروف البيئية، والتغير المناخي بين السنوات، وأنها تم تطويرها وفقا للمعايير المتعارف عليها. ويجب كذلك مراجعة بروتوكول ضمان/مراقبة الجودة المعمول به في المواقع ومقارنة التقديرات الناتجة بين المواقع مع التقديرات القائمة على الافتراضات.

ومن *الممارسة السليمة* أن تقوم البلدان التي تستخدم طرق المستوى 1 بمراجعة و، إذا لزم الأمر، إعادة النظر في الافتراضات المتعلقة بمخزونات الكربون في حوضي الخشب الميت والفرش الحرجي وهي المخزونات التي تكون مطلوبة لتقدير عمليات الفقد في الكربون في أعقاب عمليات إزالة الأحراج. ويجدر بالبلدان التي تستخدم طرق مستوى أعلى حساب المؤشرات المتوسطة للنماذج المستخدمة لوضع تقديرات التغير في مخزون الكتلة الحيوية. على سبيل المثال، يمكن أن تعمل إجراءات ضمان/مراقبة الجودة على مقارنة تقديرات أحجام المخزون، ومدخلات السقوط الحرجي والفقد بالتحلل ونحو ذلك في مقابل القيم المتاحة بالدراسات المنشورة والمؤلفات الأخرى التي تمت مراجعتها من قبل النظراء. ويجب، ما أمكن، التزام *الممارسة السليمة* التي تقضي بمقارنة التقديرات المستمدة من النماذج مع القياسات الميدانية ومصادر البيانات الأخرى. وأحد إجراءات التحقق التي تمثل جزءا من عملية ضمان/مراقبة الجودة والذي يمكن تطبيقه بسهولة في أنظمة النماذج هو القيام بحساب توازن كتلة داخلي لضمان أن النماذج لا تؤدي إلى إنتاج أو فقد كربون لا يتم الإبلاغ عنه كمصدر أو بالوعة. على سبيل المثال، يتضمن الحفاظ على متطلبات الكتلة أن يتم حساب عمليات الفقد من أحواض الكتلة الحيوية إما باعتبارها مدخلات إلى أحواض المادة العضوية الميتة، أو أنها تُنقل إلى خارج النظام الحيوي بالأحراج، أو تنبعث إلى الغلاف الجوي (في حالة الحرائق). وإضافة إلى ما سبق، يمكن استخدام بيانات الحصاد لفحص تقديرات التحويل (إيقاف الفقد) التي تنتج عن النماذج. وهناك إجراء ثان من إجراءات ضمان/مراقبة الجودة يمكن تطبيقه في البلدان التي تستخدام طرق تقدير من مستوى أعلى يتمثل في إنشاء حدود عليا ودنيا لأحواض المادة العضوية الميتة التي يتم تقسيمها فرعيا حسب المناطق المناخية ونوع الحرج ونوع التربة (التربة العضوية في مقابل التربة المالحة). ويمكن إجراء مزيد من التدقيق لأية قيم، يتم الإبلاغ عنها في عمليات الحصر أو تقديرها بواسطة النماذج، تقع خارج هذه الحدود.

4-4-4 الإبلاغ والتوثيق

يحتوي الفصل 8 من المجلد 1 على المتطلبات العامة للإبلاغ والتوثيق. وبصفة عامة، تقتضي *الممارسة السليمة* أرشفة وتوثيق كافة البيانات والمعلومات (مثل الأرقام والإحصائيات ومصادر الافتراضات، ومقتربات النمذجة، وتحليلات عدم التيقن، ودراسات التحقق، وطرق الحصر، والتجارب البحثية، والقياسات الناتجة عن الدراسات الميدانية، والبروتوكولات المقترنة، والبيانات الأساسية الأخرى) التي يتم تطبيقها لإنتاج الحصر الوطني للانبعاثات/عمليات الإزالة. ويجب الإبلاغ عن التعديلات التي يتم إدخالها على تعاريف حوض الكربون، وكذلك التعاريف ذات الصلة بتحديد مدى الأراضي المدارة المضمنة في الحصر، إلى جانب الأدلة التي تبرهن على أن هذه التعاريف قد تم تطبيقها على نحو متسق بمرور الوقت.

وتعتبر عملية التوثيق ذات أهمية في إثبات استيفاء واتساق بيانات المتسلسلات الزمنية والطرق المستخدمة في استيفاء ما بين العينات والطرق والأعوام، وكذلك في إعادة الحساب وتجنب ازدواجية الحساب وكذلك من أجل القيام بعمليات ضمان/مراقبة الجودة. ومع تقدم القائمين بالحصر عبر مستويات التقدير الأعلى التي لم يتم إيراد وصف لبيانات وطرق الحساب الخاصة بها في هذا المجلد أو التي تتسم بمقتربات أكثر تفصيلا، تظهر الحاجة إلى مزيد من التوثيق لدعم استخدام منهجيات أكثر تقدما ودقة، وبارامترات خاصة بالبلد المعني، وخرائط عالية الاستبانة ومجموعات بيانات. ورغم ذلك، ففي كافة المستويات، تكون هناك حاجة لتفسير القرارات فيما يتعلق باختيار المنهجية والمعاملات وبيانات الأنشطة. والهدف من ذلك هو تسهيل إعادة بناء التقديرات عن طريق الأطراف الأخرى المستقلة، غير أنه قد يكون من غير العملي تضمين كافة الوثائق المطلوبة في تقرير الحصر الوطني. ومن هنا ينبغي أن يشتمل الحصر على ملخصات بالمقتربات والطرق المستخدمة والمراجع التي تشير إلى مصدر البيانات بما يحقق الاتساق في تقديرات الانبعاث المبلغة ويُمكن من إعادة تعقب مسار الخطوات المستخدمة في حساب هذه التقديرات.

معاملات الانبعاث: يجب ذكر مصادر معاملات الانبعاث والإزالة المستخدمة (قيم معاملات الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ أو غيرها). وفي حالة استخدام معاملات انبعاث خاصة بالبلد أو المنطقة أو نوع الحرج، وكذلك في حالة استخدام طرق جديدة (غير الطرق الافتراضية المقدمة من الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ)، فيجب وصف وتوثيق الأساس العملي لهذه المعاملات والطرق على نحو كامل. ويشمل ذلك، تحديد معاملات المدخلات ووصف الطريقة التي تم عن طريقها اشتقاق هذه المعاملات والطرق، إضافة إلى وصف مصادر ومستويات أوجه عدم التيقن. ويجب على الهيئات المعنية بالحصر التي تستخدم معاملات انبعاث خاصة بالبلد تقديم معلومات حول الأساس العلمي لاختيار معامل آخر، وكيفية اشتقاقه ومقارنته بمعاملات الانبعاث الأخرى المنشورة، وشرح أية اختلافات مؤثرة، والسعي لوضع حدود لعدم التيقن.

بيانات الأنشطة: يجب ذكر مصادر كافة بيانات الأنشطة مثل المساحات وأنواع وخصائص التربة والأغطية النباتية، المستخدمة في الحسابات (أي إيراد اقتباسات مرجعية كاملة بالقواعد الإحصائية التي اشتقت منها هذه البيانات). وتعتبر مراجع البيانات الوصفية الخاصة بقواعد البيانات ذات فائدة في هذا الخصوص، بما في ذلك معلومات حول التواريخ ومرات تكرار جمع البيانات، وإجراءات المعاينة والإجراءات التحليلية المستخدمة في الحصول على خصائص التربة وأدنى تغير يمكن رصده في الكربون العضوي وتقديرات مدى الصحة والدقة. وإذا لم تكن بيانات الأنشطة مستمدة مباشرة من القواعد، يجب إيراد المعلومات والافتراضات المستخدمة في اشتقاق هذه البيانات، وكذلك تقديرات عدم التيقن المقترنة بالبيانات المشتقة. وينطبق ذلك بالأخص عند استخدام إجراءات التوسيع لاشتقاق تقديرات واسعة النطاق، ففي هذه الحالة يجب وصف الإجراءات الإحصائية إلى جانب عدم التيقن المقترن.

نتائج نماذج المحاكاة: إذا قامت الهيئات المعنية بالحصر باستخدام مخرجات بيانات من النماذج في إجراءات التقدير الخاصة بها، فيجب إيراد الأساس المنطقة لاختيار واستخدام النموذج. ومن *الممارسة السليمة* أن يتم تقديم اقتباسات مرجعية كاملة بالمؤلفات المنشورة التي تم مراجعتها من قبل النظراء واشتملت على وصف للنموذج وتفسير وتدقيق نتائج النمذجة. ويجب تقديم معلومات مفصلة لتمكين المراجعين من تقييم صلاحية النموذج، بما في ذلك المقترب العام للنمذجة، وافتراضات النموذج الأساسية، وبيانات المدخلات والمخرجات، وقيم البارامترات وإجراءات تحديدها، وفترات الثقة الخاصة بمخرجات النموذج، ونتائج أية تحليلات حساسية يتم القيام بها على المخرجات. علاوة على ذلك، يجب أرشفة كود المصدر الحاسوبي للنماذج بصفة دائمة للرجوع إليه مستقبلا، إلى جانب كافة ملفات المدخلات والمخرجات.

تحليل الانبعاثات: يجب شرح التذبذبات ذات الأهمية في الانبعاثات بين السنوات. ويجب التفريق بين التغيرات في مستويات الأنشطة والتغيرات في معاملات الانبعاث من عام لآخر، مع توثيق أسباب هذه التغيرات. وفي حالة استخدام معاملات انبعاث مختلفة للأعوام المختلفة، فيجب شرح أسباب ذلك وتوثيقها.

5-4 الجداول

الجدول 4-1
النطاقات المناخية (الفاو، 2001)، والمناطق المناخية (الفصل 3)، والمناطق الإيكولوجية (الفاو، 2001)

النطاق المناخي		الإقليم المناخي	المنطقة الإيكولوجية		
النطاق	معايير النطاق		المنطقة	الكود	معايير المنطقة
الاستوائي	كافة الشهور بدون ثلوج، في المناطق البحرية، درجة الحرارة >180 درجة مئوية	استوائية مطيرة	غابة استوائية مطيرة	TAr	مطيرة: ≥ 3 شهور جافة، أثناء الشتاء
		استوائية رطبة	غابة استوائية رطبة نفضية	TAwa	مطيرة جدا: 3-5 شهور جافة، أثناء الشتاء
		استوائية جافة	غابة استوائية جافة	TAWb	جافة جدا: 5-8 شهور جافة، أثناء الشتاء
			أرض شجيرات استوائية	TBSh	شبه جافة: البخر > التهطال
			صحراء استوائية	TBWh	جافة: كافة الشهور جافة
		استوائية جبلية	أنظمة استوائية جبلية	TM	الارتفاعات > 1000 متر تقريبا، مع اختلافات محلية
شبه الاستوائي	≥ 8 شهور، درجة الحرارة > 10 درجات مئوية	معتدلة دافئة رطبة	غابة شبه استوائية رطبة	SCf	رطبة: لا يوجد موسم جاف
		معتدلة دافئة جافة	غابة شبه استوائية جافة	SCs	جافة موسميا: شتاء مطير وصيف جاف
			سهوب شبه استوائية	SBSh	شبه جافة: البخر > التهطال
			صحراء شبه استوائية	SBWh	جافة: كافة الشهور جافة
		معتدلة دافئة رطبة أو جافة	أنظمة شبه استوائية جبلية	SM	الارتفاعات تتراوح بين 800 و1000 متر تقريبا
المعتدل	4-8 شهور، عند درجة حرارة > 10 درجات مئوية	معتدلة باردة رطبة	غابة أوقيانوسية معتدلة	TeDo	مناخ أوقيانوسي: أشد الشهور برودة > 0 درجة مئوية
			غابة قارية معتدلة	TeDc	مناخ قاري: أشد الشهور برودة < 0 درجة مئوية
		معتدلة باردة جافة	سهوب معتدلة	TeBSk	شبه جافة: البخر > التهطال
			صحراء معتدلة	TeBWk	جافة: كافة الشهور جافة
		معتدلة باردة رطبة أو جافة	أنظمة معتدلة جبلية	TeM	الارتفاعات > 800 متر تقريبا
الشمالي	≥ 3 شهور، عند درجة حرارة > 10 درجات مئوية	شمالية رطبة	غابة شمالية نفضية	Ba	تسود الغابات المتساقطة الكثيفة
		شمالية جافة	غابة تندرا شمالية	Bb	تسود غابات وأشجار متفرقة
		شمالية رطبة أو جافة	أنظمة شمالية جبلية	BM	الارتفاعات > 600 متر تقريبا
القطبي	كافة الشهور < 10 درجات مئوية	قطبية رطبة أو جافة	قطبية	P	كافة الشهور < 10 درجات مئوية

النطاق المناخي: منطقة ذات نطاق درجة حرارة متجانس نسبيا، وهو معادل لمجموعات Köppen-Trewartha المناخية .(Köppen, 1931)

المنطقة المناخية: مناطق ذات مناخ متشابه ومحددة في الفصل 3 لأغراض الإبلاغ عبر أحواض الكربون المختلفة.

المنطقة الإيكولوجية: منطقة ذات تشكيلات من الغطاء النباتي الطبيعي وهي منطقة متسعة، والغطاء النباتي متجانس نسبيا ومتشابه، لكنه ليس بالضرورة متطابق في الخصائص الخارجية.

الشهر الجاف: شهر يكون التهطال الكلي فيه (مم) ≤ 2 × متوسط درجة الحرارة (درجة مئوية).

الجدول 4-2
فئات الأحراج والغطاء الأرضي

فئة الحرج أو الغطاء الأرضي	التعريف
الحرج	الأراضي التي تغطي أكثر من 0.5 هكتار وتتكون من أشجار يزيد ارتفاعها عن 5 أمتار وظلة شجرية أكثر من 10 في المائة، أو أشجار قادرة على الوصول إلى هذه العتبات *في الأصل*. وهي لا تضم الأراضي التي تخضع للاستخدام الزراعي أو المدني بشكل أساسي . يتحدد الحرج عن طريق كل من حضور الأشجار وغياب الاستخدامات الأخرى السائدة للأراضي. ويجب أن تكون الأشجار قادرة على وصول الحد الأدنى للارتفاع وهو 5 أمتار *في الأصل*. وتتضمن هذه الفئة المساحات التي تخضع لإعادة التحريج والتي لم تصل بعد إلى حد الظلة الحرجية وهو 10 في المائية وارتفاع الشجرة وهو 4 أمتار لكنه يتوقع لها أن تصل إلى ذلك، وكذلك المساحات المجردة من المخزون نتيجة التدخل البشري أو الأسباب الطبيعية، والتي يتوقع أن تتجدد . يشمل: المساحات من أشجار الخيزران والنخيل شريطة تلبية معايير الارتفاع والظلة الحرجية، والطرق داخل الأحراج، ومناطق اندلاع الحرائق، والمساحات الصغيرة المفتوحة الأخرى، والأحراج في المنتزهات الوطنية، والمحميات الطبيعية والمناطق المحمية الأخرى مثل تلك المناطق التي تحظى بأهمية عملية أو تاريخية أو ثقافية أو روحية، ومصدات الرياح والأحزمة الخضراء والردهات المؤلفة من الأشجار والتي تبلغ مساحتها أكثر من 0.5 هكتار واتساعها أكثر من 20 متر والمغارس المستخدمة لأغراض لأغراض الحراجة أو الأغراض الوقائية الأخرى مثل مغارس الخشب المطاطي ومجموعات شجر الفلين . يستبعد: المجموعات الشجرية في أنظمة الانتاج الزراعي، على سبيل المثال في مزارع الفاكهة وأنظمة الحراجة الزراعية. كما يستبعد المصطلح الأشجار في المنتزهات المدنية والحدائق.
أراض خشبية أخرى	الأراضي المصنفة "حرج" والتي تغطي أكثر من 0.5 هكتار، حيث يبلغ ارتفاع الأشجار أكثر من 5 أمتار والظلة الحرجية تتراوح بين 5 إلى 10 في المائة، أو يمكن للأشجار الوصول إلى هذه العتبات *في الأصل*، أو الأشجار المكونة من غطاء مؤلف من شجيرات وأجمة وأشجار فوق 10 بالمائية. ولا يشمل الأراضي التي تستخدم بصورة أساسية للأغراض الزراعية أو المدنية.
أراض أخرى	كافة الأراضي غير المصنفة كأحراج أو أراض خشبية. يشمل: الأراضي الزراعية والمروج والمراعي، والمساحات المنشأة والأراضي القاحلة ونحو ذلك؛ والمساحات المندرجة تحت الفئة الفرعية "أراض أخرى ذات غطاء شجري"..
أراض أخرى ذات غطاء شجري	الأراضي المصنفة كأراض أخرى، والتي تغطي مساحة أكبر من 0.5 هكتار مع ظلة حرجية أكبر من 10 في المائة من الأشجار التي يمكنها الوصول إلى ارتفاع أكبر من 5 أمتار في مرحلة النضج. يشمل: مجموعات الأشجار والأشجار المتفرقة في المساحات الزراعية والمنتزهات والحدائق وحول المباني (شريطة تلبية معايير المساحة والارتفاع والظلة الحرجية) وكذلك المغارس الشجرية المنشأة أساسا للأغراض الأخرى بخلاف الخشب مثل بساتين الفاكهة ومغارس النخيل.

المصدر: FAO, 2006. Global Forest Resources Assessment 2005 – progress towards sustainable forest management. FAO Forestry Paper No. 147. Rome.

الجدول 4-3
جزء الكربون بالكتلة الحيوية الحرجية فوق الأرض

النطاق	الجزء من الشجرة	جزء الكربون، (CF) [طن كربون (طن مادة جافة)]	المراجع
القيمة الافتراضية	كاملة	0.47	McGroddy *et al.*, 2004
الاستوائي وشبه الاستوائي	كاملة	0.47 (0.49 - 0.44)	Andreae and Merlet, 2001; Chambers *et al.*, 2001; McGroddy *et al.*, 2004; Lasco and Pulhin, 2003
	الخشب	0.49	Feldpausch *et al.*, 2004
	كثافة الخشب في الشجرة < 10 سم	0.46	Hughes *et al.*, 2000
	كثافة الخشب في الشجرة ≤ 10 سم	0.49	Hughes *et al.*, 2000
	الأوراق	0.47	Feldpausch *et al.*, 2004
	كثافة الأوراق في الشجرة < 10 سم	0.43	Hughes *et al.*, 2000
	كثافة الأوراق في الشجرة ≤ 10 سم	0.46	Hughes *et al.*, 2000
المعتدل والشمالي	كاملة	0.47 (0.49 - 0.47)	Andreae and Merlet, 2001; Gayoso *et al.*, 2002; Matthews, 1993; McGroddy *et al.*, 2004
	عريضة الأوراق	0.48 (0.50 - 0.46)	Lamlom and Savidge, 2003
	الصنوبريات	0.51 (0.55 - 0.47)	Lamlom and Savidge, 2003

الجدول 4-4
نسبة الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى فوق الأرض (R)

النطاق	المنطقة الإيكولوجية	الكتلة الحيوية فوق الأرض	R **[طن مادة جافة من الجذور (طن مادة جافة من النمو الخضري)]**	المراجع
الاستوائي	غابة استوائية مطيرة		0.37	Fittkau and Klinge, 1973
	غابة استوائية رطبة نفضية	الكتلة الحيوية فوق الأرض < 125 طن في الهكتار	0.20 (0.25 - 0.09)	Mokany *et al*., 2006
		الكتلة الحيوية فوق الأرض > 125 طن في الهكتار	0.24 (0.33 - 0.22)	Mokany *et al*., 2006
	غابة استوائية جافة	الكتلة الحيوية فوق الأرض < 20 طن في الهكتار	0.56 (0.68 - 0.28)	Mokany *et al*., 2006
		الكتلة الحيوية فوق الأرض > 20 طن في الهكتار	0.28 (0.28 - 0.27)	Mokany *et al*., 2006
	أرض شجيرات استوائية		0.40	Poupon, 1980
	أنظمة استوائية جبلية		0.27 (0.28 - 0.27)	Singh *et al.*, 1994
شبه الاستوائي	غابة شبه استوائية رطبة	الكتلة الحيوية فوق الأرض < 125 طن في الهكتار	0.20 (0.25 - 0.09)	Mokany *et al*., 2006
		الكتلة الحيوية فوق الأرض > 125 طن في الهكتار	0.24 (0.33 - 0.22)	Mokany *et al*., 2006
	غابة شبه استوائية جافة	الكتلة الحيوية فوق الأرض < 20 طن في الهكتار	0.56 (0.68 - 0.28)	Mokany *et al*., 2006
		الكتلة الحيوية فوق الأرض > 20 طن في الهكتار	0.28 (0.28 - 0.27)	Mokany *et al*., 2006
	سهوب شبه استوائية		0.32 (0.71 - 0.26)	Mokany *et al*., 2006
	أنظمة شبه استوائية جبلية		لا يوجد تقدير متاح	
المعتدل	غابة أوقيانوسية معتدلة، غابة قارية معتدلة، أنظمة معتدلة جبلية	الكتلة الحيوية فوق الأرض للصنوبريات > 50 طن في الهكتار	0.40 (1.06 - 0.21)	Mokany *et al*., 2006
		الكتلة الحيوية فوق الأرض للصنوبريات تتراوح بين 50 و 150 طن في الهكتار	0.29 (0.50 - 0.24)	Mokany *et al*., 2006
		الكتلة الحيوية فوق الأرض للصنوبريات < 150 طن في الهكتار	0.20 (0.49 - 0.12)	Mokany *et al*., 2006
		الكتلة الحيوية فوق الأرض لأنواع الكويركس > 70 طن في الهكتار	0.30 (1.16 - 0.20)	Mokany *et al*., 2006
		الكتلة الحيوية فوق الأرض لأنواع اليوكالبتس < 50 طن في الهكتار	0.44 (0.81 - 0.29)	Mokany *et al*., 2006
		الكتلة الحيوية فوق الأرض لأنواع اليوكالبتس تتراوح بين 50 و150 طن في الهكتار	0.28 (0.81 - 0.15)	Mokany *et al*., 2006
		الكتلة الحيوية فوق الأرض لأنواع اليوكالبتس > 150 طن في الهكتار	0.20 (0.33 - 0.10)	Mokany *et al*., 2006
		الكتلة الحيوية فوق الأرض لعريضات الأوراق الأخرى < 75 طن في الهكتار	0.46 (0.93 - 0.12)	Mokany *et al*., 2006
		الكتلة الحيوية فوق الأرض لعريضات الأوراق الأخرى تتراوح بين 75 و150 طن في الهكتار	0.23 (0.37 - 0.13)	Mokany *et al*., 2006
		الكتلة الحيوية فوق الأرض لعريضات الأوراق الأخرى > 150 طن في الهكتار	0.24 (0.44 - 0.17)	Mokany *et al*., 2006
الشمالي	غابة شمالية نفضية، غابة تندرا شمالية، أنظمة شمالية جبلية	الكتلة الحيوية فوق الأرض < 75 طن في الهكتار	0.39 (0.96 - 0.23)	Li *et al*., 2003; Mokany *et al*., 2006
		الكتلة الحيوية فوق الأرض > 75 طن في الهكتار	0.24 (0.37 - 0.15)	Li *et al*., 2003; Mokany *et al*., 2006

الجدول 4-5
معاملات تحويل وتوسيع الكتلة الحيوية (BCEF)، بأطنان الكتلة الحيوية (متر مكعب من حجم الخشب)
يُستخدم BCEF لتوسيع حجم المخزون النامي القابل للاتجار إلى كتلة حيوية ($BCEF_S$)، لتحويل الزيادة السنوية الصافية ($BCEF_I$) ولتحويل حجم إزالة الخشب وخشب الوقود إلى كتلة حيوية فوق الأرض

المنطقة المناخية	نوع الحرج	BCEF	مستوى المخزون النامي (متر مكعب)			
			20>	50-21	100-51	100<
الشمالية	صنوبريات	$BCEF_S$	1.2 (1.3-0.85)	0.68 (0.72-0.5)	0.57 (0.65-0.52)	0.5 (0.58-0.45)
		$BCEF_I$	0.47	0.46	0.46	0.463
		$BCEF_R$	1.33	0.75	0.63	0.55
	لاركس	$BCEF_S$	1.22 (1.5-0.9)	0.78 (0.8-0.7)	0.77 (0.85-0.7)	0.77 (0.85-0.7)
		$BCEF_I$	0.9	0.75	0.77	0.77
		$BCEF_R$	1.35	0.87	0.85	0.85
	بتولا وراتنيجيات	$BCEF_S$	1.16 (1.5-0.8)	0.66 (0.75-0.55)	0.58 (0.65-0.5)	0.53 (0.605-0.45)
		$BCEF_I$	0.55	0.47	0.47	0.464
		$BCEF_R$	1.29	0.73	0.64	0.59
	أخشاب قاسية	$BCEF_S$	0.9 (1.2-0.7)	0.7 (0.75-0.6)	0.62 (0.7-0.53)	0.55 (0.65-0.5)
		$BCEF_I$	0.65	0.54	0.52	0.505
		$BCEF_R$	1.0	0.77	0.69	0.61

الجدول 4-5
معاملات تحويل وتوسيع الكتلة الحيوية (BCEF)، بأطنان الكتلة الحيوية (متر مكعب من حجم الخشب)
يُستخدم BCEF لتوسيع حجم المخزون النامي القابل للاتجار إلى كتلة حيوية ($BCEF_S$)، لتحويل الزيادة السنوية الصافية ($BCEF_I$) ولتحويل حجم إزالة الخشب وخشب الوقود إلى كتلة حيوية فوق الأرض

المنطقة المناخية	نوع الحرج	BCEF	مستوى المخزون النامي (متر مكعب)				
			20>	40-21	100-41	200- 100	200<
المعتدلة	أخشاب قاسية	$BCEF_S$	(4.5-0.8) 3.0	(2.6-0.8) 1.7	(1.9-0.7) 1.4	(1.4-0.6) 1.05	(1.1-0.55) 0.8
		$BCEF_I$	1.5	1.3	0.9	0.6	0.48
		$BCEF_R$	3.33	1.89	1.55	1.17	0.89
	صنوبريات	$BCEF_S$	(2.4- 0.6) 1.8	(1.5- 0.65) 1.0	(1.0-0.6) 0.75	(1.0-0.4) 0.7	(1.0-0.4) 0.7
		$BCEF_I$	1.5	0.75	0.6	0.67	0.69
		$BCEF_R$	2.0	1.11	0.83	0.77	0.77
	صنوبريات أخرى	$BCEF_S$	(4.0-0.7) 3.0	(2.5-0.5) 1.4	(1.4-0.5) 1.0	(1.2-0.4) 0.75	(0.9-0.35) 0.7
		$BCEF_I$	1.0	0.83	0.57	0.53	0.60
		$BCEF_R$	3.33	1.55	1.11	0.83	0.77
			20>	40-21	80-41	80<	
متوسيطة، استوائية جافة، شبه استوائية	أخشاب قاسية	$BCEF_S$	(8.0-2.0) 5.0	(2.6-1.0) 1.9	(1.4-0.6) 0.8	(0.9-0.4) 0.66	
		$BCEF_I$	1.5	0.5	0.55	0.66	
		$BCEF_R$	5.55	2.11	0.89	0.73	
	صنوبريات	$BCEF_S$	(8.0-3.0) 6.0	(2.0-0.5) 1.2	(0.9-0.4) 0.6	(0.7-0.4) 0.55	
		$BCEF_I$	1.5	0.4	0.45	0.54	
		$BCEF_R$	6.67	1.33	0.67	0.61	

الجدول 4-5
معاملات تحويل وتوسيع الكتلة الحيوية (BCEF)، بأطنان الكتلة الحيوية (متر مكعب من حجم الخشب)

يُستخدم BCEF لتوسيع حجم المخزون النامي القابل للاتجار إلى كتلة حيوية ($BCEF_S$)، لتحويل الزيادة السنوية الصافية ($BCEF_I$) ولتحويل حجم إزالة الخشب وخشب الوقود إلى كتلة حيوية فوق الأرض

المنطقة المناخية	نوع الحرج	BCEF	مستوى المخزون النامي (متر مكعب)							
			10>	20-11	40-21	60-41	80-61	120-80	200-120	200<
		$BCEF_S$	(6.0-3.0) 4.0	(2.4-1.4) 1.75	(1.5-1.0) 1.25	(1.2-0.8) 1.0	(1.2-0.7) 0.8	(1.0-0.6) 0.76	(0.9-0.6) 0.7	(0.9-0.6) 0.7
	صنوبريات	$BCEF_I$	2.5	0.95	0.65	0.55	0.53	0.58	0.66	0.70
استوائية رطبة		$BCEF_R$	4.44	1.94	1.39	1.11	0.89	0.84	0.77	0.77
		$BCEF_S$	(12.0-4.0) 9.0	(4.5-2.5) 4.0	(3.4-1.4) 2.8	(2.5-1.2) 2.05	(2.2-1.2) 1.7	(1.8-1.0) 1.5	(1.6-0.9)1.3	(1.1-0.7) 0.95
	أحراج طبيعية	$BCEF_I$	4.5	1.6	1.1	0.93	0.9	0.87	0.86	0.85
		$BCEF_R$	10.0	4.44	3.11	2.28	1.89	1.67	1.44	1.05

ملاحظة: تُطبق القيم الدنيا من نطاقات المعامل $BCEF_S$ إذا كان تعريف المخزون النامي يتضمن الفروع والأجزاء العليا من الساق والأشجار المستبعدة، وتُطبق القيم العليا إذا كانت الفروع والقمم ليست جزءا من المخزون النامي، أو ان الحد الأدنى للقطر العلوي في تعريف المخزون النامي كبيرا أو كان الحجم الذي يتم حصره يقارب الحد الأدنى للفئة أو كانت كثافات الخشب الأساسية كبيرة بصورة نسبية. ويمكن الحصول على الرسوم المستمرة والنماذج الوظيفية والتحديثات بالدراسات الجديدة على موقع الأحراج وتغير المناخ على: http://www.fao.org/forestry/

يجب اشتقاق متوسط BCEF بالنسبة للأحراج غير المتجانسة كمتوسط مرجح ما أمكن. ومن الممارسة السليمة أن يتم تبرير العوامل التي تم اختيارها. لتطبيق المعامل $BCEF_I$، يلزم توافر تقدير لمتوسط المخزون النامي الحالي. ويمكن اشتقاقه من قاعدة بيانات FRA لعام 2005 من الموقع: http://www.fao.org/forestry/

تُشتق قيم $BCEF_R$ بقسمة $BCEF_S$ على 0.9

المصادر : *Boreal forests*: Alexeyev V.A. and R.A. Birdseye, 1998; Fang J. and Z.M. Wang, 2001; *temperate forests*: Fang J. *et al.*, 2001; Fukuda M. *et al*., 2003; Schroeder P. *et al*., 1997; Snowdon P. *et.al*., 2000; Smith J. *et. al*., 2002; Brown S., 1999; Schoene D. and A. Schulte, 1999; Smith J. *et al.*, 2004; *Mediterranean forests*: Vayreda *et al*., 2002; Gracia *et al*., 2002; *tropical forests*: Brown S. *et al*., 1989; Brown S. and A. Lugo, 1992; Brown S., 2002; Fang J.Y., 2001.

الجدول 4-6
معاملات الانبعاث لأنواع التربة العضوية المصرفة في الأحراج المدارة

المناخ	معاملات الانبعاث (بأطنان الكربون لكل هكتار في العام)	
	القيم	النطاقات
الاستوائي	1.36	3.82 – 0.82
المعتدل	0.68	1.91 – 0.41
الشمالي	0.16	1.09 – 0.08

المصدر: *GPG-LULUCF*, Table 3.2.3

الجدول 4-7
الكتلة الحيوية فوق الأرض في الأحراج

النطاق	المنطقة الإيكولوجية	القارة	الكتلة الحيوية فوق الأرض (طن مادة جافة في الهكتار)	المراجع
الاستوائي	غابة استوائية مطيرة	أفريقيا	310 (510-130)	IPCC, 2003
		أمريكا الشمالية والجنوبية	300 (400-120)	Baker *et al*., 2004a; Hughes *et al*., 1999
		أسيا (القارية)	280 (680-120)	IPCC, 2003
		أسيا (الجزرية)	350 (520-280)	IPCC, 2003
	غابة استوائية رطبة نفضية	أفريقيا	260 (430-160)	IPCC, 2003
		أمريكا الشمالية والجنوبية	220 (280-210)	IPCC, 2003
		أسيا (القارية)	180 (560-10)	IPCC, 2003
		أسيا (الجزرية)	290	IPCC, 2003
	غابة استوائية جافة	أفريقيا	120 (130-120)	IPCC, 2003
		أمريكا الشمالية والجنوبية	210 (410-200)	IPCC, 2003
		أسيا (القارية)	130 (160-100)	IPCC, 2003
		أسيا (الجزرية)	160	IPCC, 2003
	أرض شجيرات استوائية	أفريقيا	70 (200-20)	IPCC, 2003
		أمريكا الشمالية والجنوبية	80 (90-40)	IPCC, 2003
		أسيا (القارية)	60	IPCC, 2003
		أسيا (الجزرية)	70	IPCC, 2003
	أنظمة استوائية جبلية	أفريقيا	190-40	IPCC, 2003
		أمريكا الشمالية والجنوبية	230-60	IPCC, 2003
		أسيا (القارية)	220-50	IPCC, 2003
		أسيا (الجزرية(	360-50	IPCC, 2003
شبه الاستوائي	غابة شبه استوائية رطبة	أمريكا الشمالية والجنوبية	220 (280-210)	IPCC, 2003
		أسيا (القارية)	180 (560-10)	IPCC, 2003
		أسيا (الجزرية)	290	IPCC, 2003
	غابة شبه استوائية جافة	أفريقيا	140	Sebei *et al*., 2001
		أمريكا الشمالية والجنوبية	210 (410-200)	IPCC, 2003
		أسيا (القارية)	130 (160-100)	IPCC, 2003
		أسيا (الجزرية)	160	IPCC, 2003
	سهوب شبه استوائية	أفريقيا	70 (200-20)	IPCC, 2003
		أمريكا الشمالية والجنوبية	80 (90-40)	IPCC, 2003
		أسيا (القارية)	60	IPCC, 2003
		أسيا (الجزرية)	70	IPCC, 2003
	أنظمة شبه استوائية جبلية	أفريقيا	50	Montès *et al*., 2002
		أمريكا الشمالية والجنوبية	230-60	IPCC, 2003
		أسيا (القارية)	220-50	IPCC, 2003
		أسيا (الجزرية)	360-50	IPCC, 2003

الجدول 4-7 (تابع)
الكتلة الحيوية فوق الأرض في الأحراج

النطاق	المنطقة الإيكولوجية	القارة	الكتلة الحيوية فوق الأرض (طن مادة جافة في الهكتار)	المراجع
المعتدل	غابة أوقيانوسية معتدلة	أوروبا	120	-
		أمريكا الشمالية	660 (1200-80)	Hessl *et al*., 2004; Smithwick *et al*., 2002
		نيوزيلندا	360 (430-210)	Hall *et al*., 2001
		أمريكا الجنوبية	180 (310-90)	Gayoso and Schlegel, 2003; Battles *et al*., 2002
	غابة قارية معتدلة	أسيا، أوروبا (≥ 20 عاماً)	20	IPCC, 2003
		أسيا، أوروبا (< 20 عاماً)	120 (320-20)	IPCC, 2003
		أمريكا الشمالية والجنوبية (≥ 20 عاماً)	60 (130-10)	IPCC, 2003
		أمريكا الشمالية والجنوبية (< 20 عاماً)	130 (200-50)	IPCC, 2003
	أنظمة معتدلة جبلية	أسيا، أوروبا (≥ 20 عاماً)	100 (180-20)	IPCC, 2003
		أسيا، أوروبا (< 20 عاماً)	130 (600-20)	IPCC, 2003
		أمريكا الشمالية والجنوبية (≥ 20 عاماً)	50 (110-20)	IPCC, 2003
		أمريكا الشمالية والجنوبية (< 20 عاماً)	130 (280-40)	IPCC, 2003
الشمالي	غابة شمالية نفضية	أسيا، أوروبا، أمريكا الشمالية	90-10	Gower *et al*., 2001
	غابة تندرا شمالية	أسيا، أوروبا، أمريكا الشمالية (≥ 20 عاماً)	4-3	IPCC, 2003
		أسيا، أوروبا، أمريكا الشمالية (< 20 عاماً)	20-15	IPCC, 2003
	أنظمة شمالية جبلية	أسيا، أوروبا، أمريكا الشمالية (≥ 20 عاماً)	15-12	IPCC, 2003
		أسيا، أوروبا، أمريكا الشمالية (< 20 عاماً)	50-40	IPCC, 2003

الجدول 4-8
الكتلة الحيوية فوق الأرض في المغارس الحرجية

النطاق	المنطقة الإيكولوجية	القارة	الكتلة الحيوية فوق الأرض (طن مادة جافة في الهكتار)	المراجع
الاستوائي	غابة استوائية مطيرة	عريضة الأوراق < 20 عاماً في أفريقيا	300	IPCC, 2003
		عريضة الأوراق ≥ 20 عاماً في أفريقيا	100	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات < 20 عاماً في أفريقيا	200	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات ≥ 20 عاماً في أفريقيا	60	IPCC, 2003
		أنواع الأوكالبتوس في الأمريكيتين	200	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات في الأمريكيتين	300	IPCC, 2003
		الساج الكبير في الأمريكيتين	240	Kraenzel *et al*., 2003
		عريضة الأوراق الأخرى في الأمريكيتين	150	IPCC, 2003
		عريضة الأوراق في أسيا	220	IPCC, 2003
		أنواع أخرى في أسيا	130	IPCC, 2003
	غابة استوائية رطبة نفضية	عريضة الأوراق < 20 عاماً في أفريقيا	150	IPCC, 2003
		عريضة الأوراق ≥ 20 عاماً في أفريقيا	80	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات < 20 عاماً في أفريقيا	120	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات ≥ 20 عاماً في أفريقيا	40	IPCC, 2003
		أنواع الأوكالبتوس في الأمريكيتين	90	Stape *et al*., 2004
		أنواع الصنوبريات في الأمريكيتين	270	IPCC, 2003
		الساج الكبير في الأمريكيتين	120	IPCC, 2003
		عريضة الأوراق الأخرى في الأمريكيتين	100	IPCC, 2003
		عريضة الأوراق في أسيا	180	IPCC, 2003
		أنواع أخرى في أسيا	100	IPCC, 2003

الجدول 4-8 (تابع)
الكتلة الحيوية فوق الأرض في المغارس الحرجية

النطاق	المنطقة الإيكولوجية	القارة	الكتلة الحيوية فوق الأرض (طن مادة جافة في الهكتار)	المراجع
	غابة استوائية جافة	عريضة الأوراق > 20 عاماً في أفريقيا	70	IPCC, 2003
		عريضة الأوراق ≤ 20 عاماً في أفريقيا	30	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات > 20 عاماً في أفريقيا	60	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات ≤ 20 عاماً في أفريقيا	20	IPCC, 2003
		أنواع الأوكالبتوس في الأمريكيتين	90	Stape *et al*., 2004
		أنواع الصنوبريات في الأمريكيتين	110	IPCC, 2003
		الساج الكبير في الأمريكيتين	90	IPCC, 2003
		عريضة الأوراق الأخرى في الأمريكيتين	60	IPCC, 2003
		عريضة الأوراق في أسيا	90	IPCC, 2003
		أنواع أخرى في أسيا	60	IPCC, 2003
	أرض شجيرات استوائية	عريضة الأوراق في أفريقيا	20	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات > 20 عاماً في أفريقيا	20	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات ≤ 20 عاماً في أفريقيا	15	IPCC, 2003
		أنواع الأوكالبتوس في الأمريكيتين	60	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات في الأمريكيتين	60	IPCC, 2003
		الساج الكبير في الأمريكيتين	50	IPCC, 2003
		عريضة الأوراق الأخرى في الأمريكيتين	30	IPCC, 2003
		عريضة الأوراق في أسيا	40	IPCC, 2003
		أنواع أخرى في أسيا	30	IPCC, 2003
	أنظمة استوائية جبلية	عريضة الأوراق > 20 عاماً في أفريقيا	150-60	IPCC, 2003
		عريضة الأوراق ≤ 20 عاماً في أفريقيا	100-40	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات > 20 عاماً في أفريقيا	100-30	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات ≤ 20 عاماً في أفريقيا	40-10	IPCC, 2003
		أنواع الأوكالبتوس في الأمريكيتين	120-30	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات في الأمريكيتين	170-60	IPCC, 2003
		الساج الكبير في الأمريكيتين	130-30	IPCC, 2003
		عريضة الأوراق الأخرى في الأمريكيتين	80-30	IPCC, 2003
		عريضة الأوراق في أسيا	150-40	IPCC, 2003
		أنواع أخرى في أسيا	80-25	IPCC, 2003
شبه الاستوائي	غابة شبه استوائية رطبة	أنواع الأوكالبتوس في الأمريكيتين	140	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات في الأمريكيتين	270	IPCC, 2003
		الساج الكبير في الأمريكيتين	120	IPCC, 2003
		عريضة الأوراق الأخرى في الأمريكيتين	100	IPCC, 2003
		عريضة الأوراق في أسيا	180	IPCC, 2003
		أنواع أخرى في أسيا	100	IPCC, 2003
	غابة شبه استوائية جافة	عريضة الأوراق > 20 عاماً في أفريقيا	70	IPCC, 2003
		عريضة الأوراق ≤ 20 عاماً في أفريقيا	30	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات > 20 عاماً في أفريقيا	60	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات ≤ 20 عاماً في أفريقيا	20	IPCC, 2003
		أنواع الأوكالبتوس في الأمريكيتين	110	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات في الأمريكيتين	110	IPCC, 2003
		الساج الكبير في الأمريكيتين	90	IPCC, 2003
		عريضة الأوراق الأخرى في الأمريكيتين	60	IPCC, 2003
		عريضة الأوراق في أسيا	90	IPCC, 2003
		أنواع أخرى في أسيا	60	IPCC, 2003

الجدول 4-8 (تابع)
الكتلة الحيوية فوق الأرض في المغارس الحرجية

النطاق	المنطقة الإيكولوجية	القارة	الكتلة الحيوية فوق الأرض (طن مادة جافة في الهكتار)	المراجع
	سهوب شبه استوائية	عريضة الأوراق في أفريقيا	20	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات > 20 عاماً في أفريقيا	20	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات ≤ 20 عاماً في أفريقيا	15	IPCC, 2003
		أنواع الأوكالبتوس في الأمريكيتين	60	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات في الأمريكيتين	60	IPCC, 2003
		الساج الكبير في الأمريكيتين	50	IPCC, 2003
		عريضة الأوراق الأخرى في الأمريكيتين	30	IPCC, 2003
		عريضة الأوراق > 20 عاماً في أسيا	80	IPCC, 2003
		عريضة الأوراق ≤ 20 عاماً في أسيا	10	IPCC, 2003
		الصنوبريات > 20 عاماً في أسيا	20	IPCC, 2003
		الصنوبريات ≤ 20 عاماً في أسيا	120-100	IPCC, 2003
	أنظمة شبه استوائية جبلية	عريضة الأوراق > 20 عاماً في أفريقيا	150-60	IPCC, 2003
		عريضة الأوراق ≤ 20 عاماً في أفريقيا	100-40	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات > 20 عاماً في أفريقيا	100-30	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات ≤ 20 عاماً في أفريقيا	40-10	IPCC, 2003
		أنواع الأوكالبتوس في الأمريكيتين	120-30	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات في الأمريكيتين	170-60	IPCC, 2003
		الساج الكبير في الأمريكيتين	130-30	IPCC, 2003
		عريضة الأوراق الأخرى في الأمريكيتين	80-30	IPCC, 2003
		عريضة الأوراق في أسيا	150-40	IPCC, 2003
		أنواع أخرى في أسيا	80-25	IPCC, 2003
المعتدل	غابة أوقيانوسية معتدلة	أسيا، أوروبا، عريضة الأوراق > 20 عاماً	200	IPCC, 2003
		أسيا، أوروبا، عريضة الأوراق ≤ 20 عاما	30	IPCC, 2003
		أسيا، أوروبا، الصنوبريات > 20 عاماً	250-150	IPCC, 2003
		أسيا، أوروبا، الصنوبريات ≤ 20 عاماً	40	IPCC, 2003
		أمريكا الشمالية	300-50	IPCC, 2003
		نيوزيلندا	350-150	Hinds and Reid, 1957; Hall and Hollinger, 1997; Hall, 2001
		أمريكا الجنوبية	120-90	IPCC, 2003
	غابة قارية معتدلة وأنظمة جبلية	أسيا، أوروبا، عريضة الأوراق > 20 عاماً	200	IPCC, 2003
		أسيا، أوروبا، عريضة الأوراق ≤ 20 عاما	15	IPCC, 2003
		أسيا، أوروبا، الصنوبريات > 20 عاماً	200-150	IPCC, 2003
		أسيا، أوروبا، الصنوبريات ≤ 20 عاماً	30-25	IPCC, 2003
		أمريكا الشمالية	300-50	IPCC, 2003
		أمريكا الجنوبية	120-90	IPCC, 2003
الشمالي	غابة شمالية نفضية وأنظمة جبلية	أسيا، أوروبا > 20 عاماً	40	IPCC, 2003
		أسيا، أوروبا ≤ 20 عاماً	5	IPCC, 2003
		أمريكا الشمالية	50-40	IPCC, 2003
	غابة تندرا شمالية	أسيا، أوروبا > 20 عاماً	25	IPCC, 2003
		أسيا، أوروبا ≤ 20 عاماً	5	IPCC, 2003
		أمريكا الشمالية	25	IPCC, 2003

الجدول 4-9
النمو الصافي في الكتلة الحيوية فوق الأرض في الأحراج الطبيعية

النطاق	المنطقة الإيكولوجية	القارة	نمو الكتلة الحيوية فوق الأرض (طن مادة جافة للهكتار في العام)	المراجع
الاستوائي	غابة استوائية مطيرة	أفريقيا (≥ 20 عاماً)	10	IPCC, 2003
		أفريقيا (< 20 عاماً)	3.1 (3.8-2.3)	IPCC, 2003
		أمريكا الشمالية	18-0.9	Clark *et al*., 2003 ; Hughes *et al*., 1999
		أمريكا الجنوبية (≥ 20 عاماً)	11	Feldpausch *et al*., 2004
		أمريكا الجنوبية (< 20 عاماً)	3.1 (5.5-1.5)	Malhi *et al*., 2004
		أسيا (القارية ≥ 20 عاماً)	7.0 (11.0-3.0)	IPCC, 2003
		أسيا (القارية < 20 عاماً)	2.2 (3.0-1.3)	IPCC, 2003
		أسيا (الجزرية ≥ 20 عاماً)	13	IPCC, 2003
		أسيا (الجزرية < 20 عاماً)	3.4	IPCC, 2003
	غابة استوائية رطبة نفضية	أفريقيا (≥ 20 عاماً)	5	Harmand *et al*., 2004
		أفريقيا (< 20 عاماً)	1.3	IPCC, 2003
		أمريكا الشمالية والجنوبية (≥ 20 عاماً)	7.0	IPCC, 2003
		أمريكا الشمالية والجنوبية (< 20 عاماً)	2.0	IPCC, 2003
		أسيا (القارية ≥ 20 عاماً)	9.0	IPCC, 2003
		أسيا (القارية < 20 عاماً)	2.0	IPCC, 2003
		أسيا (الجزرية ≥ 20 عاماً)	11	IPCC, 2003
		أسيا (الجزرية < 20 عاماً)	3.0	IPCC, 2003
	غابة استوائية جافة	أفريقيا (≥ 20 عاماً)	2.4 (2.5-2.3)	IPCC, 2003
		أفريقيا (< 20 عاماً)	1.8 (3.0-0.6)	IPCC, 2003
		أمريكا الشمالية والجنوبية (≥ 20 عاماً)	4.0	IPCC, 2003
		أمريكا الشمالية والجنوبية (< 20 عاماً)	1.0	IPCC, 2003
		أسيا (القارية ≥ 20 عاماً)	6.0	IPCC, 2003
		أسيا (القارية < 20 عاماً)	1.5	IPCC, 2003
		أسيا (الجزرية ≥ 20 عاماً)	7.0	IPCC, 2003
		أسيا (الجزرية < 20 عاماً)	2.0	IPCC, 2003
	أرض شجيرات استوائية	أفريقيا (≥ 20 عاماً)	0.7-0.2	Nygård *et al*., 2004
		أفريقيا (< 20 عاماً)	0.9 (1.6-0.2)	IPCC, 2003
		أمريكا الشمالية والجنوبية (≥ 20 عاماً)	4.0	IPCC, 2003
		أمريكا الشمالية والجنوبية (< 20 عاماً)	1.0	IPCC, 2003
		أسيا (القارية ≥ 20 عاماً)	5.0	IPCC, 2003
		أسيا (القارية < 20 عاماً)	1.3 (2.2-1.0)	IPCC, 2003
		أسيا (الجزرية ≥ 20 عاماً)	2.0	IPCC, 2003
		أسيا (الجزرية < 20 عاماً)	1.0	IPCC, 2003
	أنظمة استوائية جبلية	أفريقيا (≥ 20 عاماً)	5.0-2.0	IPCC, 2003
		أفريقيا (< 20 عاماً)	1.5-1.0	IPCC, 2003
		أمريكا الشمالية والجنوبية (≥ 20 عاماً)	5.0-1.8	IPCC, 2003
		أمريكا الشمالية والجنوبية (< 20 عاماً)	1.4-0.4	IPCC, 2003
		أسيا (القارية ≥ 20 عاماً)	5.0-1.0	IPCC, 2003
		أسيا (القارية < 20 عاماً)	1.0-0.5	IPCC, 2003
		أسيا (الجزرية ≥ 20 عاماً)	12-3.0	IPCC, 2003
		أسيا (الجزرية < 20 عاماً)	3.0-1.0	IPCC, 2003
شبه الاستوائي	غابة شبه استوائية رطبة	أمريكا الشمالية والجنوبية (≥ 20 عاماً)	7.0	IPCC, 2003
		أمريكا الشمالية والجنوبية (< 20 عاماً)	2.0	IPCC, 2003
		أسيا (القارية ≥ 20 عاماً)	9.0	IPCC, 2003
		أسيا (القارية < 20 عاماً)	2.0	IPCC, 2003
		أسيا (الجزرية ≥ 20 عاماً)	11	IPCC, 2003
		أسيا (الجزرية < 20 عاماً)	3.0	IPCC, 2003
	غابة شبه استوائية جافة	أفريقيا (≥ 20 عاماً)	2.4 (2.5-2.3)	IPCC, 2003
		أفريقيا (< 20 عاماً)	1.8 (3.0-0.6)	IPCC, 2003
		أمريكا الشمالية والجنوبية (≥ 20 عاماً)	4.0	IPCC, 2003

الجدول 4-9 (تابع)
النمو الصافي في الكتلة الحيوية فوق الأرض في الأحراج الطبيعية

النطاق	المنطقة الإيكولوجية	القارة	نمو الكتلة الحيوية فوق الأرض (طن مادة جافة للهكتار في العام)	المرجع
		أمريكا الشمالية والجنوبية (> 20 عاماً)	1.0	IPCC, 2003
		أسيا (القارية ≥ 20 عاماً)	6.0	IPCC, 2003
		أسيا (القارية > 20 عاماً)	1.5	IPCC, 2003
		أسيا (الجزرية ≥ 20 عاماً)	7.0	IPCC, 2003
		أسيا (الجزرية > 20 عاماً)	2.0	IPCC, 2003
	سهوب شبه استوائية	أفريقيا (≥ 20 عاماً)	1.2 (1.5-0.8)	IPCC, 2003
		أفريقيا (> 20 عاماً)	0.9 (1.6-0.2)	IPCC, 2003
		أمريكا الشمالية والجنوبية (≥ 20 عاماً)	4.0	IPCC, 2003
		أمريكا الشمالية والجنوبية (> 20 عاماً)	1.0	IPCC, 2003
		أسيا (القارية ≥ 20 عاماً)	5.0	IPCC, 2003
		أسيا (القارية > 20 عاماً)	1.3 (2.2-1.0)	IPCC, 2003
		أسيا (الجزرية ≥ 20 عاماً)	2.0	IPCC, 2003
		أسيا (الجزرية > 20 عاماً)	1.0	IPCC, 2003
	أنظمة شبه استوائية جبلية	أفريقيا (≥ 20 عاماً)	5.0-2.0	IPCC, 2003
		أفريقيا (> 20 عاماً)	1.5-1.0	IPCC, 2003
		أمريكا الشمالية والجنوبية (≥ 20 عاماً)	5.0-1.8	IPCC, 2003
		أمريكا الشمالية والجنوبية (> 20 عاماً)	1.4-0.4	IPCC, 2003
		أسيا (القارية ≥ 20 عاماً)	5.0-1.0	IPCC, 2003
		أسيا (القارية > 20 عاماً)	1.0-0.5	IPCC, 2003
		أسيا (الجزرية ≥ 20 عاماً)	12-3.0	IPCC, 2003
		أسيا (الجزرية > 20 عاماً)	3.0-1.0	IPCC, 2003
معتدل	غابة أوقيانوسية معتدلة	أوروبا	2.3	
		أمريكا الشمالية	15 (105-1.2)	Hessl *et al*., 2004
		نيوزيلندا	3.5 (3.8-3.2)	Coomes *et al*., 2002
		أمريكا الجنوبية	8.9-2.4	Echevarria and Lara, 2004
	غابة قارية معتدلة	أسيا، أوروبا، أمريكا الشمالية (≥ 20 عاماً)	4.0 (8.0-0.5)	IPCC, 2003
		أسيا، أوروبا، أمريكا الشمالية (> 20 عاماً)	4.0 (7.5-0.5)	IPCC, 2003
	أنظمة معتدلة جبلية	أسيا، أوروبا، أمريكا الشمالية	3.0 (6.0-0.5)	IPCC, 2003
شمالي	غابة شمالية نفضية	أسيا، أوروبا، أمريكا الشمالية	2.1-0.1	Gower *et al*., 2001
	غابة تندرا شمالية	أسيا، أوروبا، أمريكا الشمالية	0.4 (0.5-0.2)	IPCC, 2003
	أنظمة شمالية جبلية	أسيا، أوروبا، أمريكا الشمالية (≥ 20 عاماً)	1.1-1.0	IPCC, 2003
		أسيا، أوروبا، أمريكا الشمالية (> 20 عاماً)	1.5-1.1	IPCC, 2003

الجدول 4-10
النمو الصافي في الكتلة الحيوية فوق الأرض في المغارس الحرجية الاستوائية وشبه الاستوائية

النطاق	المنطقة الإيكولوجية	القارة	نمو الكتلة الحيوية فوق الأرض (طن مادة جافة للهكتار في العام)	المراجع
استوائي	غابة استوائية مطيرة	أنواع الصنوبريات ≥ 20 عاماً في أفريقيا	20	IPCC, 2003
		أنواع أخرى ≥ 20 عاماً في أفريقيا	6 (5-8)	IPCC, 2003
		أنواع الأوكالبتوس في الأمريكيتين	20 (6-40)	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات في الأمريكيتين	20	IPCC, 2003
		الساج الكبير في الأمريكيتين	15	IPCC, 2003
		عريضة الأوراق الأخرى في الأمريكيتين	20 (5-35)	IPCC, 2003
		أنواع الأوكالبتوس في آسيا	5 (4-8)	IPCC, 2003
		أنواع أخرى في آسيا	5 (2-8)	IPCC, 2003
	غابة استوائية رطبة نفضية	أنواع الأوكالبتوس > 20 عاماً في أفريقيا	25	IPCC, 2003
		أنواع الأوكالبتوس ≥ 20 عاماً في أفريقيا	20	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات > 20 عاماً في أفريقيا	15	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات ≥ 20 عاماً في أفريقيا	10	IPCC, 2003
		أنواع أخرى ≥ 20 عاماً في أفريقيا	9 (3-15)	IPCC, 2003
		أنواع الأوكالبتوس في الأمريكيتين	16	Stape *et al*., 2004
		أنواع الصنوبريات في الأمريكيتين	7 (4-10)	IPCC, 2003
		الساج الكبير في الأمريكيتين	8 (4-12)	IPCC, 2003
		عريضة الأوراق الأخرى في الأمريكيتين	20-6	Lugo *et al*., 1990
		آسيا	8	IPCC, 2003
	غابة استوائية جافة	أنواع الأوكالبتوس ≥ 20 عاماً في أفريقيا	13	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات > 20 عاماً في أفريقيا	10	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات ≥ 20 عاماً في أفريقيا	8	IPCC, 2003
		أنواع أخرى ≥ 20 عاماً في أفريقيا	10 (4-20)	IPCC, 2003
		أنواع الأوكالبتوس في الأمريكيتين	20 (6-30)	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات في الأمريكيتين	7 (4-10)	IPCC, 2003
		الساج الكبير في الأمريكيتين	8 (4-12)	IPCC, 2003
		عريضة الأوراق الأخرى في الأمريكيتين	10 (3-12)	IPCC, 2003
		أنواع الأوكالبتوس في آسيا	15 (5-25)	IPCC, 2003
		أنواع أخرى في آسيا	7 (2-13)	IPCC, 2003
	أرض شجيرات استوائية	أنواع الأوكالبتوس > 20 عاماً في أفريقيا	8 (5-14)	IPCC, 2003
		أنواع الأوكالبتوس ≥ 20 عاماً في أفريقيا	5 (3-7)	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات > 20 عاماً في أفريقيا	2.5	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات ≥ 20 عاماً في أفريقيا	3 (0.5-6)	IPCC, 2003
		أنواع أخرى > 20 عاماً في أفريقيا	10	IPCC, 2003
		أنواع أخرى ≥ 20 عاماً في أفريقيا	15	IPCC, 2003
		أنواع الأوكالبتوس في الأمريكيتين	20	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات في الأمريكيتين	5	IPCC, 2003
		آسيا	6 (1-12)	IPCC, 2003
	أنظمة استوائية جبلية	أفريقيا	10	IPCC, 2003
		أنواع الأوكالبتوس في الأمريكيتين	10 (8-18)	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات في الأمريكيتين	10	IPCC, 2003
		الساج الكبير في الأمريكيتين	2	IPCC, 2003
		عريضة الأوراق الأخرى في الأمريكيتين	4	IPCC, 2003
		أنواع الأوكالبتوس في آسيا	3	IPCC, 2003
		أنواع أخرى في آسيا	5 (1-10)	IPCC, 2003
شبه استوائي	غابة شبه استوائية رطبة	أنواع الأوكالبتوس في الأمريكيتين	20 (6-32)	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات في الأمريكيتين	7 (4-10)	IPCC, 2003
		الساج الكبير في الأمريكيتين	8 (4-12)	IPCC, 2003
		عريضة الأوراق الأخرى في الأمريكيتين	10 (3-12)	IPCC, 2003
		آسيا	8	IPCC, 2003
	غابة شبه استوائية جافة	أنواع الأوكالبتوس ≥ 20 عاماً في أفريقيا	13	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات > 20 عاماً في أفريقيا	10	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات ≥ 20 عاماً في أفريقيا	8	IPCC, 2003
		أنواع أخرى ≥ 20 عاماً في أفريقيا	10 (4-20)	IPCC, 2003
		أنواع الأوكالبتوس في الأمريكيتين	20 (6-30)	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات في الأمريكيتين	7 (4-10)	IPCC, 2003
		الساج الكبير في الأمريكيتين	8 (4-12)	IPCC, 2003
		عريضة الأوراق الأخرى في الأمريكيتين	10 (3-12)	IPCC, 2003
		أنواع الأوكالبتوس في آسيا	15 (5-25)	IPCC, 2003
		أنواع أخرى في آسيا	7 (2-13)	IPCC, 2003

الجدول 4-10 (تابع)
النمو الصافي في الكتلة الحيوية فوق الأرض في المغارس الحرجية الاستوائية وشبه الاستوائية

النطاق	المنطقة الإيكولوجية	القارة	نمو الكتلة الحيوية فوق الأرض (طن مادة جافة للهكتار في العام)	المراجع
	سهوب شبه استوائية	أنواع الأوكالبتوس > 20 عاماً في أفريقيا	8 (5-14)	IPCC, 2003
		أنواع الأوكالبتوس ≥ 20 عاماً في أفريقيا	5 (3-7)	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات > 20 عاماً في أفريقيا	2.5	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات ≥ 20 عاماً في أفريقيا	3 (0.5-6)	IPCC, 2003
		أنواع أخرى > 20 عاماً في أفريقيا	10	IPCC, 2003
		أنواع أخرى ≥ 20 عاماً في أفريقيا	15	IPCC, 2003
		أنواع الأوكالبتوس في الأمريكيتين	20	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات في الأمريكيتين	5	IPCC, 2003
		أسيا	6 (1-12)	IPCC, 2003
	أنظمة شبه استوائية جبلية	أفريقيا	10	IPCC, 2003
		أنواع الأوكالبتوس في الأمريكيتين	10 (8-18)	IPCC, 2003
		أنواع الصنوبريات في الأمريكيتين	10	IPCC, 2003
		الساج الكبير في الأمريكيتين	2	IPCC, 2003
		عريضة الأوراق الأخرى في الأمريكيتين	4	IPCC, 2003
		أنواع الأوكالبتوس في أسيا	3	IPCC, 2003
		أنواع أخرى في أسيا	5 (1-10)	IPCC, 2003
معتدل	غابة أوقيانوسية معتدلة	أسيا، أوروبا، عريضة الأوراق > 20 عاماً	-	-
		أسيا، أوروبا، عريضة الأوراق ≥ 20 عاما	-	-
		أسيا، أوروبا، الصنوبريات > 20 عاماً	-	-
		أسيا، أوروبا، الصنوبريات ≥ 20 عاماً	-	-
		أمريكا الشمالية	-	-
		نيوزيلندا	-	-
		أمريكا الجنوبية	-	-
	غابة قارية معتدلة والأنظمة الجبلية	أسيا، أوروبا، عريضة الأوراق > 20 عاماً	-	-
		أسيا، أوروبا، عريضة الأوراق ≥ 20 عاما	-	-
		أسيا، أوروبا، الصنوبريات > 20 عاماً	-	-
		أسيا، أوروبا، الصنوبريات ≥ 20 عاماً	-	-
		أمريكا الشمالية	-	-
		أمريكا الجنوبية	-	-
شمالي	غابة شمالية نفضية والأنظمة الجبلية	أسيا، أوروبا > 20 عاماً	-	-
		أسيا، أوروبا ≥ 20 عاماً	-	-
		أمريكا الشمالية	-	-
	غابة تندرا شمالية	أسيا، أوروبا > 20 عاماً	-	-
		أسيا، أوروبا ≥ 20 عاماً	-	-
		أمريكا الشمالية	-	-

الجدول 4-11أ
النمو الصافي في حجم الكتلة الحيوية فوق الأرض للمغارس الحرجية المختارة

أنواع الأشجار	النمو الصافي في حجم الكتلة الحيوية فوق الأرض (متر مكعب للهكتار في العام)
Acacia auriculiformis	20 - 6
Acacia mearnsii	25 - 14
Araucaria angustifolia	24 - 8
Araucaria cunninghamii	18 - 10
Casuarina equisetifolia	20 - 6
Casuarina junghuhniana	11 - 7
Cordia alliadora	20 - 10
Cupressus lusitanica	40 - 8
Dalbergia sissoo	8 - 5
Eucalyptus camaldulensis	30 - 15
Eucalyptus deglupta	50 - 14
Eucalyptus globulus	40 - 10
Eucalyptus grandis	50 - 15
Eucalyptus robusta	40 - 10
Eucalyptus saligna	55 - 10
Eucalyptus urophylla	60 - 20
Gmelina arborea	50 - 12
Leucaena leucocephala	55 - 30
Pinus caribaea v. caribaea	28 - 10
Pinus caribaea v. hondurensis	50 - 20
Pinus oocarpa	40 - 10
Pinus patula	40 - 8
Pinus radiata	50 - 10
Swietenia macrophylla	30 - 7
Tectona grandis	18 - 6
Terminalia ivorensis	17 - 8
Terminalia superba	14 - 10

المصدر: Ugalde and Perez, 2001

الجدول 4-11ب
متوسط الزيادة السنوية (نمو الحجم القابل للاتجار) لبعض أنواع المغارس الحرجية

نوع الحرج المغروس / المنطقة	أنواع الأشجار	متوسط الزيادة السنوية (MAI) مع الدوران (متر مكعب للهكتار في العام)	
		أدنى MAI	أقصى MAI
المغارس الانتاجية			
أفريقيا	Acacia mellifera	2.2	4.0
	Acacia nilotica	15.0	20.0
	Acacia senegal	1.4	2.6
	Acacia seyal	2.0	6.0
	Ailanthus excelsa	6.6	9.4
	Bamboo bamboo	5.0	7.5
	Cupressus spp.	15.0	24.0
	Eucalyptus spp.	12.0	14.0
	Khaya spp.	8.5	12.0
	Tectona grandis	2.5	3.5
أسيا	Eucalyptus camaldulensis	21.0	43.0
	Pinus spp.	4.0	15.0
أمريكا الجنوبية	Tectona grandis	7.3	17.3
	Xylia xylocapa	3.0	8.8
	Acacia spp.	15.0	30.0
	Araucaria angustifolia	15.0	30.0
	Eucalyptus spp.	20.0	70.0
	Hevea brasiliensis	10.0	20.0
	Mimosa scabrella	10.0	25.0
	Pinus spp.	25.0	40.0
	Populus spp.	10.0	30.0
	Tectona grandis	15.0	35.0
الأحراج الإنتاجية شبه الطبيعية			
أفريقيا	Acacia albida	4.0	6.1
	Acacia mellifera	1.9	3.5
	Acacia nilotica	12.5	20.0
	Acacia senegal	1.1	2.4
	Acacia seyal	1.8	3.2
	Acacia tortilis	1.2	3.7
	Acacia tortilis var siprocarpa	1.5	2.4
	Balanites aegyptiaca	1.2	1.5
	Sclerocarya birrea	1.5	1.7
	Ziziphus mauritiana	0.9	1.0
المغارس الوقائية			
أفريقيا	Acacia mellifera	2.0	6.0
	Acacia nilotica	13.0	21.0
	Acacia senegal	1.4	2.8
	Acacia seyal	1.9	4.3
	Ailanthus spp.	6.0	12.0
	Bamboo bamboo	4.0	8.0
	Cupressus spp.	14.0	20.0
	Eucalyptus spp.	10.0	14.0
	Khaya spp.	7.0	16.0
	Tectona grandis	5.0	8.0

الجدول 4-11ب (تابع)
متوسط الزيادة السنوية (نمو الحجم القابل للاتجار) لبعض أنواع المغارس الحرجية

نوع الحرج المغروس / المنطقة	أنواع الأشجار	متوسط الزيادة السنوية (MAI) مع الدوران (متر مكعب للهكتار في العام)	
		أدنى MAI	أقصى MAI
المغارس الوقائية شبه الطبيعية			
أفريقيا	Acacia albida	4.0	6.2
	Acacia mellifera	1.7	3.2
	Acacia nilotica	12.0	15.0
	Acacia senegal	1.1	2.4
	Acacia seyal	1.8	3.3
	Acacia tortilis	1.3	3.5
	Acacia tortilis var siprocarpa	1.6	2.4
	Balanites aegyptiaca	1.2	1.5
	Sclerocarya birrea	1.5	1.7
	Ziziphus mauritiana	0.9	1.0

المصدر: FAO at http://www.fao.org/forestry/

الجدول 4-12
قيم الكتلة الحيوية المقدرة بالمستوى 1 من الجداول 4-7 إلى 4-11 (باستثناء الجدول 4-11ب)
(القيم تقريبية وتستخدم مع المستوى 1 فقط)

النطاق المناخي	المنطقة الإيكولوجية	الكتلة الحيوية فوق الأرض في الأحراج الطبيعية (طن مادة جافة للهكتار)	الكتلة الحيوية فوق الأرض في المغارس الحرجية (طن مادة جافة للهكتار)	النمو الصافي في الكتلة الحيوية فوق الأرض في الأحراج الطبيعية (طن مادة جافة للهكتار)	النمو الصافي في الكتلة الحيوية فوق الأرض في المغارس الحرجية (طن مادة جافة للهكتار)
الاستوائي	غابة استوائية مطيرة	300	150	7.0	15.0
	غابة استوائية رطبة نفضية	180	120	5.0	10.0
	غابة استوائية جافة	130	60	2.4	8.0
	جنبات استوائية	70	30	1.0	5.0
	أنظمة استوائية جبلية	140	90	1.0	5.0
شبه الاستوائي	غابة شبه استوائية رطبة	220	140	5.0	10.0
	غابة شبه استوائية جافة	130	60	2.4	8.0
	سهوب شبه استوائية	70	30	1.0	5.0
	أنظمة شبه استوائية جبلية	140	90	1.0	5.0
المعتدل	غابة أوقيانوسية معتدلة	180	160	4.4	4.4
	غابة قارية معتدلة	120	100	4.0	4.0
	أنظمة معتدلة جبلية	100	100	3.0	3.0
الشمالي	غابة شمالية نفضية	50	40	1.0	1.0
	غابة تندرا شمالية	15	15	0.4	0.4
	أنظمة شمالية جبلية	30	30	1.0	1.0

الجدول 4-13 كثافة الخشب الأساسية (D) لأنواع الأشجار الاستوائية (أطنان بتجفيف الفرن (رطب متر مكعب))

1 = Baker *et al.*, 2004b; 2 = Barbosa and Fearnside, 2004; 3 = CTFT, 1989; 4 = Fearnside, 1997; 5 = Reyes *et al*., 1992

الأنواع	الكثافة	القارة	المرجع
Adina cordifolia	0.59-0.58	أسيا	5
Aegle marmelo	0.75	أسيا	5
Afzelia bipidensis	0.79-0.67	أفريقيا	3
Agathis sp.	0.44	أسيا	5
Aglaia llanosiana	0.89	أسيا	5
Agonandra brasiliensis	0.74	الأمريكيتين	4
Aidia ochroleuca	0.78	أفريقيا	5
Alangium longiflorum	0.65	أسيا	5
Albizia sp.	0.52	الأمريكيتين	5
Albizzia amara	0.70	أسيا	5
Albizzia falcataria	0.25	أسيا	5
Alcornea sp.	0.34	الأمريكيتين	5
Aldina heterophylla	0.73	الأمريكيتين	4
Aleurites trisperma	0.43	أسيا	5
Alexa grandiflora	0.59	الأمريكيتين	4
Alexa imperatricis	0.52	الأمريكيتين	4
Allophyllus africanus	0.45	أفريقيا	5
Alnus ferruginea	0.38	الأمريكيتين	5
Alnus japonica	0.43	أسيا	5
Alphitonia zizyphoides	0.50	أسيا	5
Alphonsea arborea	0.69	أسيا	5
Alseodaphne longipes	0.49	أسيا	5
Alstonia congensis	0.33	أفريقيا	5
Amburana cearensis	0.43	الأمريكيتين	1
Amoora sp.	0.60	أسيا	5
Amphimas pterocarpoides	0.63	أفريقيا	5
Anacardium excelsum	0.41	الأمريكيتين	4
Anacardium giganteum	0.44	الأمريكيتين	4
Anadenanthera macrocarpa	0.86	الأمريكيتين	4
Andira inermis	0.64	الأمريكيتين	4
Andira parviflora	0.69	الأمريكيتين	4
Andira retusa	0.67	الأمريكيتين	5
Aniba amazonica	0.56-0.52	الأمريكيتين	1
Aniba canelilla	0.92	الأمريكيتين	4
Aningeria robusta	0.53-0.44	أفريقيا	3
Anisophyllea obtusifolia	0.63	أفريقيا	5
Anisophyllea zeylanica	0.46	أسيا	5
Anisoptera sp.	0.54	أسيا	5
Annonidium mannii	0.29	أفريقيا	5
Anogeissus latifolia	0.79-0.78	أسيا	5
Anopyxis klaineana	0.74	أفريقيا	5
Anthocephalus chinensis	0.36-0.33	أسيا	5
Anthocleista keniensis	0.50	أفريقيا	5
Anthonotha macrophylla	0.78	أفريقيا	5
Anthostemma aubryanum	0.32	أفريقيا	5
Antiaris africana	0.38	الأمريكيتين	5
Antiaris sp.	0.38	أفريقيا	5
Antidesma pleuricum	0.59	أسيا	5
Antrocaryon klaineanum	0.50	أفريقيا	5
Apeiba aspera	0.28	الأمريكيتين	1
Apeiba echinata	0.36	الأمريكيتين	5
Apeiba peiouma	0.20	الأمريكيتين	4
Aphanamiris perrottetiana	0.52	أسيا	5
Apuleia leiocarpa	0.70	الأمريكيتين	1
Apuleia molaris	0.76	الأمريكيتين	4
Araucaria bidwillii	0.43	أسيا	5
Ardisia cubana	0.62	الأمريكيتين	1
Artocarpus comunis	0.70	الأمريكيتين	5
Artocarpus sp.	0.58	أسيا	5
Aspidosperma album	0.76	الأمريكيتين	4

الجدول 4-13 كثافة الخشب الأساسية (D) لأنواع الأشجار الاستوائية (أطنان بتجفيف الفرن (رطب متر مكعب))

1 = Baker *et al.*, 2004b; 2 = Barbosa and Fearnside, 2004; 3 = CTFT, 1989; 4 = Fearnside, 1997; 5 = Reyes *et al*., 1992

الأنواع	الكثافة	القارة	المرجع
Aspidosperma macrocarpon	0.67	الأمريكيتين	1
Aspidosperma obscurinervium	0.86	الأمريكيتين	4
Astronium gracile	0.73	الأمريكيتين	4
Astronium graveolens	0.75	الأمريكيتين	4
Astronium lecointei	0.73	الأمريكيتين	5
Astronium ulei	0.71	الأمريكيتين	4
Astronium urundeuva	1.21	الأمريكيتين	4
Aucoumea klaineana	0.48-0.31	أفريقيا	3
Autranella congolensis	0.78	أفريقيا	5
Azadirachta sp.	0.52	أسيا	5
Bagassa guianensis	0.69	الأمريكيتين	4
Baillonella toxisperma	0.70	أفريقيا	3
Balanites aegyptiaca	0.63	أفريقيا	5
Balanocarpus sp.	0.76	أسيا	5
Banara guianensis	0.61	الأمريكيتين	5
Baphia kirkii	0.93	أفريقيا	5
Barringtonia edulis	0.48	أسيا	5
Basiloxylon exelsum	0.58	الأمريكيتين	5
Bauhinia sp.	0.67	أسيا	5
Beilschmiedia louisii	0.70	أفريقيا	5
Beilschmiedia nitida	0.50	أفريقيا	5
Beilschmiedia sp.	0.61	الأمريكيتين	5
Beilschmiedia tawa	0.58	أسيا	5
Berlinia sp.	0.58	أفريقيا	5
Berrya cordifolia	0.78	أسيا	5
Bertholletia excelsa	0.62	الأمريكيتين	4
Bischofia javanica	0.62-0.54	أسيا	5
Bixa arborea	0.32	الأمريكيتين	4
Bleasdalea vitiensis	0.43	أسيا	5
Blighia welwitschii	0.74	أفريقيا	5
Bocoa sp.	0.42	الأمريكيتين	1
Bombacopsis quinata	0.39	الأمريكيتين	1
Bombacopsis sepium	0.39	الأمريكيتين	5
Bombax costatum	0.35	أفريقيا	3
Bombax paraense	0.39	الأمريكيتين	1
Borojoa patinoi	0.52	الأمريكيتين	5
Boswellia serrata	0.50	أسيا	5
Bowdichia coccolobifolia	0.39	الأمريكيتين	2
Bowdichia crassifolia	0.39	الأمريكيتين	2
Bowdichia nitida	0.79	الأمريكيتين	4
Bowdichia virgilioides	0.52	الأمريكيتين	2
Brachystegia sp.	0.52	أفريقيا	5
Bridelia micrantha	0.47	أفريقيا	5
Bridelia squamosa	0.50	أسيا	5
Brosimum acutifolium	0.55	الأمريكيتين	4
Brosimum alicastrum	0.69	الأمريكيتين	4
Brosimum guianense	0.96	الأمريكيتين	4
Brosimum lactescens	0.70	الأمريكيتين	1
Brosimum parinarioides	0.58	الأمريكيتين	4
Brosimum potabile	0.53	الأمريكيتين	4
Brosimum rubescens	0.87	الأمريكيتين	4
Brosimum utile	0.49-0.40	الأمريكيتين	1
Brysenia adenophylla	0.54	الأمريكيتين	5
Buchenavia capitata	0.63	الأمريكيتين	4
Buchenavia huberi	0.79	الأمريكيتين	4
Buchenavia latifolia	0.45	أسيا	5
Buchenavia oxycarpa	0.72	الأمريكيتين	4
Buchenavia viridiflora	0.88	الأمريكيتين	1
Bucida buceras	0.93	الأمريكيتين	5
Bursera serrata	0.59	أسيا	5
Bursera simaruba	0.34-0.29	الأمريكيتين	5
Butea monosperma	0.48	أسيا	5
Byrsonima coriacea	0.64	الأمريكيتين	5

الجدول 4-13 كثافة الخشب الأساسية (D) لأنواع الأشجار الاستوائية (أطنان بتجفيف الفرن (رطب متر مكعب))

1 = Baker *et al.*, 2004b; 2 = Barbosa and Fearnside, 2004; 3 = CTFT, 1989; 4 = Fearnside, 1997; 5 = Reyes *et al*., 1992

الأنواع	الكثافة	القارة	المرجع
Byrsonima spicata	0.61	الأمريكيتين	4
Byrsonima verbascifolia	0.33	الأمريكيتين	2
Cabralea canjerana	0.55	الأمريكيتين	4
Caesalpinia sp.	1.05	الأمريكيتين	5
Calophyllum brasiliense	0.53	الأمريكيتين	4
Calophyllum sp.	0.46	الأمريكيتين	1
Calophyllum sp.	0.53	أسيا	5
Calpocalyx klainei	0.63	أفريقيا	5
Calycarpa arborea	0.53	أسيا	5
Calycophyllum spruceanum	0.74	الأمريكيتين	1
Campnosperma panamensis	0.37	الأمريكيتين	1
Cananga odorata	0.29	أسيا	5
Canarium sp.	0.44	أسيا	5
Canthium monstrosum	0.42	أسيا	5
Canthium rubrocostratum	0.63	أفريقيا	5
Carallia calycina	0.66	أسيا	5
Carapa guianensis	0.55	الأمريكيتين	4
Carapa procera	0.59	أفريقيا	5
Cariniana integrifolia	0.49	الأمريكيتين	4
Cariniana micrantha	0.64	الأمريكيتين	4
Caryocar glabrum	0.65	الأمريكيتين	1
Caryocar villosum	0.72	الأمريكيتين	4
Casearia battiscombei	0.50	أفريقيا	5
Casearia sp.	0.62	الأمريكيتين	5
Cassia javanica	0.69	أسيا	5
Cassia moschata	0.71	الأمريكيتين	5
Cassia scleroxylon	1.01	الأمريكيتين	4
Cassipourea euryoides	0.70	أفريقيا	5
Cassipourea malosana	0.59	أفريقيا	5
Castanopsis philippensis	0.51	أسيا	5
Casuarina equisetifolia	0.81	الأمريكيتين	5
Casuarina equisetifolia	0.83	أسيا	5
Casuarina nodiflora	0.85	أسيا	5
Catostemma commune	0.50	الأمريكيتين	1
Cecropia sp.	0.36	الأمريكيتين	5
Cedrela odorata	0.42	الأمريكيتين	1
Cedrela odorata	0.38	أسيا	5
Cedrela sp.	0.46-0.40	الأمريكيتين	5
Cedrela toona	0.43	أسيا	5
Cedrelinga catenaeformis	0.45	الأمريكيتين	1
Ceiba pentandra	0.39-0.18	أفريقيا	3
Ceiba pentandra	0.28	الأمريكيتين	4
Ceiba pentandra	0.23	أسيا	5
Ceiba samauma	0.57	الأمريكيتين	1
Celtis luzonica	0.49	أسيا	5
Celtis schippii	0.59	الأمريكيتين	1
Celtis sp.	0.59	أفريقيا	5
Centrolobium sp.	0.65	الأمريكيتين	5
Cespedesia macrophylla	0.63	الأمريكيتين	5
Cespedesia spathulata	0.54	الأمريكيتين	1
Chaetocarpus schomburgkianus	0.80	الأمريكيتين	5
Chisocheton pentandrus	0.52	أسيا	5
Chlorophora excelsa	0.66-0.48	أفريقيا	3
Chlorophora tinctoria	0.73	الأمريكيتين	4
Chloroxylon swietenia	0.80-0.76	أسيا	5
Chorisia integrifolia	0.28	الأمريكيتين	1
Chrysophyllum albidum	0.56	أفريقيا	5
Chukrassia tabularis	0.57	أسيا	5

الجدول 4-13 كثافة الخشب الأساسية (D) لأنواع الأشجار الاستوائية (أطنان بتجفيف الفرن (رطب متر مكعب))

1 = Baker *et al.*, 2004b; 2 = Barbosa and Fearnside, 2004; 3 = CTFT, 1989; 4 = Fearnside, 1997; 5 = Reyes *et al*., 1992

الأنواع	الكثافة	القارة	المرجع
Citrus grandis	0.59	أسيا	5
Clarisia racemosa	0.59	الأمريكيتين	4
Cleidion speciflorum	0.50	أسيا	5
Cleistanthus eollinus	0.88	أسيا	5
Cleistanthus mildbraedii	0.87	أفريقيا	5
Cleistocalyx sp.	0.76	أسيا	5
Cleistopholis patens	0.36	أفريقيا	5
Clusia rosea	0.67	الأمريكيتين	5
Cochlospermum gossypium	0.27	أسيا	5
Cochlospermum orinocensis	0.26	الأمريكيتين	5
Cocos nucifera	0.50	أسيا	5
Coda edulis	0.78	أفريقيا	5
Coelocaryon preussii	0.56	أفريقيا	5
Cola sp.	0.70	أفريقيا	5
Colona serratifolia	0.33	أسيا	5
Combretodendron quadrialatum	0.57	أسيا	5
Conopharyngia holstii	0.50	أفريقيا	5
Copaifera officinalis	0.61	الأمريكيتين	1
Copaifera pubifora	0.56	الأمريكيتين	1
Copaifera religiosa	0.50	أفريقيا	5
Copaifera reticulata	0.63	الأمريكيتين	4
Cordia alliodora	0.48	الأمريكيتين	5
Cordia bicolor	0.49	الأمريكيتين	4
Cordia gerascanthus	0.74	الأمريكيتين	5
Cordia goeldiana	0.48	الأمريكيتين	4
Cordia millenii	0.34	أفريقيا	5
Cordia platythyrsa	0.36	أفريقيا	5
Cordia sagotii	0.50	الأمريكيتين	4
Cordia sp.	0.53	أسيا	5
Corynanthe pachyceras	0.63	أفريقيا	5
Corythophora rimosa	0.84	الأمريكيتين	4
Cotylelobium sp.	0.69	أسيا	5
Couepia sp.	0.70	الأمريكيتين	5
Couma macrocarpa	0.50	الأمريكيتين	4
Couratari guianensis	0.54	الأمريكيتين	4
Couratari multiflora	0.47	الأمريكيتين	4
Couratari oblongifolia	0.49	الأمريكيتين	4
Couratari stellata	0.63	الأمريكيتين	4
Crataeva religiosa	0.53	أسيا	5
Cratoxylon arborescens	0.40	أسيا	5
Croton megalocarpus	0.57	أفريقيا	5
Croton xanthochloros	0.48	الأمريكيتين	5
Cryptocarya sp.	0.59	أسيا	5
Cryptosepalum staudtii	0.70	أفريقيا	5
Ctenolophon englerianus	0.78	أفريقيا	5
Cubilia cubili	0.49	أسيا	5
Cullenia excelsa	0.53	أسيا	5
Cupressus lusitanica	0.44-0.43	الأمريكيتين	5
Curatella americana	0.41	الأمريكيتين	2
Cylicodiscus gabonensis	0.80	أفريقيا	5
Cynometra alexandri	0.74	أفريقيا	5
Cynometra sp.	0.80	أسيا	5
Cyrilla racemiflora	0.53	الأمريكيتين	5
Dacrycarpus imbricatus	0.47-0.45	أسيا	5
Dacrydium sp.	0.46	أسيا	5
Dacryodes buttneri	0.57-0.44	أفريقيا	3
Dacryodes excelsa	0.53-0.52	الأمريكيتين	5
Dacryodes sp.	0.61	أسيا	5
Dactyodes colombiana	0.51	الأمريكيتين	5
Dalbergia paniculata	0.64	أسيا	5
Dalbergia retusa.	0.89	الأمريكيتين	5
Dalbergia stevensonii	0.82	الأمريكيتين	5

1 = Baker *et al.*, 2004b; 2 = Barbosa and Fearnside, 2004; 3 = CTFT, 1989; 4 = Fearnside, 1997; 5 = Reyes *et al*., 1992

3	أفريقيا	0.53	Daniellia oliveri
5	الأمريكيتين	0.47	Declinanona calycina
5	أسيا	0.37	Decussocarpus vitiensis
5	أسيا	0.35	Degeneria vitiensis
5	أسيا	0.64	Dehaasia triandra
4	الأمريكيتين	0.40	Dendropanax arboreum
5	أفريقيا	0.87	Desbordesia pierreana
5	أفريقيا	0.63	Detarium senegalensis
5	أفريقيا	0.78	Dialium excelsum
4	الأمريكيتين	0.88	Dialium guianense
5	أسيا	0.80	Dialium sp.
5	الأمريكيتين	0.48-0.36	Dialyanthera sp.
4	الأمريكيتين	0.47	Diclinanona calycina
4	الأمريكيتين	0.65	Dicorynia ghuianensis
5	الأمريكيتين	0.60	Dicorynia paraensis
5	أفريقيا	0.78	Didelotia africana
5	أفريقيا	0.50	Didelotia letouzeyi
5	الأمريكيتين	0.74	Didymopanax sp.
5	أسيا	0.59	Dillenia sp.
5	الأمريكيتين	0.99	Dimorphandra mora
4	الأمريكيتين	0.86	Dinizia excelsa
5	أفريقيا	0.82	Diospyros sp.
1	الأمريكيتين	0.47	Diospyros sp.
5	أسيا	0.70	Diospyros sp.
5	أسيا	0.63	Diplodiscus paniculatus
4	الأمريكيتين	0.85	Diploon cuspidatum
1	الأمريكيتين	0.74	Diplotropis martiusii
4	الأمريكيتين	0.78	Diplotropis purpurea
5	أسيا	0.61	Dipterocarpus caudatus
5	أسيا	0.56	Dipterocarpus eurynchus
5	أسيا	0.61	Dipterocarpus gracilis
5	أسيا	0.62	Dipterocarpus grandiflorus
5	أسيا	0.56	Dipterocarpus kerrii
5	أسيا	0.57	Dipterocarpus kunstlerii
5	أسيا	0.61	Dipterocarpus sp.
5	أسيا	0.52	Dipterocarpus warburgii
4	الأمريكيتين	0.93	Dipteryx odorata
4	الأمريكيتين	0.87	Dipteryx polyphylla
5	أفريقيا	0.32	Discoglypremna caloneura
5	أفريقيا	0.58	Distemonanthus benthamianus
5	أسيا	0.50	Dracontomelon sp.
5	أسيا	0.61	Dryobalanops sp.
5	أفريقيا	0.63	Drypetes sp.
4	الأمريكيتين	0.71	Drypetes variabilis
5	أسيا	0.75	Dtypetes bordenii
5	أسيا	0.53	Durio sp.
5	الأمريكيتين	0.59	Dussia lehmannii
5	أسيا	0.36	Dyera costulata
5	أسيا	0.49	Dysoxylum quercifolium
4	الأمريكيتين	0.59	Ecclinusa bacuri
5	الأمريكيتين	0.63	Ecclinusa guianensis
5	أفريقيا	0.51	Ehretia acuminata
5	أسيا	0.40	Elaeocarpus serratus
5	أسيا	0.80	Emblica officinalis
5	أفريقيا	0.42	Enantia chlorantha
5	أسيا	0.54	Endiandra laxiflora
1	الأمريكيتين	0.50	Endlicheria sp.
5	أفريقيا	0.66	Endodesmia calophylloides
4	الأمريكيتين	0.78	Endopleura uchi
5	أسيا	0.38	Endospermum sp.

1 = Baker *et al.*, 2004b; 2 = Barbosa and Fearnside, 2004; 3 = CTFT, 1989; 4 = Fearnside, 1997; 5 = Reyes *et al*., 1992

3	أفريقيا	0.62-0.53	Entandrophragma utile
4	الأمريكيتين	0.34	Enterolobium cyclocarpum
5	أسيا	0.35	Enterolobium cyclocarpum
4	الأمريكيتين	0.40	Enterolobium maximum
4	الأمريكيتين	0.78	Enterolobium schomburgkii
4	الأمريكيتين	0.78	Eperua falcata
5	أسيا	0.73	Epicharis cumingiana
5	أفريقيا	0.60	Eribroma oblongum
5	أفريقيا	0.50	Eriocoelum microspermum
4	الأمريكيتين	0.45	Eriotheca longipedicellata
1	الأمريكيتين	0.47	Erisma uncinatum
5	أفريقيا	0.56	Erismadelphus ensul
5	الأمريكيتين	0.23	Erythrina sp.
5	أسيا	0.24	Erythrina subumbrans
5	أفريقيا	0.25	Erythrina vogelii
3	أفريقيا	0.88-0.70	Erythrophleum ivorense
5	أسيا	0.65	Erythrophloeum densiflorum
4	الأمريكيتين	0.90	Eschweilera amazonica
4	الأمريكيتين	0.78	Eschweilera coriacea
4	الأمريكيتين	0.81	Eschweilera ovata
4	الأمريكيتين	0.79	Eschweilera sagotiana
5	أسيا	0.64	Eucalyptus citriodora
5	أسيا	0.34	Eucalyptus deglupta
5	الأمريكيتين	0.51	Eucalyptus robusta
5	أسيا	0.65	Eugenia sp.
5	الأمريكيتين	0.73	Eugenia stahlii
4	الأمريكيتين	0.70	Euxylophora paraensis
5	أفريقيا	0.69	Fagara macrophylla
5	الأمريكيتين	0.69	Fagara sp.
5	أسيا	0.73	Fagraea sp.
5	أسيا	0.65	Ficus benjamina
1	الأمريكيتين	0.50	Ficus insipida
5	أفريقيا	0.40	Ficus iteophylla
5	أفريقيا	0.45	Fumtumia latifolia
1	الأمريكيتين	0.51	Gallesia integrifolia
5	أفريقيا	0.56	Gambeya sp.
5	أسيا	0.59	Ganua obovatifolia
5	أسيا	0.65	Garcinia myrtifolia
5	أفريقيا	0.78	Garcinia punctata
5	أسيا	0.75	Garcinia sp.
5	أسيا	0.64	Gardenia turgida
5	أسيا	0.51	Garuga pinnata
4	الأمريكيتين	0.51	Genipa americana
5	أفريقيا	0.87	Gilletiodendron mildbraedii
5	أسيا	0.63	Gluta sp.
4	الأمريكيتين	0.66	Glycydendron amazonicum
5	أسيا	0.45-0.41	Gmelina arborea
5	أسيا	0.54	Gmelina vitiensis
5	أسيا	0.64	Gonocaryum calleryanum
5	أسيا	0.57	Gonystylus punctatus
5	أفريقيا	0.40	Gossweilerodendron balsamiferum
1	الأمريكيتين	0.68	Goupia glabra
5	أسيا	0.68	Grewia tiliaefolia
3	أفريقيا	0.57-0.48	Guarea cedrata
5	الأمريكيتين	0.52	Guarea chalde
4	الأمريكيتين	0.68	Guarea guidonia

1 = Baker *et al.*, 2004b; 2 = Barbosa and Fearnside, 2004; 3 = CTFT, 1989; 4 = Fearnside, 1997; 5 = Reyes *et al*., 1992

1	الأمريكيتين	0.60	Guarea kunthiana
1	الأمريكيتين	0.52	Guatteria decurrens
4	الأمريكيتين	0.51	Guatteria olivacea
4	الأمريكيتين	0.65	Guatteria procera
5	الأمريكيتين	0.52-0.50	Guazuma ulmifolia
3	أفريقيا	0.84-0.70	Guibourtia demeusii
5	الأمريكيتين	1.25-0.95	Guillielma gasipae
1	الأمريكيتين	0.34	Gustavia speciosa
5	أفريقيا	0.28	Hannoa klaineana
5	أسيا	0.73	Hardwickia binata
5	أسيا	0.62	Harpullia arborea
5	أفريقيا	0.45	Harungana madagascariensis
4	الأمريكيتين	0.72	Helicostylis tomentosa
5	أسيا	0.56	Heritiera sp.
5	الأمريكيتين	0.29	Hernandia Sonora
4	الأمريكيتين	0.49	Hevea brasiliensis
5	أسيا	0.53	Hevea brasiliensis
5	أفريقيا	0.48	Hexalobus crispiflorus
5	أسيا	0.57	Hibiscus tiliaceus
1	الأمريكيتين	0.62-0.59	Hieronyma chocoensis
1	الأمريكيتين	0.55	Hieronyma laxiflora
2	الأمريكيتين	0.38	Himatanthus articulatus
5	الأمريكيتين	0.74	Hirtella davisii
5	أفريقيا	0.59	Holoptelea grandis
5	أسيا	0.38	Homalanthus populneus
5	أفريقيا	0.70	Homalium sp.
5	أسيا	0.76	Homalium sp.
5	أسيا	0.62	Hopea acuminata
5	أسيا	0.64	Hopea sp.
1	الأمريكيتين	0.50	Huberodendron patinoi
4	الأمريكيتين	0.66	Humiria balsamifera
4	الأمريكيتين	0.75	Humiriastrum excelsum
5	الأمريكيتين	0.70	Humiriastrum procera
4	الأمريكيتين	0.36	Hura crepitans
4	الأمريكيتين	0.64	Hyeronima alchorneoides
5	الأمريكيتين	0.59	Hyeronima laxiflora
5	أفريقيا	0.78	Hylodendron gabonense
1	الأمريكيتين	0.77	Hymenaea courbaril
5	الأمريكيتين	0.67	Hymenaea davisii
1	الأمريكيتين	0.62	Hymenaea oblongifolia
4	الأمريكيتين	0.95	Hymenaea parvifolia
4	الأمريكيتين	0.64	Hymenolobium excelsum
4	الأمريكيتين	0.65	Hymenolobium modestum
4	الأمريكيتين	0.67	Hymenolobium pulcherrimum
5	أفريقيا	0.78	Hymenostegia pellegrini
4	الأمريكيتين	0.62	Inga alba
1	الأمريكيتين	0.51	Inga edulis
4	الأمريكيتين	0.82	Inga paraensis
5	أسيا	0.68	Intsia palembanica
5	أفريقيا	0.78	Irvingia grandifolia
4	الأمريكيتين	0.55	Iryanthera grandis
4	الأمريكيتين	0.57	Iryanthera sagotiana
4	الأمريكيتين	0.72	Iryanthera trocornis
4	الأمريكيتين	0.33	Jacaranda copaia
4	الأمريكيتين	0.39	Joannesia heveoides
5	أفريقيا	0.78	Julbernardia globiflora
5	أسيا	0.53	Kayea garciae
3	أفريقيا	0.48-0.40	Khaya ivorensis
5	أسيا	0.48	Kingiodendron alternifolium

1 = Baker *et al.*, 2004b; 2 = Barbosa and Fearnside, 2004; 3 = CTFT, 1989; 4 = Fearnside, 1997; 5 = Reyes *et al*., 1992

5	أفريقيا	0.87	Klainedoxa gabonensis
5	أسيا	0.36	Kleinhovia hospita
5	أسيا	0.53	Knema sp.
5	أسيا	0.63	Koompassia excelsa
5	أسيا	0.69-0.65	Koordersiodendron pinnatum
5	أسيا	0.72	Kydia calycina
5	الأمريكيتين	0.73	Lachmellea speciosa
1	الأمريكيتين	0.63	Laetia procera
5	أسيا	0.55	Lagerstroemia sp.
5	أسيا	0.50	Lannea grandis
5	أفريقيا	0.78	Lecomtedoxa klainenna
4	الأمريكيتين	0.77	Lecythis idatimon
4	الأمريكيتين	0.83	Lecythis lurida
4	الأمريكيتين	0.84	Lecythis pisonis
4	الأمريكيتين	0.81	Lecythis poltequi
4	الأمريكيتين	0.86	Lecythis zabucaja
5	أفريقيا	0.87	Letestua durissima
5	أسيا	0.64	Leucaena leucocephala
4	الأمريكيتين	0.76	Licania macrophylla
4	الأمريكيتين	0.88	Licania oblongifolia
4	الأمريكيتين	0.77	Licania octandra
1	الأمريكيتين	0.88	Licania unguiculata
4	الأمريكيتين	0.80	Licaria aritu
4	الأمريكيتين	1.04	Licaria cannella
4	الأمريكيتين	0.73	Licaria rigida
5	الأمريكيتين	0.41	Lindackeria sp.
5	الأمريكيتين	0.81	Linociera domingensis
5	أسيا	0.63	Lithocarpus soleriana
5	أسيا	0.40	Litsea sp.
5	الأمريكيتين	0.69	Lonchocarpus sp.
3	أفريقيا	0.97-0.84	Lophira alata
5	أسيا	0.46	Lophopetalum sp.
5	أفريقيا	0.45	Lovoa trichilioides
5	الأمريكيتين	0.56	Loxopterygium sagotii
5	الأمريكيتين	0.79	Lucuma sp.
5	الأمريكيتين	0.50	Luehea sp.
4	الأمريكيتين	0.62	Lueheopsis duckeana
5	الأمريكيتين	0.59	Mabea piriri
5	أسيا	0.53	Macaranga denticulata
5	الأمريكيتين	0.70	Machaerium sp.
1	الأمريكيتين	0.71	Maclura tinctoria
5	الأمريكيتين	0.40	Macoubea guianensis
5	أسيا	0.53	Madhuca oblongifolia
5	أفريقيا	0.41	Maesopsis eminii
5	الأمريكيتين	0.52	Magnolia sp.
5	الأمريكيتين	0.57	Maguira sclerophylla
5	أفريقيا	0.45	Malacantha sp.
5	أسيا	0.64	Mallotus philippinensis
4	الأمريكيتين	0.57	Malouetia duckei
5	أفريقيا	0.62	Mammea أفريقياna
5	الأمريكيتين	0.62	Mammea americana
5	الأمريكيتين	0.55	Mangifera indica
5	أسيا	0.52	Mangifera sp.
4	الأمريكيتين	0.85	Manilkara amazonica
1	الأمريكيتين	0.87	Manilkara bidentata
4	الأمريكيتين	0.93	Manilkara huberi
5	أفريقيا	0.78	Manilkara lacera
5	أسيا	0.76	Maniltoa minor
4	الأمريكيتين	0.57	Maquira sclerophylla
5	الأمريكيتين	0.63	Marila sp.
5	أفريقيا	0.45	Markhamia platycalyx
4	الأمريكيتين	0.81	Marmaroxylon racemosum
5	أسيا	0.47	Mastixia philippinensis

1 = Baker *et al.*, 2004b; 2 = Barbosa and Fearnside, 2004; 3 = CTFT, 1989; 4 = Fearnside, 1997; 5 = Reyes *et al*., 1992

5	الأمريكيتين	0.70	Matayba domingensis
5	الأمريكيتين	0.61	Matisia hirta
1	الأمريكيتين	0.31	Mauria sp.
5	الأمريكيتين	0.71	Maytenus sp.
5	أسيا	0.63	Melanorrhea sp.
5	أسيا	0.40	Melia dubia
5	أسيا	0.37	Melicope triphylla
5	أسيا	0.27	Meliosma macrophylla
5	أسيا	0.25	Melochia umbellata
5	أفريقيا	0.77	Memecylon capitellatum
5	أسيا	0.76-0.70	Metrosideros collina
4	الأمريكيتين	0.70	Mezilaurus itauba
4	الأمريكيتين	0.68	Mezilaurus lindaviana
5	أسيا	0.43	Michelia sp.
5	الأمريكيتين	0.61	Michropholis sp.
5	أفريقيا	0.70	Microberlinia brazzavillensis
5	أفريقيا	0.42	Microcos coriaceus
	أسيا	0.40	
		0.64	Micromelum compressum
4	الأمريكيتين	0.65	Micropholi guyanensis
4	الأمريكيتين	0.67	Micropholi venulosa
5	أفريقيا	0.72	Milletia sp.
5	أسيا	0.63	Milliusa velutina
5	أسيا	0.72	Mimusops elengi
1	الأمريكيتين	0.76	Minquartia guianensis
5	أسيا	0.56	Mitragyna parviflora
5	أفريقيا	0.47	Mitragyna stipulosa
3	أفريقيا	0.53-0.44	Monopetalanthus heitzii
4	الأمريكيتين	0.80	Mora excelsa
1	الأمريكيتين	0.78	Mora gonggrijpii
1	الأمريكيتين	0.63	Mora megistosperma
1	الأمريكيتين	0.78	Mouriri barinensis
5	الأمريكيتين	0.88	Mouriria sideroxylon
5	أفريقيا	0.23	Musanga cecropioides
5	الأمريكيتين	0.73	Myrciaria floribunda
4	الأمريكيتين	0.55	Myristica platysperma
5	أسيا	0.53	Myristica sp.
1	الأمريكيتين	0.78	Myroxylon balsamum
1	الأمريكيتين	0.78	Myroxylon peruiferum
5	أفريقيا	0.63	Nauclea diderrichii
1	الأمريكيتين	0.61	Nealchornea yapurensis
5	الأمريكيتين	0.57	Nectandra rubra
5	أسيا	0.53	Neesia sp.
5	أسيا	0.62	Neonauclea bernardoi
5	أفريقيا	0.32	Neopoutonia macrocalyx
5	أسيا	0.55	Neotrewia cumingii
5	أفريقيا	0.65	Nesogordonia papaverifera
5	أسيا	0.86	Ochna foxworthyi
5	أسيا	0.30	Ochroma pyramidale
5	أفريقيا	0.78	Ochtocosmus africanus
4	الأمريكيتين	0.63	Ocotea guianensis
4	الأمريكيتين	0.63	Ocotea neesiana
5	أسيا	0.32-0.27	Octomeles sumatrana
5	أفريقيا	0.32	Odyendea sp.
5	أفريقيا	0.78	Oldfieldia africana
5	أفريقيا	0.72	Ongokea gore
4	الأمريكيتين	0.61	Onychopetalum amazonicum
1	الأمريكيتين	0.61	Ormosia coccinea
4	الأمريكيتين	0.67	Ormosia paraensis
1	الأمريكيتين	0.57	Ormosia schunkei
5	أسيا	0.32	Oroxylon indicum

1 = Baker *et al.*, 2004b; 2 = Barbosa and Fearnside, 2004; 3 = CTFT, 1989; 4 = Fearnside, 1997; 5 = Reyes *et al*., 1992

1	الأمريكيتين	0.32	Otoba gracilipes
5	أسيا	0.70	Ougenia dalbergiodes
5	الأمريكيتين	0.66	Ouratea sp.
5	أفريقيا	0.53	Oxystigma oxyphyllum
5	الأمريكيتين	0.43	Pachira acuatica
5	أفريقيا	0.70	Pachyelasma tessmannii
5	أفريقيا	0.58	Pachypodanthium staudtii
5	أسيا	0.55	Palaquium sp.
5	أسيا	0.50	Pangium edule
5	أفريقيا	0.56	Paraberlinia bifoliolata
5	أسيا	0.59	Parashorea stellata
5	الأمريكيتين	0.60	Paratecoma peroba
5	أسيا	0.77	Paratrophis glabra
4	الأمريكيتين	0.68	Parinari excelsa
5	أفريقيا	0.87	Parinari glabra
4	الأمريكيتين	0.71	Parinari montana
4	الأمريكيتين	0.71	Parinari rodolphii
5	أسيا	0.68	Parinari sp.
4	الأمريكيتين	0.38	Parkia multijuga
4	الأمريكيتين	0.40	Parkia nitada
4	الأمريكيتين	0.44	Parkia paraensis
4	الأمريكيتين	0.55	Parkia pendula
5	أسيا	0.34	Parkia roxburghii
4	الأمريكيتين	0.40	Parkia ulei
1	الأمريكيتين	0.59	Pausandra trianae
5	أفريقيا	0.56	Pausinystalia brachythyrsa
5	أفريقيا	0.56	Pausinystalia sp.
5	أسيا	0.55	Payena sp.
4	الأمريكيتين	0.89	Peltogyne paniculata
4	الأمريكيتين	0.91	Peltogyne paradoxa
1	الأمريكيتين	0.89	Peltogyne porphyrocardia
5	أسيا	0.62	Peltophorum pterocarpum
5	أسيا	0.56	Pentace sp.
1	الأمريكيتين	0.43	Pentaclethra macroloba
5	أفريقيا	0.78	Pentaclethra macrophylla
5	أفريقيا	0.78	Pentadesma butyracea
5	الأمريكيتين	0.52-0.40	Persea sp.
5	الأمريكيتين	0.65	Peru glabrata
5	الأمريكيتين	0.59	Peru schomburgkiana
5	الأمريكيتين	0.66	Petitia domingensis
5	أسيا	0.56	Phaeanthus ebracteolatus
5	أفريقيا	0.76	Phyllanthus discoideus
5	أسيا	0.53	Phyllocladus hypophyllus
4	الأمريكيتين	0.77	Phyllostylon brasiliensis
5	أفريقيا	0.70	Pierreodendron africanum
5	الأمريكيتين	0.51	Pinus caribaea
5	أسيا	0.48	Pinus caribaea
5	أسيا	0.48-0.47	Pinus insularis
5	أسيا	0.54	Pinus merkusii
5	الأمريكيتين	0.55	Pinus oocarpa
5	الأمريكيتين	0.45	Pinus patula
4	الأمريكيتين	0.68	Piptadenia communis
1	الأمريكيتين	0.86	Piptadenia grata
4	الأمريكيتين	0.75	Piptadenia suaveolens
5	أفريقيا	0.56	Piptadeniastrum africanum
5	الأمريكيتين	0.96	Piratinera guianensis
5	أسيا	0.21	Pisonia umbellifera

5	الأمريكيتين	0.56	Pithecellobium guachapele
1	الأمريكيتين	0.36	Pithecellobium latifolium
1	الأمريكيتين	0.49	Pithecellobium saman
5	أسيا	0.51	Pittosporum pentandrum
5	أفريقيا	0.70	Plagiostyles africana
5	أسيا	0.59	Planchonia sp.
5	الأمريكيتين	0.70	Platonia insignis
5	الأمريكيتين	0.84-0.71	Platymiscium sp.
1	الأمريكيتين	0.44	Podocarpus oleifolius
1	الأمريكيتين	0.57	Podocarpus rospigliosii
5	أسيا	0.43	Podocarpus sp.
5	أفريقيا	0.36	Poga oleosa
5	أسيا	0.51	Polyalthia flava
5	أفريقيا	0.66	Polyalthia suaveolens
5	أسيا	0.38	Polyscias nodosa
5	أسيا	0.54	Pometia sp.
1	الأمريكيتين	0.44-0.37	Poulsenia armata
5	الأمريكيتين	0.32	Pourouma sp.
1	الأمريكيتين	0.66	Pouteria anibifolia
4	الأمريكيتين	0.81	Pouteria anomala
4	الأمريكيتين	0.87	Pouteria caimito
4	الأمريكيتين	0.90	Pouteria guianensis
4	الأمريكيتين	0.64	Pouteria manaosensis
4	الأمريكيتين	0.65	Pouteria oppositifolia
5	أسيا	0.47	Pouteria villamilii
5	أفريقيا	0.63	Premna angolensis
5	أسيا	0.96	Premna tomentosa
5	الأمريكيتين	0.41-0.40	Prioria copaifera
4	الأمريكيتين	0.54	Protium heptaphyllum
4	الأمريكيتين	0.65	Protium tenuifolium
1	الأمريكيتين	0.63-0.62	Pseudolmedia laevigata
1	الأمريكيتين	0.71	Pseudolmedia laevis
5	أفريقيا	0.63	Pteleopsis hylodendron
5	أسيا	0.67	Pterocarpus marsupium
3	أفريقيا	0.79-0.62	Pterocarpus soyauxii
1	الأمريكيتين	0.57	Pterocarpus vernalis
4	الأمريكيتين	0.66	Pterogyne nitens
5	أفريقيا	0.52	Pterygota sp.
1	الأمريكيتين	0.62	Pterygota sp.
3	أفريقيا	0.53-0.40	Pycnanthus angolensis
5	الأمريكيتين	0.50	Qualea albiflora
4	الأمريكيتين	0.69	Qualea brevipedicellata
5	الأمريكيتين	0.58	Qualea dinizii
4	الأمريكيتين	0.58	Qualea lancifolia
4	الأمريكيتين	0.67	Qualea paraensis
1	الأمريكيتين	0.45	Quararibea asterolepis
1	الأمريكيتين	0.53-0.52	Quararibea bicolor
1	الأمريكيتين	0.43	Quararibea cordata
4	الأمريكيتين	0.37	Quassia simarouba
5	الأمريكيتين	0.71	Quercus alata
5	الأمريكيتين	0.61	Quercus costaricensis
5	الأمريكيتين	0.67	Quercus eugeniaefolia
5	أسيا	0.70	Quercus sp.
5	أسيا	0.51	Radermachera pinnata
5	أفريقيا	0.78	Randia cladantha
5	الأمريكيتين	0.55	Raputia sp.
5	أفريقيا	0.47	Rauwolfia macrophylla
1	الأمريكيتين	0.60	Rheedia sp.
4	الأمريكيتين	0.89	Rhizophora mangle
5	أفريقيا	0.20	Ricinodendron heudelotii
4	الأمريكيتين	0.52	Rollinia exsucca
4	الأمريكيتين	0.77	Roupala moniana
4	الأمريكيتين	0.57	Ruizierania albiflora

5	أفريقيا	0.74	Saccoglottis gabonensis
4	الأمريكيتين	0.77	Saccoglottis guianensis
5	أسيا	0.33-0.32	Salmalia malabarica
5	أسيا	0.46-0.45	Samanea saman
5	أسيا	0.43	Sandoricum vidalii
5	أفريقيا	0.53	Santiria trimera
5	أسيا	0.58	Sapindus saponaria
5	أفريقيا	0.50	Sapium ellipticum
5	أسيا	0.40	Sapium luzontcum
1	الأمريكيتين	0.40	Sapium marmieri
1	الأمريكيتين	0.36	Schefflera morototoni
1	الأمريكيتين	0.40	Schizolobium parahyba
5	أسيا	0.96	Schleichera oleosa
5	أفريقيا	0.63	Schrebera arborea
5	أسيا	0.82	Schrebera swietenoides
4	الأمريكيتين	0.62	Sclerolobium chrysopyllum
4	الأمريكيتين	0.64	Sclerolobium paraense
4	الأمريكيتين	0.65	Sclerolobium peoppigianum
4	الأمريكيتين	0.61	Scleronema micranthum
5	أفريقيا	0.68	Sclorodophloeus zenkeri
5	أفريقيا	0.56	Scottellia coriacea
5	أفريقيا	0.48	Scyphocephalium ochocoa
5	أفريقيا	0.56	Scytopetalum tieghemii
5	أسيا	0.64	Semicarpus anacardium
5	أسيا	0.57	Serialbizia acle
5	أسيا	0.48	Serianthes melanesica
5	أسيا	0.40	Sesbania grandiflora
5	أسيا	0.41	Shorea assamica forma philippinensis
5	أسيا	0.73	Shorea astylosa
5	أسيا	0.75	Shorea ciliata
5	أسيا	0.44	Shorea contorta
5	أسيا	0.39	Shorea palosapis
5	أسيا	0.70	Shorea plagata
5	أسيا	0.47	Shorea polita
5	أسيا	0.72	Shorea robusta
5	أسيا	0.70	Shorea sp. (balau)
5	أسيا	0.55	Shorea sp. (dark red meranti)
5	أسيا	0.40	Shorea sp. (light red meranti)
5	الأمريكيتين	0.52	Sickingia sp.
5	الأمريكيتين	0.51	Simaba multiflora
1	الأمريكيتين	0.36	Simarouba amara
1	الأمريكيتين	0.65	Simira sp.
5	أفريقيا	0.56	Sindoropsis letestui
5	الأمريكيتين	0.79	Sloanea guianensis
5	أسيا	0.53	Sloanea javanica
4	الأمريكيتين	1.01	Sloanea nitida
5	أسيا	0.97	Soymida febrifuga
5	أسيا	0.25	Spathodea campanulata
4	الأمريكيتين	0.38	Spondias lutea
1	الأمريكيتين	0.35-0.31	Spondias mombin
4	الأمريكيتين	0.40	Spondias purpurea
5	أفريقيا	0.75	Staudtia stipitata
5	أسيا	0.37	Stemonurus luzoniensis
4	الأمريكيتين	0.33	Sterculia apetala
4	الأمريكيتين	0.46	Sterculia pruriens
5	أفريقيا	0.64	Sterculia rhinopetala
4	الأمريكيتين	0.51	Sterculia speciosa
5	أسيا	0.31	Sterculia vitiensis
5	أسيا	0.62	Stereospermum suaveolens

5	أفريقيا	0.56	Strephonema pseudocola
5	أسيا	0.71	Strombosia philippinensis
5	أفريقيا	0.63	Strombosiopsis tetrandra
5	أسيا	0.88	Strychnos potatorum
5	الأمريكيتين	0.69	Stylogyne sp.
5	أفريقيا	0.82	Swartzia fistuloides
1	الأمريكيتين	0.61	Swartzia laevicarpa
4	الأمريكيتين	0.97	Swartzia panacoco
1	الأمريكيتين	0.43	Swietenia macrophylla
5	أسيا	0.53-0.49	Swietenia macrophylla
5	أسيا	0.62	Swintonia foxworthyi
5	أسيا	0.61	Swintonia sp.
5	أسيا	0.63	Sycopsis dunni
5	أفريقيا	0.58	Symphonia globulifera
1	الأمريكيتين	0.58	Symphonia globulifera
5	أفريقيا	0.59	Syzygium cordatum
5	أسيا	0.76-0.69	Syzygium sp.
1	الأمريكيتين	0.54	Tabebuia rosea
1	الأمريكيتين	0.92	Tabebuia serratifolia
5	الأمريكيتين	0.57-0.55	Tabebuia stenocalyx
4	الأمريكيتين	0.53	Tachigalia myrmecophylla
5	الأمريكيتين	0.84	Talisia sp.
5	أسيا	0.75	Tamarindus indica
4	الأمريكيتين	0.50	Tapirira guianensis
1	الأمريكيتين	0.80	Taralea oppositifolia
5	أسيا	0.55-0.50	Tectona grandis
1	الأمريكيتين	0.65	Terminalia amazonica
5	أسيا	0.71	Terminalia citrina
5	أسيا	0.46	Terminalia copelandii
3	أفريقيا	0.59-0.40	Terminalia ivorensis
5	أسيا	0.53	Terminalia microcarpa
5	أسيا	0.58	Terminalia nitens
1	الأمريكيتين	0.73	Terminalia oblonga
5	أسيا	0.48	Terminalia pterocarpa
3	أفريقيا	0.66-0.40	Terminalia superba
5	أسيا	0.77-0.73	Terminalia tomentosa
5	أسيا	0.53	Ternstroemia megacarpa
5	أفريقيا	0.85	Tessmania africana
5	أفريقيا	0.60	Testulea gabonensis
4	الأمريكيتين	0.74	Tetragastris altissima
4	الأمريكيتين	0.76	Tetragastris panamensis
5	أسيا	0.30	Tetrameles nudiflora
5	أسيا	0.61	Tetramerista glabra
5	أفريقيا	0.50	Tetrapleura tetraptera
5	أسيا	0.52	Thespesia populnea
4	الأمريكيتين	0.63	Thyrsodium guianensis
3	أفريقيا	0.66-0.53	Tieghemella africana
5	الأمريكيتين	0.74	Toluifera balsamum
5	الأمريكيتين	0.52	Torrubia sp.
5	الأمريكيتين	0.63	Toulicia pulvinata
5	الأمريكيتين	0.60	Tovomita guianensis
5	الأمريكيتين	0.38	Trattinickia sp.
5	أسيا	0.31	Trema orientalis
5	أفريقيا	0.40	Trema sp.
4	الأمريكيتين	0.90	Trichilia lecointei
5	أفريقيا	0.63	Trichilia prieureana
5	الأمريكيتين	0.58	Trichilia propingua
5	أفريقيا	0.59	Trichoscypha arborea
5	الأمريكيتين	0.41	Trichosperma mexicanum
5	أسيا	0.32	Trichospermum richii
5	الأمريكيتين	0.53	Triplaris cumingiana

3	أفريقيا	0.44-0.28	Triplochiton scleroxylon.
5	أسيا	0.80	Tristania sp.
1	الأمريكيتين	0.44	Trophis sp.
5	أسيا	0.36	Turpinia ovalifolia
4	الأمريكيتين	0.86	Vantanea parviflora
4	الأمريكيتين	0.70	Vatairea guianensis
4	الأمريكيتين	0.78	Vatairea paraensis
4	الأمريكيتين	0.64	Vatairea sericea
5	أسيا	0.47	Vateria indica
5	أسيا	0.69	Vatica sp.
5	أفريقيا	0.70	Vepris undulata
4	الأمريكيتين	0.50	Virola michelii
1	الأمريكيتين	0.35	Virola reidii
1	الأمريكيتين	0.37	Virola sebifera
5	الأمريكيتين	0.41	Vismia sp.
5	أفريقيا	0.40	Vitex doniana
5	الأمريكيتين	0.57-0.52	Vitex sp.
5	أسيا	0.65	Vitex sp.
5	الأمريكيتين	0.60	Vitex stahelii
1	الأمريكيتين	0.29	Vochysia densiflora
1	الأمريكيتين	0.37	Vochysia ferruginea
4	الأمريكيتين	0.53	Vochysia guianensis
1	الأمريكيتين	0.49	Vochysia lanceolata
1	الأمريكيتين	0.36	Vochysia macrophylla
4	الأمريكيتين	0.47	Vochysia maxima
4	الأمريكيتين	0.51	Vochysia melinonii
4	الأمريكيتين	0.50	Vochysia obidensis
4	الأمريكيتين	0.66	Vochysia surinamensis
4	الأمريكيتين	0.79	Vouacapoua americana
5	الأمريكيتين	0.56	Warszewicsia coccinea
5	أسيا	0.75	Wrightia tinctorea
5	أسيا	0.63	Xanthophyllum excelsum
5	الأمريكيتين	0.46	Xanthoxylum martinicensis
5	الأمريكيتين	0.44	Xanthoxylum sp.
5	أسيا	0.81-0.73	Xylia xylocarpa
5	الأمريكيتين	0.64	Xylopia frutescens
4	الأمريكيتين	0.57	Xylopia nitida
5	أفريقيا	0.36	Xylopia staudtii
5	أسيا	0.33	Zanthoxylum rhetsa
5	أسيا	0.76	Zizyphus sp.

الجدول 4-14
كثافة الخشب الأساسية (D) لفئات تصنيفية مختارة من الأشجار المعتدلة والشمالية

الفئة التصنيفية	D [أطنان بتجفيف الفرن (رطب متر مكعب)]	المصدر
Abies spp.	0.40	2
Acer spp.	0.52	2
Alnus spp.	0.45	2
Betula spp.	0.51	2
Fagus sylvatica	0.58	2
Fraxinus spp.	0.57	2
Larix decidua	0.46	2
Picea abies	0.40	2
Picea sitchensis	0.40	3
Pinus pinaster	0.44	4
Pinus radiata	(0.45 - 0.33) 0.38	1
Pinus strobus	0.32	2
Pinus sylvestris	0.42	2
Populus spp.	0.35	2
Prunus spp.	0.49	2
Pseudotsuga menziesii	0.45	2
Quercus spp.	0.58	2
Salix spp.	0.45	2
Tilia spp.	0.43	2

1 = Beets et al., 2001
2 = Dietz, 1975
3 = Knigge and Shulz, 1966
4 = Rijsdijk and Laming, 1994

الملحق 4أ-1 مسرد الأراضي الحرجية

مصطلحات المخزون والتغيرات في الأراضي الحرجية كما هي معرفة في هذا المجلد			
المكون	**الحالة**	**الزيادة**	**الانخفاض نتيجة الحصاد**
الحجم القابل للاتجار	مخزون نام	الزيادة السنوية الصافية	عمليات الإزالة
الكتلة الحيوية في الحجم القابل للاتجار	كتلة حيوية للمخزون النامي	الكتلة الحيوية للزيادة	الكتلة الحيوية لعمليات الإزالة
الكتلة الحيوية الإجمالية فوق الأرض	كتلة حيوية فوق الأرض	نمو الكتلة الحيوية فوق الأرض	عمليات إزالة الكتلة الحيوية فوق الأرض
الكتلة الحيوية الإجمالية تحت الأرض	كتلة حيوية تحت الأرض	نمو الكتلة الحيوية تحت الأرض	عمليات إزالة الكتلة الحيوية تحت الأرض[5]
الكتلة الحيوية الإجمالية فوق الأرض وتحت الأرض	كتلة حيوية إجمالية	نمو الكتلة الحيوية الإجمالية	عمليات إزالة الكتلة الحيوية
الكربون	الكربون في... (أي من مكونات المذكورة أعلاة، على سبيل المثال محتوى الكربون في المخزون النامي أو عمليات إزالة الكتلة الحيوية)، أو في الفرش الحرجي والخشب الميت والمادة العضوية في التربة		

الكتلة الحيوية فوق الأرض

كافة الكتلة الحيوية في الغطاء النباتي الحي، سواء الشجري أو العشبي، الموجود فوق سطح التربة بما في ذلك السيقان والجذول والفروع واللحاء والبذور والأوراق.
ملاحظة: في الحالات التي تمثل فيها الطبقة السفلية من الغابات مكوناً صغيراً نسبيا بالنسبة لمستودع الكربون في الكتلة الحيوية فوق الأرض، فإنه من المقبول للطرق المنهجية والبيانات المرتبطة بها المستخدمة في بعض المستويات أن تستبعد هذه الطبقة، شريطة استخدام المستويات على نحو متسق خلال المتسلسلات الزمنية للحصر.

نمو الكتلة الحيوية فوق الأرض

الوزن الجاف للزيادة السنوية الصافية (انظر فيما يلي) للشجرة أو المجموعة الشجرية أو الحرج إضافة إلى الوزن الجاف للنمو السنوي في الفروع والأغصان والأوراق والقمة والجذل .ويستخدم مصطلح "النمو" في هذا السياق بدلا من "الزيادة"، نظرا لأن المصطلح الأخير يُفهم في سياق الارتباط بالحجم القابل للاتجار.

التشجير[6]

التحويل البشري المباشر للأراضي التي لم تخضع للتحريج لفترة 50 عاماً على الأقل إلى أراض حرجية عن طريق أنشطة الغرس والبذار و/أو الأنشطة البشرية الداعمة لمصادر البذور الطبيعية.

الزراعة الحرجية

نظام استخدام للأراضي يعمل على الاستبقاء أو الإدخال أو المزج المتعمد للأشجار أو النباتات الخشبية الدائمة في أنظمة الإنتاج الزراعي والحيواني للاستفادة من التفاعلات الاقتصادية والإيكولوجية بين المكونات (Dictionary of Forestry, helms, 1998, Society of American Foresters) "Auto-correlation"

كثافة الخشب الأساسية

النسبة بين الكتلة الجافة وحجم خشب الساق الحي بدون اللحاء.

الكتلة الحيوية تحت الأرض

الكتلة الحيوية الكلية للجذور الحية. وتُستبعد غالباً الجذور الدقيقة التي يقل قطرها عن 2 مم (الحد المقترح) حيث لا يمكن تمييزها بشكل تجريبي عن المواد العضوية بالتربة أو الفضلات.

معامل تحويل وتوسيع الكتلة الحيوية (BCEF)

معامل ضرب يعمل على تحويل الحجم القابل للاتجار من المخزون النامي، أو الحجم القابل للاتجار في الزيادة السنوية الصافية، أو الحجم القابل للاتجار في عمليات إزالة الخشب وخشب الوقود إلى كتلة حيوية فوق الأرض، أو نمو في كتلة حيوية فوق الأرض، أو إزالة كتلة حيوية على التوالي. وعادة ما تختلف معاملات تحويل وتوسيع المخزون النامي ($BCEF_S$)، ومعاملات الزيادة السنوية الصافية ($BCEF_I$) ومعاملات إزالة الخشب وخشب الوقود ($BCEF_R$). وهذه المعاملات، كماهي واردة في هذه الخطوط التوجيهية، تُستخدم لحساب المكونات الموجودة فوق الأرض فقط. لمزيد من التفاصيل راجع الإطار 4-2.

[5] تحدث في بعض الحالات، على سبيل المثال عند إزالة مخزون الجذور (مثل أشجار الجوز) أو أنظمة الجذور الشاملة (حصاد الكتلة الحيوية).
[6] في سياق بروتوكول كيوتو، وكما هو منصوص عليه في اتفاقات مراكش، بالفقرة 1 من ملحق مسودة القرار CMP.1/- (استخدام الأراضي وتغير استخدام الأراضي والحراجة) بالوثيقة FCCC/CP/2001/13/Add.1، صفحة 58.

معامل توسيع الكتلة الحيوية (BEF)

معامل ضرب يعمل على توسيع الوزن الجاف للكتلة الحيوية في المخزون النامي، والكتلة الحيوية في الزيادة، والكتلة الحيوية في عمليات إزالة الخشب وخشب الوقود لحساب مكونات الكتلة الحيوية غير القابلة للاتجار أو غير التجارية، مثل الجذول والفروع والأغصان، وفي بعض الأحيان الأشجار غير التجارية. وتختلف معاملات توسيع الكتلة الحيوية عادة بالنسبة لكل من المخزون النامي (BEF_S) والزيادة السنوية الصافية (BEF_I) وعمليات إزالة الخشب وخشب الوقود (BEF_R). وكما هو مستخدم في هذه الخطوط التوجيهية، تُستخدم معاملات توسيع الكتلة الحيوية لحساب المكونات الموجودة فوق الأرض فقط .لمزيد من التفاصيل راجع الإطار 4-2.

قيم إزالة الكتلة الحيوية

الكتلة الحيوية المزالة نتيجة عمليات إزالة الخشب وخشب الوقود (انظر فيما يلي) إضافة إلى الوزن الجاف للفروع والأغصان والأوراق في الأشجار أو المجموعات الشجرية المزالة.

غطاء الظلة

راجع الغطاء التاجي.

محتوى الكربون

المقدار الكامل للكربون في أحد الأحواض أو في أجزاء منه.

جزء الكربون

أطنان الكربون الموجودة في أطنان المادة الجافة بالكتلة الحيوية.

الكربون في...

راجع الجدول أعلاه، المقدار الكامل بالأطنان، ويتم الحصول عليه بضرب كمية الكتلة الحيوية في المكونات المعنية في قيمة جزء الكربون المستخدمة والتي تكون عادة 50%.

مخزون الكربون

كمية الكربون في أحد الأحواض.

التغير في مخزون الكربون

التغيرات التي تطرأ على مخزون الكربون في أحد الأحواض نتيجة عمليات الاكتساب والفقد. وعند تجاوز مقدار الاكتساب لمقدار الفقد ينخفض المخزون، ويعمل الحوض كمصدر، أما في حالة تجاوز مقدار الفقد للاكتساب فإنه يحدث تراكم للكربون ويعمل الحوض كبالوعة.

الحرج الممتلئ

التجمعات التي تغطي فيها الأشجار، في الطبقات المختلفة وفي طبقة الأعشاب، نسبة كبيرة من سطح الأرض (>40%).

التحويل

التغيير من نوع استخدام إلى آخر.

معامل التحويل

مضاعف يقوم بتحويل وحدات القياس الخاصة بأحد العناصر دون التأثير على حجمه أو مقداره. على سبيل المثال، تعتبر كثافة الخشب الأساسية معامل تحويل يعمل على تحويل المخزون الأخضر للخشب إلى وزن جاف.

الغطاء التاجي

النسبة المئوية لمساحة الأرض المغطاة بالمسقط الرأسي للمحيط الخارجي الخاص بالانتشار الطبيعي للأوراق (لا يمكن أن يزيد عن 100%).

الخشب الميت

يشمل كافة الكتلة الحيوية الخشبية غير الحية التي لا تندرج ضمن الفرش الحرجي، سواء كانت قائمة أو ممددة على الأرض أو في التربة. كما يشمل الخشب الممد على سطح الأرض والجذور الميتة وأرومات الشجر التي يزيد قطرها عن أو يساوي 10 سم (أو طول القطر الذي يتم تحديده في البلد).

الكتلة الحيوية للخشب الميت

كافة الكتلة الحيوية الخشبية غير الحية التي لا تندرج ضمن الفرش الحرجي، سواء كانت قائمة أو ممددة على الأرض أو في التربة. ويشمل الخشب الخشب المكونات الخشبية الملقاة على السطح أو الجذور الميتة التي لا يقل قطرها عن 2 مم وكذلك أرومات الشجر التي يبلغ قطرها 10 سم أو يزيد عن ذلك أو طول القطر كما يحدده البلد المعني.

إزالة الأحراج[7]

التحويل المباشر للأراضي الحرجية إلى أراض غير حرجية نتيجة الأنشطة البشرية.

الاضطراب

يعرف الاضطراب بأنه خلل بيئي وحدث تدميري يؤدي إلى زعزعة صحة و تركيب الأحراج و/أو تغيير الموارد أو البيئية الفيزيائية على أي نطاق مكاني أو زماني. ويؤثر الاضطراب على الصحة والحيوية وقد يضم عوامل حيوية مثل الحشرات والأمراض، وعوامل غير حيوية مثل الحرائق والتلوث وظروف الطقس المتطرفة (راجع الوفيات والاضطرابات الأخرى فيما يلي).

الاضطراب بفعل الأمراض

الاضطرابات التي تنشأ عن الأمراض التي يسببها كائن ممرض مثل البكتريا أو الفطريات أو البلازما النباتية أو الفيروسات.

الاضطراب بفعل الحريق

الاضطرابات التي تنشأ بسبب الحرائق الطبيعية سواء اندلعت داخل أو خارج الغابات. ويعرف الحريق الطبيعي بأنه أي حريق طبيعي غير خاضع للتخطيط أو السيطرة والذي يتطلب، بصرف النظر عن مصدر الإشعال، وسائل إخماد.

الاضطراب بفعل الحشرات

الاضطراب الذي تسببه الأوبئة الحشرية الضارة بصحة الأشجار.

الجافة (أحراج)

يتم تحديد الأنظمة الرطبة للمناطق الشمالية والمعتدلة عن طريق نسبة متوسط التهطال السنوي (MAP) وتبخر النتح المحتمل (PET): الجافة (متوسط التهطال السنوي/التبخر المحتمل < 1)، المطيرة (متوسط التهطال السنوي/التبخر المحتمل > 1)، أما فيما يخص المناطق الاستوائية فيتحدد ذلك عن طريق معدل التهطال وحده: الجافة (متوسط التهطال السنوي < 1.000 مم)، الرطبة (متوسط التهطال السنوي: 1.000-2.000 مم)، المطيرة (متوسط التهطال السنوي> 2.000 مم).

المادة الجافة (d.m.)

تشير المادة الجافة إلى الكتلة الحيوية التي تحولت إلى حالة جافة تعادل حالة التجفيف بالفرن، ويكون ذلك في الغالب عند درجة حرارة تساوي 70 درجة مئوية.

عمليات قطع الأشجار

حجم كافة الأشجار (شاملاً اللحاء)، الحية والميتة، والتي يزيد قطرها على ارتفاع الصدر عن 10 سم وتقطع سنويا في الأحراج أو الأراضي الخشبية الأخرى. ويشمل ذلك حجم كافة الأشجار المقطوعة سواء المزالة أو غير المزالة. كما يندرج تحت ذلك عمليات التقليم والتشذيب للأغراض التربوية الحرجية ولأغراض التجهيز التجاري للأشجار التي يزيد قطرها عن 10 سم والتي تترك في الأحراج وكذلك عمليات الفقد الطبيعية التي يتم استردادها.

ملاحظة: لا يُستخدم في هذه الخطوط التوجيهية سوى مصطلحي "إزالة الخشب" و"عمليات إزالة خشب الوقود" وذلك بما يتفق مع GFRA لعام 2005. تعتبر الإزالة مجموعة فرعية من عمليات القطع.

الحرج[8]

الحرج هو مساحة من صغيرة من الأراضي تتراوح بين 0.5 و1.0 هكتار وتتسم بغطاء تاجي (أو مستوى مخزون معادل) يزيد عن 10-30 في المائة وأشجاره قد يتراوح ارتفاعها بين 2-5 أمتار كحد أدنى عند النضج في الموقع الأصلي. وقد يتكون الحرج إما من تشكيلات حرجية ممثلة حيث تغطي الأشجار التي تنتمي إلى طبقات مختلفة وطبقة الأعشاب نسبة عالية من الأرض أو الحرج المفتوح. ويندرج تحت تعريف الحرج المجموعات الشجرية الطبيعية وكذلك كافة المغارس الحرجية التي يتوقع لها أن تصل إلى كثافة ظلة تتراوح بين 10-30 في المائية أو ارتفاع يتراوح بين 2-5 أمتار، وكذلك المساحات التي تشكل في العادة جزء من المساحة الحرجية المجردة من المخزون مؤقتا نتيجة للتدخل البشري مثل الحصاد أو الأسباب الطبيعية والتي يتوقع أن تعود إلى حرج.

حصر الأحراج

نظام لقياس مدى وكمية وحالة أحد الأحراج، ويكون ذلك عادة عن طريق المعاينة:

1- مجموعة من طرق المعاينة الموضوعية المصممة من أجل التحديد الكمي والتوزيع المكاني والتركيب ومعدلات التغير لبارامترات الحرج في إطار مستويات محددة من الدقة لأغراض الإدارة.

2- قوائم البيانات الناتجة عن هذا المسح. وقد يتكون من كافة الموارد الحرجية بما في ذلك الأشجار وأشكال الغطاء النباتي الأخرى والأسماك والحشرات والحياة البرية وكذلك الأشجار في الشوارع والأحراج المدنية.

[7] في سياق بروتوكول كيوتو، وكما هو منصوص عليه في اتفاقات مراكش، بالفقرة 1 من ملحق مسودة القرار CMP.1/- (استخدام الأراضي وتغير استخدام الأراضي والحراجة) بالوثيقة FCCC/CP/2001/13/Add.1، صفحة 58.

[8] في سياق بروتوكول كيوتو، وكما هو منصوص عليه في اتفاقات مراكش، بالفقرة 1 من ملحق مسودة القرار CMP.1/- (استخدام الأراضي وتغير استخدام الأراضي والحراجة) بالوثيقة FCCC/CP/2001/13/Add.1، صفحة 58.

الأراضي الحرجية

تشمل هذه الفئة كافة الأرضي التي يوجد على سطحها غطاء نباتي خشبي يتفق مع العتبات المستخدمة في تعريف الأراضي الحرجية في نظام الحصر الوطني لغازات الاحتباس الحراري. وهي تضم كذلك أنظمة ذات تركيب نباتي يقل في الوقت الحالي عن قيم العتبات المستخدمة في البلد لتحديد فئة الاستخدام لكن يتوقع أن يصل إليها في الأصل.

إدارة الأحراج[9]

نظام من الممارسات لرعاية واستخدام الأحراج يهدف إلى تحقيق وظائف إيكولوجية (بما فيها التنوع البيولوجي) واقتصادية واجتماعية للأحراج بطريقة مستدامة.

المغارس الحرجية

المجموعات الشجرية المنشأة عن طريق الغرس و/أو البذار في عملية التشجير وإعادة التحريج، وهي إما من أنواع مستقدمة (كافة المجموعات المغروسة) أو من المجموعات الشجرية المدارة على نحو مكثف من الأنواع الأصلية والتي تتفق مع كافة المعايير التالية: وجود نوع أو نوعين عند الغرس، وفئة عمرية متساوية، وفواصل مكانية منتظمة.

إزالة خشب الوقود

الخشب المزال لأغراض إنتاج الطاقة، بصرف النظر عما إذا كان ذلك للاستخدام الصناعي أو التجاري أو المنزلي. ويشمل خشب الوقود الخشب الذي يتم جمعه أو إزالته مباشرة من الأحراج أو الأراضي الشجرية الأخرى لأغراض إنتاج الطاقة فقط. وهو يستبعد خشب الوقود الذي ينتج كمخرج ثانوي أو مادة متبقية من المعالجة الصناعية للخشب المستدير. كما يتضمن الإزلة نتيجة عمليات القطع في فترة مبكرة ونتيجة قتل الأشجار أو التدمير بفعل الكوارث الطبيعية. هذا إضافة إلى عمليات الإزالة التي يقوم بها السكان المحليين أو ملاك الأراضي لأغراض الاستخدام الخاص.

المخزون النامي

الحجم شاملا اللحاء لكافة الأشجار الحية التي يزيد قطرها بارتفاع الصدر عن x سم. ويشمل المخزون النامي الساق من مستوى الأرض أو ارتفاع الأرومة حتى قطر علوي يبلغ Y سم، كما قد يشمل الفروع التي لا يقل قطرها عن W سم. وتحدد البلدان العتبات الثلاثة (x وy وw بالسنتيمترات) وكذلك أجزاء الشجرة التي لم يتم تضمينها في الحجم .كما تحدد البلدان كذلك ما إذا كانت الأرقام التي تم إبلاغها تشير إلى الحجم من فوق الأرض أم من فوق الأرومة. ويقاس القطر عند 30 سم فوق نهاية الجذور الداعمة إذا كانت هذه الجذور أعلى من 1 متر. ويشمل المخزون النامي سقاطة الريح من الأشجار الحية ويستبعد الفروع الصغيرة والأغصان والأوراق والزهور والبذور والجذور.

الكتلة الحيوية للمخزون النامي

الوزن الجاف للمخزون النامي (راجع أعلاه).

الفقد نتيجة الحصاد

الفرق بين القيمة المقدرة للحجم القابل للاتجار في المخزون النامي وقيمة الحجم الفعلي للخشب المحصود. ونظرا للاختلاف في قواعد القياس فيما يتعلق بالخشب القائم والمقطوع، فإن عمليات الفقد تكون نتيجة القطع المستعرض والكسر والعيوب.

الكتلة الحيوية للزيادة

الحجم الجاف للزيادة السنويةالصافية (القابلة للاتجار) في شجرة أو مجموة شجرية أو حرج.

الإدارة المكثفة للأحراج

نظام لإدارة الأحراج تحدد فيه الممارسات التربوية الحرجية تركيب وتكوين المجموعات الحرجية. وتكون هناك خطة رسمية أو غير رسمية لإدارةالحرج.
ولا يكون الحرج خاضعا للإدارة المكثفة إذا كان تركيب وتكوين المجموعات الحرجية يتحدد بصورة أساسية عبر العمليات الطبيعية والإيكولوجية.

الأنواع المستقدمة

هي أنواع يتم إدخالها خارج توزيعها السابق والحالي المعتاد.

الفرش الحرجي

يشمل كافة الكتلة الحيوية غير الحية التي يتجاوز حجمها الحد الخاص بالمادة العضوية في التربة (ويُقترح 2 مم) ويقل عن الحد الأدنى للقطر فيما يخص الخشب الميت (10 مم على سبيل المثال)، والملقاة على سطح الأرض ميتة في حالات متعددة من التحلل فوق أو داخل التربة المعدنية أو العضوية. ويشمل ذلك طبقة الفرش الحرجي كما تُعرف عادة في علم أنواع التربة. وهي تتضمن الجذور الدقيقة الحية فوق التربة المعدنية أو العضوية (التي يقل قطرها عن الحد للكتلة الحية تحت الأرض) حيث لا يمكن فصلها عملياً عن الفرش الحرجي.

أنوع التربة المكونة من الطين منخفض النشاط (LAC)

تتسم أنواع التربة المكونة من المعادن الطينية منخفضة النشاط بأنها عالية التأثر بالظروف الجوية وتغلب عليها المعادن الصلصالية 1:1 والحديد اللامتبلر وأكاسيد الألومنيوم) وهي تشمل في تصنيف الفاو: الأكريسول (Acrisols) والنيتوسول (Nitosols) والفيراسول (Ferrasols)).

[9] تتضمن إدارة الحرج معنى خاصاً بموجب اتفاقات مراكش قد يتطلب التقسيم الفرعي للأحراج المدارة على النحو المبين في الفصل 4.

الحرج المدار

الحرج المدار هو أراض حرجية تخضع للشروط المحددة للأراضي المدارة.

الأراضي المدارة

هي الأرض التي تخضع للتدخلات والممارسات البشرية لأداء وظائف إنتاجية وإيكولوجية واجتماعية.

الحجم القابل للاتجار

الحجم شاملا اللحاء لكافة الأشجار والتي يتم تحديدها استنادا إلى الشروط الخاصة بالمخزون النامي. وعلاوة على ذلك يمكن أن ينطبق هذا على المخزون النامي وكذلك الزيادة السنوية الصافية وعمليات إزالة الخشب.

الرطبة (الأحراج)

تحدد الأنظمة الرطبة للمناطق الشمالية والمعتدلة عن طريق نسبة متوسط التهطال السنوي (MAP) وتبخر النتح المحتمل (PET): ففي الأحراج الجافة تكون نسبة متوسط التهطال السنوي إلى التبخر المحتمل أقل من 1، بينما تكون في الأحراج الرطبة أكبر من 1، أما فيما يخص المناطق الاستوائية فيتحدد ذلك عن طريق التهطل وحده .الجافة (متوسط التهطال السنوي < 1.000 مم)، الرطبة (متوسط التهطال السنوي: 1.000-2.000 مم)، المطيرة (متوسط التهطال السنوي> 2.000 مم).

الوفيات

الأشجار التي تموت طبيعيا نتيجة المنافسة في مرحلة استبعاد الساق في مجموعة شجرية أو حرج. وكما هي مستخدمة في هذه الخطوط، لا تشتمل الوفيات على عمليات الفقد نتيجة الاضطرابات (راجع أعلاه).

الحرج الطبيعي

حرج يتكون من الأشجار الأصلية ولا يصنف ضمن المغارس الحرجية.

التجديد الطبيعي

إعادة تكوين مجموعة حرجية عن طريق الوسائل الطبيعية مثل البذار الطبيعي أو إعادة التجديد الخضري. وقد يكون التجديد الطبيعي بمساعدة بشريةعلى سبيل المثال، بتخديش التربة أو التسوير لحمايتها من الحيوانات البرية أو رعي الحيوانات المستأنسة.

الزيادة السنوية الصافية

متوسط الحجم السنوي للزيادة الإجمالية خلال الفترة الزمنية المرجعية المحددة مطروحا منها الوفيات (راجع أعلاه) لكافة الأشجار إلى حد أدنى للقطر عند ارتفاع الصدر. وكما هو مستخدم في هذه الخطوط التوجيهية، فهي لا تعد قيمة صافية من عمليات الفقد الناجمة عن الاضطرابات (راجع أعلاه).

أنواع التربة العضوية

تعتبر أنواع التربة عضوية إذا كانت تلبي المطلبين 1 و2 أو 1 و3 فيما يلي (FAO, 1998):

1) سُمك الطبقة العضوية يزيد عن أو يساوي 10 سم. يجب أن تحتوي الطبقة التي تقل عن 20 سم على 12 في المائة أو أكثر كربون عضوي عند امتزاجها على عمق 20 سم.
2) بالنسبة لأنواع أنواع التربة التي لا تتشبع مطلقاً بالماء لأكثر من أيام قليلة، فيجب أن تحتوي على أكثر من 20 في المائة كربون عضوي حسب الوزن (أي، 35 في المائة من المادة العضوية).
3) تعرض أنواع التربة لأحداث تشبع عرضية بالماء ويكون بها إما:
   أ- 12 في المائة على الأقل كربون عضوي حسب الوزن (أي 20 في المائة من المادة العضوية) إذا لم تكن التربة تحتوي على الطين؛ أو
   ب- 18 في المائة على الأقل كربون عضوي حسب الوزن (أي 30 في المائة من المادة العضوية) إذا كانت التربة تحتوي على 60% أو أكثر من الطين؛ أو
   ت- كمية متوسطة وتناسبية من الكربون العضوي مع الكميات المتوسطة من الطين.

الاضطرابات الأخرى

الاضطرابات الناشئة عن عوامل أخرى غير الحرائق أو الحشرات أو الأمراض. وقد تشمل المناطق المتأثرة بالجفاف والفيضان وعواصف الرياح والمطر الحمضي ونحو ذلك.

التربة الخثية (التربة النسيجية كذلك)

هي تربة رطبة في الغالب ذات مستوى مائي مررتفع وطبقة عضوية يبلغ سمكها 40 سم على الأقل (تربة عضوية سيئة التصريف).

الحوض/حوض الكربون

مستودع. نظام يتميز بالقدرة على تخزين أو إطلاق الكربون. ومن أمثلة أحواض الكربون الكتلة الحيوية الحرجية ومنتجات الخشب وأنواع التربة والغلاف الجوي. ويعبر عنها بوحدات الكتلة.

إعادة التحريج[10]

التحويل المباشر للأراضي غير الحرجية إلى أراض حرجية عن طريق الأنشطة البشرية مثل الغرس والبذار و/أو الأنشطة البشرية الداعمة لمصادر البذور الطبيعية، أو الأراضي التي تم تحريجها والتي كان قد تم تحويلها إلى أراض غير حرجية. وأثناء فترة الرعاية الأولى، تكون أنشطة إعادة التحريج مقصورة على إعادة التحريج الذي يقع بالأراضي التي لم تكن تشتمل على أحراج في 31 ديسمبر 1989.

الكتلة الحيوية للإزالة

الوزن الجاف لعمليات إزالة الخشب.

إعادة التخضير[11]

نشاط بشري مباشر لزيادة مخزون الكربون بالمواقع عن طريق إنشاء غطاء نباتي يغطي مساحة من الأرض لا تقل عن 0.05 هكتار ولا تتفق مع التعريفات الخاصة بالتشجير وإعادة التحريج الواردة هنا.

نسبة المجموع الجذري إلى الخضري

نسبة الكتلة الحيوية تحت الأرض إلى الكتلة الحيوية فوق الأرض، وتُطبق على الكتلة الحيوية فوق الأرض ونمو الكتلة الحيوية فوق الأرض وعمليات إزالة الكتلة الحيوية وقد تختلف لهذه المكونات.

الخشب المستدير

كافة الخشب المستدير الذي يتم قطعه أو حصاده بطريقة أخرى وإزالته، وهو يتكون من كافة الأخشاب التي يتم الحصول عليها من عمليات الإزالة، على سبيل المثال الكميات المزالة من الأحراج ومن الأشجار خارج الأحراج، بما في ذلك الخشب المسترد من عمليات الفقد المقترنة بالقطع الطبيعي وقطع الجذور خلال فترة معينة. وفي إحصائيات الإنتاج، يمثل مجموعة خشب الوقود، بما في ذلك الخشب المستخدم لأغراض الحصول على الفحم النباتي، وأجزاء الجذوع المخصصة للتقشير أو النشر، والخشب اللباني وأنواع الخشب الدائري الصناعية الأخرى. وفي إحصائيات التجارة، يمثل مجموع الخشب المستدير الصناعي وخشب الوقود بما في ذلك الخشب المستخدم في الحصول على الفحم النباتي. ويتم الإبلاغ عنه بالمتر المكعب بدون اللحاء.

أنواع التربة الرملية

تشتمل على كافة أنواع التربة (بصرف النظر عن التصنيف) التي تتكون من > 70 % رمال و< 8 % طين (استنادا إلى قياسات القوام المعيارية) (وهي تشمل في تصنيف الفاو: أرينوسولز (Arenosols)، ريجوسولز الرملية))

السافانا

السافانا هي تكوينات استوائية وشبه استوائية ذات غطاء عشبي مستمر، وفي بعض الأحيان تتخلل المساحات العشبية أشجار وشجيرات متفرقة. وتوجد السافانا في أفريقيا وأمريكا اللاتينية وأسيا وأستراليا.

الموسمية (الأحراج)

أحراج شبه نفضية ذات موسم مطير وجاف مميز وكمية سقوط أمطار تتراوح بين 1.200 و2.000 مم في العام.

اضطرابات استبدال المجموعة الحرجية

هي الاضطرابات الكبرى التي تؤدي إلى قتل إو إزالة كافة الأشجار الموجودة فوق الغطاء الأرضي بالحرج. وتؤدي الاضطرابات الصغيرة إلى ترك بعض الأشجار التي كانت موجودة قبل الاضطراب على قيد الحياة.

الجنبات

نباتات خشبية دائمة يزيد ارتفاعها في الغالب عن 0.5 متر ويقل من 5 أمتار عند النضج وليس لها تاج محدد. ويجب تفسير حدود الارتفاع الخاصة بالأشجار والجنبات على نحو يتسم بالمرونة وبالأخص الحد الأدنى لارتفاع الأشجار والأقصى لارتفاع الجنبات والذي قد يتراوح بين 5 و7 أمتار.

كربون التربة

الكربون العضوي الموجود في أنواع التربة المعدنية والعضوية (بما في ذلك الخث) إلى عمق معين يتم اختياره من قبل البلد المعني وتطبيقه على نحو متسق عبر المتسلسلات الزمنية للحصر. وتندرج الجذور الحية الدقيقة التي تقل عن 2 مم (أو أي قيمة أخرى يختارها البلد المعني كحد للقطر فيما يخص الكتلة الحيوية تحت الأرض) ضمن المادة العضوية الميتة بالتربة حيث لا يمكن تجريبيا تمييزها عن المادة العضوية.

10 في سياق بروتوكول كيوتو، وكما هو منصوص عليه في اتفاقات مراكش، بالفقرة 1 من ملحق مسودة القرار CMP.1/- (استخدام الأراضي وتغير استخدام الأراضي والحراجة) بالوثيقة FCCC/CP/2001/13/Add.1، صفحة 58.

11 في سياق بروتوكول كيوتو، وكما هو منصوص عليه في اتفاقات مراكش، بالفقرة 1 من ملحق مسودة القرار CMP.1/- (استخدام الأراضي وتغير استخدام الأراضي والحراجة) بالوثيقة FCCC/CP/2001/13/Add.1، صفحة 58.

المادة العضوية بالتربة

تشمل الكربون العضوي في أنواع التربة المعدنية إلى عمق معين يتم تحديده في البلد المعني وتطبيقه على نحو متسق عبر المتسلسلات الزمنية . وتندرج الجذور الدقيقة الحية والميتة والمادة العضوية الميتة داخل التربة والتي يقل قطرها عن الحد الأدنى (يقترح 2 مم) المستخدم في تحديد الجذور والمادة العضوية الميتة ضمن المادة العضوية في التربة حيث لا يمكن تجريبياً تمييزها عن المواد العضوية بالتربة. والحد الافتراضي لعمق التربة هو 30 سم، ويمكن الحصول على إرشادات فيما يخص تعيين العمق الذي يلائم البلد في القسم 2-3-3-1، من الفصل 2.

أنواع التربة الحمضية

أنواع التربة التي تميل بشكل كبير نحو التحول إلى الحمضية (في تصنيفات الفاو تشمل العديد من مجموعات التربة البيضاء).

الكتلة الحيوية الإجمالية

الكتلة الحيوية في المخزون النامي للأشجار أو المجموعات الحرجية أو الأحراج إضافة إلى الكتلة الحيوية للفروع والأغصان والأوراق والبذور والأرومات وأحيانا الأشجار غير التجارية. وتنقسم إلى الكتلة الحيوية فوق الأرض والكتلة الحيوية تحت الأرض (راجع أعلاه). وإذا كان السياق لا يحتمل اللبس، يمكن استخدام لفظ "الكتلة الحيوية" فقط ليعبر عن نفس المعنى.

نمو الكتلة الحيوية الإجمالية

الكتلة الحيوية للزيادة السنوية الصافية (راجع أعلاه) في الأشجار أو المجموعات الحرجية أو الأحراج، إضافة إلى الكتلة الحيوية في نمو الفروع والأغصان والأوراق والبذور والأرومات وأحيانا الأشجار غير التجارية. وينقسم إلى نمو الكتلة الحيوية فوق الأرض ونمو الكتلة الحيوية تحت الأرض (راجع أعلاه). وإذا كان السياق لا يحتمل اللبس، يمكن استخدام لفظ "نمو الكتلة الحيوية" فقط ليعبر عن نفس المعنى. ويستخدم مصطلح "النمو" في هذا السياق بدلا من "الزيادة"، نظرا لأن المصطلح الأخير يُفهم في سياق الارتباط بالحجم القابل للاتجار.

الأشجار

نبات خشبي معمر له ساق واحدة، أو في حالة الأجمة سيقان متعددة، وذات غطاء تاجي أكثر أو أقل تحديديا. وتشمل البامبو والنخيل والنباتات الخشبيةالأخرى التي تتفق مع المعايير السابقة.

الحجم شاملاً اللحاء

المخزون النامي أو الخشب القابل للاتجار الذي يقاس من الخارج، أي يشمل اللحاء. ويضيف اللحاء نسبة تتراوح من 5 إلى 25% من الحجم الإجمالي، وفقا لقطر الشجرة وسمك طبقة اللحاء للأنواع. وتُقدر نسبة متوسط اللحاء المرجح التي يتم حسابها من بيانات التقدير المعني بموارد الأحراج المعتدلة والشمالية لعام 2000 بحوالي 11% من الحجم شاملا اللحاء.

الحجم بدون اللحاء

المخزون النامي أو الخشب القابل للاتجار بدون اللحاء. راجع أعلاه.

المطيرة (الأحراج)

تحدد الأنظمة الرطبة للمناطق الشمالية والمعتدلة عن طريق نسبة متوسط التهطال السنوي (MAP) وتبخر النتح المحتمل (PET): ففي الأحراج الجافة تكون نسبة متوسط التهطال السنوي إلى التبخر المحتمل أقل من 1، بينما تكون في الأحراج الرطبة أكبر من 1، أما فيما يخص المناطق الاستوائية فيتحدد ذلك عن طريق التهطال وحده .الجافة (متوسط التهطال السنوي < 1.000 مم)، الرطبة (متوسط التهطال السنوي: 1.000-2.000 مم)، المطيرة (متوسط التهطال السنوي> 2.000 مم).

الكتلة الحيوية الخشبية

الكتلة الحيوية من الأشجار والشجيرات والجنبات، وبالنسبة لأشجار النخيل والبامبو فإنها لا تعتبر كتلة خشبية بصورة مطلقة من ناحية المفهوم النباتي.

الوقود الخشبي

يسمى كذلك أنواع الوقود القائمة على الخشب، وأنواع الوقود الحيوي المشتقة من الخشب. وتجدر الإشارة إلى أن كافة أنواع الوقود الحيوي يمكن اشتقاقها مباشرة أو على نحو غير مباشر من الكتلة الحيوية الخشبية.

إزالة الخشب

الخشب المزال (حجم الخشب المستدير شاملا اللحاء) لإنتاج البضائع والخدمات بخلاف إنتاج الطاقة (خشب الوقود). ويختلف مصطلح الإزالة عن مصطلح عمليات القطع إذ يستبعد الأشجار المقطوعة المتروكة بالحرج. ويتضمن المصطلح الإزالة من عمليات القطع في فترة مبكرة ونتيجة قتل الأشجار أو التدمير بفعل الكوارث الطبيعية. هذا إضافة إلى عمليات الإزالة التي يقوم بها السكان المحليين أو ملاك الأراضي لأغراض الاستخدام الخاص. ونظرا لأن مصطح "الإزالة" يستخدم في السياق المتعلق بالتغير المناخي ليوضح عملية فصل غازات الاحتباس الحراري من الغلاف الجوي، فإن الإزالة في سياق حصاد الأحراج يجب التعبير عنها على النحو "إزالة الخشب أو إزالة خشب الوقود" لتفادي اللبس.

المراجع

Australian Greenhouse Gas Office (AGO) (2002). Greenhouse Gas Emissions from Land Use Change in Australia: An Integrated Application of the National Carbon Accounting System (2002).

Andreae, M.O. and Merlet, P. (2001). Emission of trace gases and aerosols from biomass burning. *Global Biogeochemical Cycles* **15**: 955-966.

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.

Baker, T.R., Phillips, O.L., Malhi, Y., Almeida, S., Arroyo, L., Di Fiore, A., Erwin, T., Higuchi, N., Killeen, T.J., Laurance, S.G., Laurance, W.F., Lewis, S.L., Monteagudo, A., Neill, D.A., Vargas, P.N., Pitman, N.C.A., Silva, J.N.M. and Martínez, R.V. (2004a). Increasing biomass in Amazonian forest plots. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* B **359**: 353-365.

Baker, T.R., Phillips, O.L., Malhi, Y., Almeida, S., Arroyo, L., Di Fiore, A., Erwin, T., Killeen, T.J., Laurance, S.G., Laurance, W.F., Lewis, S.L., Lloyd, J., Monteagudo, A., Neill, D.A., Patiño, S., Pitman, N.C.A., Silva, J.N.M. and Martínez, R.V. (2004b). Variation in wood density determines spatial patterns in Amazonian forest biomass. *Global Change Biology* **10**: 545-562.

Barbosa, R.I. and Fearnside, P.M. (2004). Wood density of trees in open savannas of the Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management* **199**: 115-123.

Battles, J.J., Armesto, J.J., Vann, D.R., Zarin, D.J., Aravena, J.C., Pérez, C. and Johnson, A.H. (2002). Vegetation composition, structure, and biomass of two unpolluted watersheds in the Cordillera de Piuchué, Chiloé Island, Chile. *Plant Ecology* **158**: 5-19.

Beets, P.N., Gilchrist, K. and Jeffreys, M.P. (2001). Wood density of radiata pine: Effect of nitrogen supply. *Forest Ecology and Management* 145: 173-180.

Bhatti, J.S., Apps, M.J., and Jiang, H. (2001). Examining the carbon stocks of boreal forest ecosystems at stand and regional scales. In: Lal R. et al. (eds.) Assessment Methods for Soil Carbon, Lewis Publishers, Boca Raton FL, pp. 513-532.

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.

Cannell, M.G.R. (1982). World forest biomass and primary production data. Academic Press, New York, NY.

Centre Technique Forestier Tropical (CTFT) (1989). Memento du Forestier, 3e Édition. Ministère Français de la Coopération et du Développement, Paris, France.

Chambers, J.Q., Tribuzy, E.S., Toledo, L.C., Crispim, B.F., Higuchi, N., dos Santos, J., Araújo, A.C., Kruijt, B., Nobre, A.D. and Trumbore, S.E. (2004). Respiration from a tropical forest ecosystem: Partitioning of sources and low carbon use efficiency. *Ecological Applications* **14**: S72-S88.

Chambers, J.Q., dos Santos, J., Ribeiro, R.J., and Higuchi, N. (2001a). Tree damage, allometric relationships, and above-ground net primary production in a tropical forest. *Forest Ecology and Management* **152**: 73-84.

Chambers, J.Q., Schimel, J.P. and Nobre, A.D. (2001b). Respiration from coarse wood litter in Central Amazon Forests. *Biogeochemistry* **52**: 115-131.

Clark, D.A., Piper, S.C., Keeling, C.D. and Clark, D.B. (2003). Tropical rain forest tree growth and atmospheric carbon dynamics linked to interannual temperature variation during 1984-2000. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* **100**: 5852-5857.

de Groot, W.J., Bothwell, P.M., Carlsson, D.H. and Logan, K.A. (2003). Simulating the effects of future fire regimes on western Canadian boreal forests. *Journal of Vegetation Science* 14: 355-364

DeWalt, S.J. and Chave, J. (2004). Structure and biomass of four lowland Neotropical forests. *Biotropica* **36**: 7-19.

Dietz, P. (1975). Dichte und Rindengehalt von Industrieholz. Holz Roh- *Werkstoff* **33**: 135-141.

Dixon, R.K., Brown, S., Houghton, R.A., Solomon, A.M., Trexler, M.C. and Wisniewski, J. (1994). Carbon pools and flux of global forest ecosystems. *Science* **263**(1544): 185-190.

Dong, J., Kaufmann, R.K., Myneni, R.B., Tucker, C.J., Kauppi, P.E., Liski, J., Buermann, W., Alexeyev, V. and Hughes, M.K. (2003). Remote sensing estimates of boreal and temperate forest woody biomass: Carbon pools, sources, and sinks. *Remote Sensing of Environment* **84**: 393-410.

Dubé, S., Plamondon, A.P. and Rothwell, R.L. (1995). Watering up after clear-cutting on forested wetlands of the St. Lawrence lowland. *Water Resources Research* **31**:1741-1750.

Echeverria, C. and Lara, A. (2004). Growth patterns of secondary Nothofagus obliqua-N. alpina forests in southern Chile. *Forest Ecology and Management* **195**: 29-43.

Ellert, B.H., Janzen, H.H. and McConkey, B.G. (2001). Measuring and comparing soil carbon storage. In: R. Lal, J.M. Kimble, R.F. Follett and B.A. Stewart (eds.). Soil Management for Enhancing Carbon Sequestration. CRC Press, Boca Raton, FL., pp. 593-610.

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

Fearnside, P.M. (1997). Wood density for estimating forest biomass in Brazilian Amazonia. *Forest Ecology and Management* **90**: 59-87.

Feldpausch, T.R., Rondon, M.A., Fernandes, E.C.M. and Riha, S.J. (2004). Carbon and nutrient accumulation in secondary forests regenerating on pastures in central Amazonia. *Ecological Applications* **14**: S164-S176.

Filipchuk, A.N., Strakhov, V.V., Borisov, B.A. *et al*. (2000). A Brief National Overview on Forestry Sector and Wood Products: Russian Federation. UN ECE, FAO. New York, Geneva. ECE/TIM/SP/18, p. 94 (In Russian).

Fittkau, E.J. and Klinge, N.H. (1973). On biomass and trophic structure of the central Amazonian rainforest ecosystem. *Biotropica* **5**: 2-14.

Food and Agriculture Organization (FAO) 2001. Global forest resources assessment 2000. FAO, Rome, Italy.

Food and Agriculture Organization (FAO) 2006. Global forest resources assessment 2005. FAO, Rome, Italy.

Gayoso, J. and Schlegel, B. (2003). Estudio de línea de base de carbono: Carbono en bosques nativos, matorrales y praderas de la Décima Región de Chile. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

Gayoso, J., Guerra, J. and Alarcón, D. (2002). Contenido de carbono y funciones de biomasa en especies natives y exóticas. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

Gower, S.T., Krankina, O., Olson, R.J., Apps, M., Linder, S. and Wang, C. (2001). Net primary production and carbon allocation patterns of boreal forest ecosystems. *Ecological Applications* **11**: 1395-1411.

Hall, G.M.J. (2001). Mitigating an organization's future net carbon emissions by native forest restoration. *Ecological Applications* **11**: 1622-1633.

Hall, G.M.J. and Hollinger, D. Y. (1997). Do the indigenous forests affect the net CO_2 emission policy of New Zealand? *New Zealand Forestry* **41**: 24-31.

Hall, G.M.J., Wiser, S.K., Allen, R.B., Beets, P.N. and Goulding, C.J. (2001). Strategies to estimate national forest carbon stocks from inventory data: The 1990 New Zealand baseline. *Global Change Biology* **7**: 389-403.

Harmand, J.M., Njiti, C.F., Bernhard-Reversat, F. and Puig, H. (2004). Aboveground and belowground biomass, productivity and nutrient accumulation in tree improved fallows in the dry tropics of Cameroon. *Forest Ecology and Management* **188**: 249-265.

Harmon, M.E. and Marks, B. (2002). Effects of silvicultural practices on carbon stores in Douglas-fir-western hemlock forests in the Pacific Northwest, USA: results from a simulation model. *Canadian Journal of Forest Research* **32** (5): 863-877.

Harmon, M.E., Franklin, J.F., Swanson, F.J., Sollins, P., Gregory, S.V., Lattin, J.D., Anderson, N.H., Cline, S.P., Aumen, N.G., Sedell, J.R., Lienkaemper, G.W., Cromack, J.R. and Cummins, K.W. (1986). Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Advances in Ecological Research* **15**: 133–302.

Hessl, A.E., Milesi, C., White, M.A., Peterson, D.L. and Keane, R. (2004). Ecophysiological parameters for Pacific Northwest trees. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Portland, OR.

Hinds, H.V. and Reid, J.S. (1957). Forest trees and timbers of New Zealand. New Zealand Forest Service Bulletin 12: 1-221.

Hughes, R.F., Kauffman, J.B. and Jaramillo, V.J. (1999). Biomass, carbon, and nutrient dynamics of secondary forests in a humid tropical region of México. *Ecology* **80**: 1892-1907.

Hughes, R.F., Kauffman, J.B. and Jaramillo-Luque, V.J. (2000). Ecosystem-scale impacts of deforestation and land use in a humid tropical region of México. *Ecological Applications* **10**: 515-527.

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.C., Chojnacky, D.C., Heath, L.S. and Birdsey, R.A. (2004). Comprehensive database of diameter-based biomass regressions for North American tree species. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Newtown Square, PA.

Jobbagy, E.G. and Jackson, R.B. (2000). The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. *Ecological Applications* **19**(2):423-436.

Johnson, D.W., and Curtis, P.S. (2001). Effects of forest management on soil C and N storage: meta analysis. *Forest Ecology and Management* **140**: 227-238.

Johnson, D.W., Knoepp, J.D. and Swank, W.T. (2002). Effects of forest management on soil carbon: results of some long-term resampling studies. *Environment Pollution* **116**: 201-208.

Knigge, W. and Schulz, H. (1966). Grundriss der Forstbenutzung. Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin.

Köppen, W. (1931). Grundriss der Klimakunde. Walter deGruyter Co., Berlin, Germany.

Kraenzel, M., Castillo, A., Moore, T. and Potvin, C. (2003). Carbon storage of harvest-age teak (Tectona grandis) plantations, Panama. *Forest Ecology and Management* **173**: 213-225.

Kurz, W.A., Apps, M.J., Banfield, E. and Stinson, G. (2002). Forest carbon accounting at the operational scale. *The Forestry Chronicle* **78**: 672-679.

Kurz, W.A. and Apps, M.J. (2006). Developing Canada's national forest carbon monitoring, accounting and reporting system to meet the reporting requirements of the Kyoto Protocol. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* **11**(1): 33-43.

Kurz, W.A., Apps, M.J., Webb, T.M. and McNamee, P.J. (1992). The carbon budget of the Canadian forest sector: phase I. Forestry Canada, Northwest Region. Information Report NOF-X-326, 93 pp.

Kurz, W.A., Beukema, S.J. and Apps, M.J. (1998). Carbon budget implications of the transition from natural to managed disturbance regimes in forest landscapes. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* **2**:405-421.

Kurz, W.A., Beukema, S.J. and Apps, M.J. (1996). Estimation of root biomass and dynamics for the carbon budget model of the Canadian forest sector. *Can. J. For. Res.* **26**:1973-1979.

Lamlom, S.H. and Savidge, R.A. (2003). A reassessment of carbon content in wood: variation within and between 41 North American species. *Biomass and Bioenergy* **25**: 381-388.

Lasco, R.D. and Pulhin, F.B. (2003). Philippine forest ecosystems and climate change: Carbon stocks, rate of sequestration and the Kyoto Protocol. *Annals of Tropical Research* **25**: 37-51.

Levy, P.E., Hale, S.E. and Nicoll, B.C. (2004). Biomass expansion factors and root:shoot ratios for coniferous tree species in Great Britain. Forestry 77: 421-430.

Li, C. and Apps, M.J. (2002). Fire Regimes and the Carbon Dynamics of Boreal Forest Ecosystems. In Shaw C. and Apps MJ (Eds). The role of Boreal Forests and Forestry in the Global Carbon Budget, Northern Forestry Centre Report Fo42-334/2000E, 107-118.

Li, C., Kurz, W.A., Apps, M.J. and Beukema, S.J. (2003). Belowground biomass dynamics in the Carbon Budget Model of the Canadian Forest Sector: recent improvements and implications for the estimation of NPP and NEP. *Canadian Journal of Forest Research* **33**: 126-136.

Liski, J., Pussinen, A., Pingoud, K., Makipaa, R. and Karjalainen, T. (2001). Which rotation length is favourable to carbon sequestration? *Canadian Journal of Forest Research* **31**: 2004-2013.

Loveland, T.R, Reed, B.C., Brown, J.F., Ohlen, D.O., Zhu, Z., Yang, L. and Merchant, J.W. (2000). Development of a global land cover characteristics database and IGBP DISCover from 1-km AVHRR data. *International Journal of Remote Sensing* **21**: 1303-1330.

Lugo, A.E., Wang, D. and Bormann, F.H. (1990). A comparative analysis of biomass production in five tropical tree species. *Forest Ecology and Management* **31**: 153-166.

Malhi, Y., Baker, T.R., Phillips, O.L., Almeida, S., Alvarez, E., Arroyo, L., Chave, J., Czimczik, C.I., Di Fiore, A., Higuchi, N., Killeen, T.J., Laurance, S.G., Laurance, W.F., Lewis, S.L., Montoya, L.M.M., Monteagudo, A., Neill, D.A., Vargas, P.N., Patiño, S., Pitman, N.C.A., Quesada, C.A., Salomãos, R., Silva, J.N.M., Lezama, A.T., Martínez, R.V., Terborgh, J., Vinceti, B. and Lloyd, J. (2004). The above-ground coarse wood productivity of 104 Neotropical forest plots. *Global Change Biology* **10**: 563-591.

Matthews, G.A.R. (1993). The carbon content of trees. UK Forestry Commission, Edinburgh, UK.

McGroddy, M.E., Daufresne, T. and Hedin, L.O. (2004). Scaling of C:N:P stoichiometry in forests worldwide: Implications of terrestrial Redfield-type ratios. *Ecology* **85**: 2390-2401.

McKenzie, N.J., Cresswell, H.P., Ryan, P.J. and Grundy, M. (2000). Opportunities for the 21st century: Expanding the horizons for soil, plant, and water analysis. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* **31**: 1553-1569.

Mokany, K., Raison, J.R. and Prokushkin, A.S. (2006). Critical analysis of root:shoot ratios in terrestrial biomes. *Global Change Biology* **12**: 84-96.

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

Montès, N., Bertaudière-Montes, V., Badri, W., Zaoui, E.H. and Gauquelin, T. (2002). Biomass and nutrient content of a semi-arid mountain ecosystem: the Juniperus thurifera L. woodland of Azzaden Valley (Morocco). *Forest Ecology and Management* **166**: 35-43.

Nygård, R., Sawadogo, L. and Elfving, B. (2004). Wood-fuel yields in short-rotation coppice growth in the north Sudan savanna in Burkina Faso. *Forest Ecology and Management* **189**: 77-85.

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

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

Post, W.M. and Kwon, K.C. (2000). Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential. *Global Change Biology* **6**:317-327.

Poupon, H. (1980). Structure et dynamique de la strate ligneuse d'une steppe Sahélienne au nord du Sénégal. Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, Paris, France.

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

Pregitzer, K.S. (2003). Woody plants, carbon allocation and fine roots. *New Phytologist* **158** (3): 421-424.

Reyes, G., Brown, S., Chapman, J. and Lugo, A.E. (1992). Wood densities of tropical tree species. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, New Orleans, LA.

Rijsdijk, J.F. and Laming, P.B. (1994). Physical and related properties of 145 timbers. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.

Saldarriaga, J.G., West, D.C., Tharp, M.L. and Uhl, C. (1988). Long term chronosequence of forest succession in the upper Rio Negro of Colombia and Venezuela. *Journal of Ecology* **76**: 938-958.

Scott, N.A., Tate, K.R., Giltrap, D.J., *et al.* (2002). Monitoring land-use change effects on soil carbon in New Zealand: quantifying baseline soil carbon stocks. *Environmental Pollution* **116**: 167-186.

Sebei, H., Albouchi, A., Rapp, M. and El Aouni, M.H. (2001). Évaluation de la biomasse arborée et arbustive dans une séquence de dégradation de la suberaie à Cytise de Kroumirie (Tunisie). *Annals of Forest Science* **58**: 175-191.

Siltanen, et al. (1997). A soil profile and organic carbon data base for Canadian forest and tundra mineral soils. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Northern Forestry Centre, Edmonton, Alberta.

Singh, K. and Misra, R. (1979). Structure and Functioning of Natural, Modified and Silvicultural Ecosystems in Eastern Uttar Pradesh. Banras Hindu University, Varanasi, India.

Singh, S.S., Adhikari, B.S. and Zobel, D.B. (1994). Biomass, productivity, leaf longevity, and forest structure in the central Himalaya. *Ecological Monographs* **64**: 401-421.

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

Smithwick, E.A.H., Harmon, M.E., Remillard, S.M., Acker, S.A. and Franklin, J.F. (2002). Potential upper bounds of carbon stores in forests of the Pacific Northwest. *Ecological Applications* **12**: 1303-1317.

Somogyi, Z., Cienciala, E., Mäkipää, R., Muukkonen, P., Lehtonen, A. and Weiss, P. (2006). Indirect methods of large-scale forest biomass estimation. *European Journal of Forest Research*. DOI: 10.1007/s10342006-0125-7.

Stape, J.L., Binkley, D. and Ryan, M.G. (2004). Eucalyptus production and the supply, use and efficiency of use of water, light and nitrogen across a geographic gradient in Brazil. *Forest Ecology and Management* **193**: 17-31.

Stephens, P., Trotter, C., Barton, J., Beets, P., Goulding, C., Moore, J., Lane, P. and Payton, I. (2005). Key elements in the development of New Zealand's carbon monitoring, accounting and reporting system to meet Kyoto Protocol LULUCF good practice guidance, Poster paper presented at IUFRO World Congress, Brisbane Australia, August 2005.

Stocks, B.J., Mason, J.A., Todd, J.B., Bosch, E.M., Wotton, B.M., Amiro, B.D., Flannigan, M.D., Hirsch, K.G., Logan, K.A., Martell, D.L., and Skinner, W.R. (2002). "Large forest fires in Canada, 1959 – 1997", *Journal of Geophysical Research,* **107,** 8149 [printed 108(D1), 2003].

Trotter, C., Barton, J., Beets, P., Goulding, C., Lane, P., Moore, J., Payton, I., Rys, G., Stephens, P., Tate, K. and Wakelin, S. (2005). New Zealand's approach to forest inventory under the UNFCCC and Kyoto Protocol. Proceedings of the International Workshop of Forest Inventory for the Kyoto Protocol (Eds Matsumoto, M. and Kanomata, H.), pp. 33–43, published by: Division of Policy and Economics, Forestry and Forest Products Research Institute, 1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki, 305-8687, Japan.

Trotter, C.M. (1991). Remotely sensed data as an information source for Geographical Information Systems in natural resource management. *International Journal of Geographical Information Systems* **5**, No. 2, 225-240.

Ugalde, L. and Perez, O. (2001). Mean annual volume increment of selected industrial forest planatation species. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.

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

Wulder, M., Kurz, W.A. and Gillis, M. (2004). National level forest monitoring and modeling in Canada, Progress in Planning, Volume 61:365-381.

Zianis, D., Muukkonen, P., Mäkipää, R. and Mencuccini, M. (2005). Biomass and stem volume equations for tree species in Europe. *Silva Fennica*, Monographs 4. 63. p.