٣

إرشادات الممارسات السليمة المتصلة بقطاع تغيير استخدام الأراضي والحراجة

المؤلفون والمراجعون

المؤلفون الرئيسيون المنسقون

غيرت–يان نابيورز (هولندا)؛ ن.هـ. رافيندراناث (الهند)؛ كيث بوستيان (الولايات المتحدة)

أنيت فريبويه (ألمانيا)؛ وليام هونشتاين (الولايات المتحدة)؛ ويلي ماكوندي (تنزانيا)

المؤلفون الرئيسيون

هارالد آلدي (النرويج)، عبد العظيم ياسين عبد القادر (السودان)، أنور شيخ الدين أبو خليل (البحرين)، جيمس بارتون (نيوزيلندا)، كاثرين بيكل (الولايات المتحدة)، شمس الدين بن موسى (ماليزيا)، دومينيك بلين (كندا)، ريزالدي بويه (إندونيسيا)، كينيث بيرن (أيرلندا)، كارلوس شيري (البرازيل)، لورينتسو سيكاريس (إيطاليا)، ديفيد–كروز شوك (بوليفيا)، إريك داتشمان (كندا)، لوشيان ديا (ساحل العاج)، يوستن فورد–روبرتسون (نيوزيلندا)، ووجتش غالينسكي (بولندا)، جان كلود جيرمو (فرنسا)، هكتور جينزو (الأرجنتين)، مايكل جيتارسكي (الاتحاد الروسي)، لندا هيث (الولايات المتحدة)، دنيس لوستو (فرنسا)، تيجاني مندوري (المغرب)، جوزيف منداس (سلوفاكيا)، كيم بنغود (فنلندا)، جون ريزون (أستراليا)، فلاديمير سافشينكو (بيلاروس)؛ ديبتر شون (منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة)، ريستو سيفانن (فنلندا)، كينيث سكغ (الولايات المتحدة)، كيث سميث (المملكة المتحدة)، دنغ شو (الصين).

المؤلفون المساهمون

مارك باكر (فرنسا)، مارشال بيرنو (فرنسا/البرازيل)، جاغتار باتي (كندا)، ريك كونانت (الولايات المتحدة)، مارك هارمون (الولايات المتحدة)، ياسوهيكو هيراكاوا (اليابان)، توشيرو ايهارا (اليابان)، موريوشي ايشيزوكا (اليابان)، استيبان جوباغي (الأرجنتين)، جوكا لين (فنلندا)، مارنا فان دير ميروي (جنوب أفريقيا)، إندو ك. ميرثي (الهند)، ديفيد نواك (الولايات المتحدة)، ستيف أوغل (الولايات المتحدة)، ب.سودا (الهند)، بوب شولز (جنوب أفريقيا)، شياوكوان شانغ (الصين).

المراجعون

سيرغيو غونزاليه–مارتينو (شيلي)، آنك هيرولد (ألمانيا) أودان روزلاند (النرويج).

المحتويات

٣-١ مقدمة ٣-١٠

٣-١-١ خطوات الجرد والإبلاغ ٣-١٠

٣-١-٢ الصلة بين هذا الفصل وبين فئات الإبلاغ الواردة في المبادئ التوجيهية ٣-١٠

٣-١-٢-١ التغيرات في أرصدة الكتلة الحيوية الحرجية وأرصدة الكتلة الحيوية الخشبية الأخرى ٣-١٢

٣-١-٢-٢ تحويل الأراضي الحرجية والمروج الطبيعية ٣-١٢

٣-١-٢-٣ إهمال الأراضي الزراعية أو المراعي أو الأراضي المدارة الأخرى ٣-١٣

٣-١-٢-٤ انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون من التربة ٣-١٣

٣-١-٢-٥ فئات الإبلاغ الأخرى والحالات المحددة ٣-١٣

٣-١-٣ تعاريف مستجمعات الكربون ٣-١٤

٣-١-٤ الأساليب العامة ٣-١٥

٣-١-٥ مستويات أساليب التقدير ٣-١٧

٣-١-٦ اختيار الأسلوب ٣-١٨

٣-١-٧ الإبلاغ ٣-٢١

٣-١-٨ المناطق المناخية العامة ٣-٢١

٣-٢ الأراضي الحرجية ٣-٢٣

٣-٢-١ الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية ٣-٢٤

٣-٢-١-١ التغير في رصيد الكربون في الكتلة الحيوية الحية ٣-٢٤

٣-٢-١-٢ التغير في رصيد كربون المادة العضوية الميتة ٣-٣٦

٣-٢-١-٣ التغير في رصيد كربون التربة ٣-٤٤

٣-٢-١-٤ انبعاثات غازات الدفيئة من غير ثاني أكسيد الكربون ٣-٥٣

٣-٢-٢ الأراضي المحولة إلى أراض حرجية ٣-٦١

٣-٢-٢-١ تغير رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية ٣-٦٢

٣-٢-٢-٢ تغير رصيد كربون المادة العضوية الميتة ٣-٦٩

٣-٢-٢-٣ تغيرات رصيد كربون التربة ٣-٧٣

٣-٢-٢-٤ انبعاثات غازات الدفيئة من غير ثاني أكسيد الكربون ٣-٨١

٣-٢-٣ التمام ٣-٨٢

٣-٢-٤ وضع متسلسلة زمنية متسقة ٣-٨٣

٣-٢-٥ الإبلاغ والتوثيق ٣-٨٤

٣-٢-٦ ضمان ومراقبة جودة الجرد ٣-٨٥

٣-٣ الأراضي الزراعية ٣-٨٧

٣-٣-١ الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية ٣-٨٨

٣-٣-١-١ تغير أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية ٣-٨٩

٣-٣-١-٢ تغير أرصدة الكربون في التربة ٣-٩٤

٣-٣-١-٣ انبعاثات غازات الدفيئة من غير ثاني أكسيد الكربون ٣-١٠٦

٣-٣-٢ الأراضي المحولة إلى أراض زراعية ٣-١٠٧

٣-٣-٢-١ تغير أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية ٣-١٠٨

٣-٣-٢-٢ تغير أرصدة كربون التربة ٣-١١٥

٣-٣-٢-٣ انبعاثات غازات الدفيئة من غير ثاني أكسيد الكربون ٣-١٢٠
٣-٣-٣ التمام..... ٣-١٢٣
٣-٣-٤ وضع متسلسلة زمنية متسقة ٣-١٢٤
٣-٣-٥ الإبلاغ والتوثيق..... ٣-١٢٤
٣-٣-٦ ضمان ومراقبة جودة الجرد ٣-١٢٥
٣-٣-٧ تقدير القيم الافتراضية لانبعاثات وعمليات إزالة كربون التربة المعدنية في الأراضي الزراعية باستخدام أسلوب المستوى ١ وفقا لإرشادات الممارسة السليمة المنقحة ٣-١٢٥
٣-٤ المروج الطبيعية ٣-١٣٤
٣-٤-١ المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية..... ٣-١٣٤
٣-٤-١-١ تغير أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية..... ٣-١٣٦
٣-٤-١-٢ تغير أرصدة كربون التربة ٣-١٤٢
٣-٤-١-٣ انبعاثات غازات الدفيئة من غير ثاني أكسيد الكربون..... ٣-١٥٤
٣-٤-٢ الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية ٣-١٥٥
٣-٤-٢-١ تغير أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية ٣-١٥٦
٣-٤-٢-٢ تغير أرصدة كربون التربة ٣-١٦٤
٣-٤-٢-٣ غازات الدفيئة من غير ثاني أكسيد الكربون..... ٣-١٦٩
٣-٤-٣ التمام..... ٣-١٦٩
٣-٤-٤ وضع متسلسلة زمنية متسقة ٣-١٧٠
٣-٤-٥ الإبلاغ والتوثيق..... ٣-١٧٠
٣-٤-٦ ضمان ومراقبة جودة الجرد ٣-١٧١
٣-٤-٧ تقدير القيم الافتراضية المستخدمة في إطار المستوى ١ والواردة في دليل الممارسات السليمة المتعلقة بإدارة المروج الطبيعية..... ٣-١٧١
٣-٥ الأراضي الرطبة ٣-١٧٦
٣-٥-١ الأراضي الرطبة التي تظل أراض رطبة..... ٣-١٧٦
٣-٥-٢ الأراضي المحولة إلى أراض رطبة ٣-١٧٧
٣-٥-٢-١ تغير أرصدة كربون الأراضي المحولة إلى أراض خثية ٣-١٧٧
٣-٥-٢-٢ تغير أرصدة الكربون في الأراضي المحولة إلى أراض مغمورة بالمياه (الخزانات) ٣-١٨٢
٣-٥-٣ التمام..... ٣-١٨٨
٣-٥-٤ وضع متسلسلة زمنية متسقة ٣-١٨٣
٣-٥-٥ الإبلاغ والتوثيق..... ٣-١٨٤
٣-٥-٦ ضمان ومراقبة جودة الجرد ٣-١٨٤
٣-٦ المستوطنات ٣-١٨٥
٣-٦-١ المستوطنات التي تظل مستوطنات ٣-١٨٥
٣-٦-٢ الأراضي المحولة إلى مستوطنات..... ٣-١٨٥
٣-٧ الأراضي الأخرى ٣-١٨٧
٣-٧-١ الأراضي الأخرى التي تظل أراض أخرى..... ٣-١٨٧
٣-٧-٢ الأراضي المحولة إلى أراض أخرى..... ٣-١٨٧
٣-٧-٢-١ تغير أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية ٣-١٨٨
٣-٧-٢-٢ تغير أرصدة الكربون في التربة..... ٣-١٩٠

٣-٧-٣ التمام ٣-١٩٢
٣-٧-٤ وضع متسلسلة زمنية متسقة ٣-١٩٣
٣-٧-٥ الإبلاغ والتوثيق ٣-١٩٣
٣-٧-٦ ضمان ومراقبة جودة الجرد ٣-١٩٣

المرفق ١ جداول البيانات الافتراضية للكتلة الحيوية في الأراضي الحرجية- القسم ٣-٢ ٣-١٩٤
المرفق ٢ جداول الإبلاغ وصحائف العمل ٣-٢٢٨
التذييل ١ منتجات الخشب المقطوع: أساس التطوير المنهجي في المستقبل ٣-٢٩٩
التذييل ٢ انبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن صرف مياه تربة الأراضي الحرجية وإعادة ترطيبها: أساس التطوير المنهجي في المستقبل ٣-٣٢٠
التذييل ٣ الأراضي الرطبة التي تظل أراض رطبة: أساس التطوير المنهجي في المستقبل ٣-٣٢٥
التذييل ٤ المستوطنات: أساس التطوير المنهجي في المستقبل ٣-٣٤٦
المراجع ٣-٣٥٣

المعادلات

المعادلة ٣-١-١ التغير السنوي في رصيد الكربون في مستجمع معين كدالة للمكتسب والمفقود ٣-١٦
المعادلة ٣-١-٢ التغير السنوي في رصيد الكربون في مستجمع معين.....٣-١٦
المعادلة ٣-٢-١ الانبعاثات أو الإزالة السنوية في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية ٣-٢٤
المعادلة ٣-٢-٢ التغير السنوي في رصيد الكربون في الكتلة الحيوية الحية في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية (الأسلوب الافتراضي).....٣-٢٤
المعادلة ٣-٢-٣ التغير السنوي في رصيد الكربون في الكتلة الحيوية الحية في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية (أسلوب تغير الرصيد) ٣-٢٥
المعادلة ٣-٢-٤ الزيادة السنوية في رصيد الكربون بسبب زيادة الكتلة الحيوية في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية.....٣-٢٦
المعادلة ٣-٢-٥ متوسط الزيادة السنوية في الكتلة الحيوية.....٣-٢٧
المعادلة ٣-٢-٦ النقص السنوي في رصيد الكربون بسبب فاقد الكتلة الحيوية في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية.....٣-٢٨
المعادلة ٣-٢-٧ الكربون المفقود سنويا بسبب القطع التجاري ٣-٢٨
المعادلة ٣-٢-٨ الكربون المفقود سنويا بسبب جمع خشب الوقود ٣-٢٩
المعادلة ٣-٢-٩ فواقد الكربون السنوية الأخرى ٣-٢٩
المعادلة ٣-٢-١٠ التغير السنوي في رصيد كربون المادة العضوية الميتة في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية.....٣-٣٦
المعادلة ٣-٢-١١ التغير السنوي في رصيد كربون الخشب الميت في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية (الخيار الأول) ٣-٣٨

المعادلة ٣-٢-١٢ التغير السنوي في رصيد كربون الخشب الميت في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية (الخيار الثاني) ٣-٣٨
المعادلة ٣-٢-١٣ التغير السنوي في رصيد كربون الفرش الحرجي في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية ٣-٣٩
المعادلة ٣-٢-١٤ التغير السنوي في رصيد كربون التربة المعدنية في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية ٣-٤٧
المعادلة ٣-٢-١٥ انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من التربة العضوية الحرجية المصرفة من المياه ٣-٤٩
المعادلة ٣-٢-١٦ المحتوى من الكربون العضوي في التربة ٣-٥١
المعادلة ٣-٢-١٧ انبعاثات أكسيد النيتروز المباشرة من الغابات المدارة ٣-٥٤
المعادلة ٣-٢-١٨ انبعاثات أكسيد النيتروز المباشرة من تخصيب الغابات ٣-٥٥
المعادلة ٣-٢-١٩ تقدير انبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون من الكربون المنطلق ٣-٥٩
المعادلة ٣-٢-٢٠ تقدير غازات الدفيئة المنبعثة مباشرة من الحرائق ٣-٥٩
المعادلة ٣-٢-٢١ التغير السنوي في رصيد الكربون في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية ٣-٦١
المعادلة ٣-٢-٢٢ التغير السنوي في رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية في الأرض المحولة إلى أرض حرجية ٣-٦٢
المعادلة ٣-٢-٢٣ الزيادة السنوية في رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية ٣-٦٣
المعادلة ٣-٢-٢٤ النقص السنوي في رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية بسبب الفواقد في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية ٣-٦٤
المعادلة ٣-٢-٢٥ التغير السنوي في رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية (المستوى ٢) ٣-٦٤
المعادلة ٣-٢-٢٦ التغير في رصيد الكربون في الكتلة الحيوية الحية في الأراضي المحولة سنويا إلى أراض حرجية ٣-٦٥
المعادلة ٣-٢-٢٧ التغير السنوي في رصيد كربون الخشب الميت في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية ٣-٦٩
المعادلة ٣-٢-٢٨ التغير السنوي في رصيد كربون الخشب الميت في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية ٣-٧٠
المعادلة ٣-٢-٢٩ التغير السنوي في رصيد كربون الفرش الحرجي في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية ٣-٧٠
المعادلة ٣-٢-٣٠ التغير السنوي في رصيد كربون الفرش الحرجي في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية ٣-٧١
المعادلة ٣-٢-٣١ التغير السنوي في رصيد كربون التربة المعدنية في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية ٣-٧٧
المعادلة ٣-٢-٣٢ التغير السنوي في رصيد كربون التربة المعدنية عند التحريج ٣-٧٨
المعادلة ٣-٢-٣٣ انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من التربة العضوية المصرفة من المياه في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية ٣-٧٩
المعادلة ٣-٣-١ التغير السنوي في أرصدة الكربون في الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية ٣-٨٨
المعادلة ٣-٣-٢ التغير السنوي في أرصدة الكربون في تربة الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية ٣-٩٤
المعادلة ٣-٣-٣ التغير السنوي في أرصدة كربون التربة المعدنية في نظام واحد للأراضي الزراعية ٣- ٩٥
المعادلة ٣-٣-٤ التغير السنوي في أرصدة الكربون في التربة المعدنية في الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية ٣-١٠٠
المعادلة ٣-٣-٥ انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من التربة العضوية المزروعة في الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية ٣-١٠١
المعادلة ٣-٣-٦ انبعاثات الكربون السنوية الناتجة عن استخدام الجير الزراعي ٣-١٠٢

المعادلة ٣-٣-٧ مجموع تغير أرصدة الكربون في الأراضي المحولة إلى أراض زراعية ٣-١٠٨
المعادلة ٣-٣-٨ التغير السنوي في أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية في الأراضي المحولة إلى أراض زراعية٣-١١٠
المعادلة ٣-٣-٩ تغير أرصدة الكربون نتيجة إزالة الكتلة الحيوية أثناء تحويل استخدام الأراضي..... ٣-١١١
المعادلة ٣-٣-١٠ فواقد الكربون الناتجة عن حرق الكتلة الحيوية داخل وخارج الموقع..... ٣-١١٢
المعادلة ٣-٣-١١ فواقد الكربون من تحلل الكتلة الحيوية ٣-١١٢
المعادلة ٣-٣-١٢ التغير السنوي في أرصدة كربون التربة في الأراضي المحولة إلى أراض زراعية..... ٣-١١٦
المعادلة ٣-٣-١٣ مجموع الانبعاثات السنوية لأكسيد النيتروز من التربة المعدنية في الأراضي المحولة إلى أراض زراعية..... ٣-١٢١
المعادلة ٣-٣-١٤ انبعاثات أكسيد النيتروز الناتجة عن الاضطراب المرتبط بتحويل استخدام الأراضي الحرجية أو المروج الطبيعية أو الأراضي الأخرى إلى أراض زراعية..... ٣-١٢١
المعادلة ٣-٣-١٥ النيتروجين السنوي المنبعث من صافي معدنة التربة العضوية نتيجة الاضطراب (على أساس كربون التربة الممعدن) ٣-١٢٢
المعادلة ٣-٤-١ تقدير القيم الافتراضية المستخدمة في إطار المستوى ١ والواردة في دليل الممارسات السليمة المتعلقة بإدارة المروج الطبيعية..... ٣-١٣٥
المعادلة ٣-٤-٢ تقدير القيم الافتراضية المستخدمة في إطار المستوى ١ والواردة في دليل الممارسات السليمة المتعلقة بإدارة المروج الطبيعية..... ٣-١٣٦
المعادلة ٣-٤-٣ التغير السنوي في أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية في المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية..... ٣-١٣٧
المعادلة ٣-٤-٤ التغير السنوي في الكتلة الحيوية الحية (النهج القائم على المعدلات)..... ٣-١٣٧
المعادلة ٣-٤-٥ التغير السنوي في الكتلة الحيوية الحية (نهج الاختلاف)..... ٣-١٣٨
المعادلة ٣-٤-٦ مجموع الكتلة الحيوية ٣-١٣٨
المعادلة ٣-٤-٧ التغير السنوي في أرصدة كربون التربة في المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية ٣-١٤٣
المعادلة ٣-٤-٨ التغير السنوي في أرصدة كربون التربة المعدنية في نظام وحيد من نظم المروج الطبيعية ٣-١٤٤
المعادلة ٣-٤-٩ التغير السنوي في أرصدة كربون التربة المعدنية في مجموع المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية ٣-١٤٥
المعادلة ٣-٤-١٠ انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من التربة العضوية المزروعة في المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية ٣-١٤٧
المعادلة ٣-٤-١١ انبعاثات الكربون السنوية الناتجة عن استخدام الجير الزراعي ٣-١٤٨
المعادلة ٣-٤-١٢ مجموع تغير أرصدة الكربون في الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية..... ٣-١٥٦
المعادلة ٣-٤-١٣ التغير السنوي في أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية في الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية ٣-١٥٨
المعادلة ٣-٤-١٤ تغير أرصدة الكربون نتيجة إزالة الكتلة الحيوية أثناء تحويل استخدام الأراضي..... ٣-١٥٩
المعادلة ٣-٤-١٥ فواقد الكربون الناتجة عن حرق الكتلة الحيوية داخل وخارج الموقع..... ٣-١٦٠
المعادلة ٣-٤-١٥ فواقد الكربون الناتجة عن تحلل الكتلة الحيوية ٣-١٦٠
المعادلة ٣-٤-١٧ التغير السنوي في مخزنات كربون التربة في الأراضي المحولة إلى مروج 'طبيعية (LG)... ٣-١٦٤
المعادلة ٣-٥-١ تغير أرصدة كربون الأراضي المحولة إلى أراض رطبة..... ٣-١٧٧
المعادلة ٣-٥-٢ التغير السنوي في أرصدة كربون الأراضي المحولة إلى استخلاص الخث ٣-١٧٨
المعادلة ٣-٥-٣ التغير السنوي في أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية في الأراضي المحولة إلى استخلاص الخث..... ٣-١٧٨

المعادلة ٣-٥-٤ التغير السنوي في أرصدة كربون التربة في الأراضي المحولة إلى استخلاص الخث ٣-١٧٩
المعادلة ٣-٥-٥ التغير السنوي في أرصدة كربون التربة بسبب صرف المياه من التربة العضوية المحولة إلى استخلاص الخث ٣-١٨٠
المعادلة ٣-٥-٦ التغير السنوي في أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية في الأراضي المحولة إلى أراض مغمورة بالمياه ٣-١٨٣
المعادلة ٣-٦-١ التغير السنوي في أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية في الأراضي الحرجية المحولة إلى مستوطنات ٣-١٨٥
المعادلة ٣-٧-١ التغير السنوي في أرصدة الكربون في الأراضي المحولة إلى "أراض أخرى" ٣-١٨٧
المعادلة ٣-٧-٢ التغير السنوي في أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية في الأراضي المحولة إلى "أراض أخرى" ٣-١٨٨
المعادلة ٣-٧-٣ التغير السنوي في أرصدة كربون التربة المعدنية في الأراضي المحولة إلى"أراض أخرى" ٣-١٩١

الأشكال التوضيحية

الشكل ٣-١-١ مخطط تسلسل قرارات تحديد مستوى الأسلوب الملائم للأراضي التي تظل في نفس فئة استخدام الأراضي (مثال للأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية، FF) ٣-١٩
الشكل ٣-١-٢ مخطط تسلسل قرارات تحديد مستوى الأسلوب الملائم للأراضي المحولة إلى فئة أخرى من فئات استخدام الأراضي (مثال للأراضي المحولة إلى أراض حرجية، LF) ٣-٢٠
الشكل ٣-٢-١ قيمتان متوسطتان زمنيا للكربون العضوي في التربة الحرجية تقابلان مختلف مجموعات التربة الحرجية وممارسات الإدارة ونظم الاضطرابات.....٣-٤٦

الجداول

الجدول ٣-١-١ مقارنة بين أقسام الفصل الخامس من المبادئ التوجيهية لعام ١٩٩٦ وأقسام الفصل الثالث من هذا التقرير ٣-١١
الجدول ٣-١-٢ تعاريف المستجمعات الأرضية المستخدمة في الفصل الثالث.....٣-١٤
الجدول ٣-١-٣ الفئات الفرعية المندرجة تحت قسم معين من أقسام استخدام الأراضي.....٣-٢١
الجدول ٣-٢-١ القيم الافتراضية المحدثة لرصيد كربون الفرش الحرجي (أطنان كربون/هكتار) ومدة الانتقال (بالسنوات) ٣-٤١
الجدول ٣-٢-٢ القيم الافتراضية المحدثة لمعدلات الوفاة الطبيعية ورصيد الخشب الميت ونسب الخشب الحي إلى الخشب الميت.....٣-٤٢
الجدول ٣-٢-٣ القيم الافتراضية لمعامل انبعاث ثاني أكسيد الكربون المنطلق من التربة العضوية المصرفة من المياه في الغابات المدارة.....٣-٤٩
الجدول ٣-٢-٤ الرصيد المرجعي الافتراضي (في الغطاء النباتي الأصلي) لرصيد الكربون العضوي في التربة (SOC_{ref}).....٣-٥٠
الجدول ٣-٢-٥ مصادر عدم التيقن في تقدير انبعاث/إزالة ثاني أكسيد الكربون من التربة الحرجية ومن مستجمعات المادة العضوية الميتة.....٣-٧٥
الجدول ٣-٣-١ توصيف المستويات المستخدمة مع الفئات الفرعية للأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية...٣-٨٩

الجدول ٣-٣-٢ المعاملات الافتراضية للكتلة الحيوية الخشبية الظاهرة ودورات الحصاد في نظم زراعة أنواع المحاصيل المعمرة. ٣-٩٠
الجدول ٣-٣-٣ أرصدة الكربون المرجعية الافتراضية في التربة العضوية (الغطاء النباتي الأصلي) (SOC_{REF}) (أطنان كربون لكل هكتار على عمق صفر-٣٠ سنتيمترا)..... ٣-٩٧
الجدول ٣-٣-٤ المعاملات النسبية لتغير الأرصدة (F_{LU}, F_{MG}, and F_I) (أكثر من ٢٠ عاما) لمختلف أنشطة الإدارة في الأراضي الزراعية [انظر الأساليب ومصادر البيانات المستخدمة في اشتقاق المعاملات في القسم ٣-٣-٧]..... ٣-٩٨
الجدول ٣-٣-٥ معاملات الانبعاث السنوية (EF) المرتبطة بالتربة العضوية المزروعة ٣-١٠٢
الجدول ٣-٣-٦ وصف مستويات الفئات الفرعية للأراضي المحولة إلى أراض زراعية (LC) ٣-١٠٩
الجدول ٣-٣-٧ القيم الافتراضية لأرصدة كربون الكتلة الحيوية المزالة بسبب تحويل الأراضي إلى أراض زراعية٣-١١٣
الجدول ٣-٣-٨ القيم الافتراضية لأرصدة كربون الكتلة الحيوية في الأراضي المحولة إلى أراض زراعية في السنة التالية للتحويل ٣-١١٣
الجدول ٣-٣-٩ المعاملات النسبية لتغير أرصدة التربة (F_{LU}, F_{MG}, F_I) في الأراضي المحولة إلى أراض زراعية٣-١١٩
الجدول ٣-٤-١ وصف مستويات الفئات الفرعية في إطار المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية ٣-١٣٥
الجدول ٣-٤-٢ التقديرات الافتراضية للكتلة الحيوية القائمة في المروج الطبيعية (كمادة جافة) وصافى الإنتاج الأولى الظاهري بحسب المناطق المناخية المحددة من الفريق الحكومي الدولي ٣-١٤٠
الجدول ٣-٤-٣ معاملات التوسع الافتراضية (نسب الجذور إلى الأغصان) في النظم الإيكولوجية الرئيسية للسافانا/المراعى في العالم ٣-١٤١
الجدول ٣-٤-٤ الرصيد المرجعي الافتراضي (في الغطاء النباتي الأصلي) للكربون العضوي في التربة (SOC_{REF})(أطنان كربون لكل هكتار على عمق صفر-٣٠ سنتيمترا) ٣-١٥١
الجدول ٣-٤-٥ المعاملات النسبية لتغير الرصيد المرتبطة بإدارة المروج الطبيعية[انظر القسم ٣-٤-٧ لمعرفة أساليب تقدير معاملات تغير الرصيد]..... ٣-١٥٢
الجدول ٣-٤-٦ معاملات الانبعاث السنوية (EF) المرتبطة بالتربة العضوية في المروج الطبيعية المدارة ٣-١٥٣
الجدول ٣-٤-٧ وصف مستويات الفئات الفرعية المندرجة تحت الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية ٣-١٥٧
الجدول ٣-٤-٨ أرصدة كربون الكتلة الحيوية الافتراضية المزالة بسبب التحويل إلى مروج طبيعية..... ٣-١٦١
الجدول ٣-٤-٩ أرصدة كربون الكتلة الحيوية الافتراضية الموجودة في الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية. ... ٣-١٦٢
الجدول ٣-٤-١٠ المعاملات النسبية لتغير أرصدة التربة في عمليات تحويل استخدامات الأراضي إلى مروج طبيعية٣-١٦٧
الجدول ٣-٥-١ الأقسام والتذييلات التي تتناول انبعاثات غازات الدفيئة الرئيسية من الأراضي الرطبة المدارة في هذا التقرير ٣-١٧٦
الجدول ٣-٥-٢ معاملات الانبعاث وما يقترن بها من عدم التيقن في التربة العضوية بعد صرف المياه ٣-١٨١

الأطر

الإطار ٣-١-١ إطار هيكل المستويات في دليل الممارسات السليمة..... ٣-١٧
الإطار ٣-٢-١ التربة العضوية والأراضي الخثية والأراضي الرطبة..... ٣-٤٥
الإطار ٣-٣-١ الممارسة السليمة في اشتقاق معاملات الانبعاث الخاصة بالبلد ٣-١٢٣

3.1

٣-١ مقدمة

يقدم هذا الفصل الثالث إرشادات بشأن تقدير انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون والغازات من غير ثاني أكسيد الكربون في قطاع استخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي والحراجة، وهو بذلك يغطي الفصل الخامس من *المبادئ التوجيهية المنقحة للفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ لعام ١٩٩٦ بشأن القوائم الوطنية لجرد غازات الدفيئة* (*المبادئ التوجيهية*).

ويحقق هذا الفصل تقدما من ناحيتين:

'١' فهو يعرض ثلاثة مستويات هرمية للأساليب التي تتراوح من البيانات الأصلية والمعادلات البسيطة إلى استخدام البيانات والنماذج الخاصة بالبلدة بما يلائم الظروف الوطنية. وإذا نفذت هذه المستويات بشكل سليم فسوف تقلل بنجاح من مقدار عدم التيقن وستزيد من مستوى الدقة.

'٢' ويستخدم فئات استخدامات الأراضي (الواردة في الفصل الثاني) لتنظيم المنهجيات ولتسهيل ما يلي: (أ) شفافية الإبلاغ؛ (ب) الربط بين مستجمعات الكربون الظاهرة والتحتية (في المستويات العليا) والسماح في الوقت ذاته بالمقارنة مع الإبلاغ في إطار *المبادئ التوجيهية*.

وقد رتبت المنهجيات المستخدمة في هذا التقرير حسب فئات استخدامات الأراضي (ستة أقسام)، وحسب مستجمعات الكربون العامة والغازات من غير ثاني أكسيد الكربون، وحسب المستوى. وتتسق هذه المنهجيات مع الفصول الأخرى الواردة في هذا التقرير.

٣-١-١ خطوات الجرد والإبلاغ

نبين أدناه الترتيب العام للخطوات المتبعة في جرد الانبعاثات وعمليات الإزالة والإبلاغ عنها. ومن *الممارسة السليمة* للبلدان أن تتبع هذه الخطوات وغيرها من الخطوات الواردة في كل قسم من هذا الفصل لتقدير الانبعاثات وعمليات الإزالة:

'١' استنادا إلى النهج الثلاثة المتبعة في تمثيل مساحات الأراضي، كما هو مبين في الفصل الثاني، تُقدر مساحات الأراضي في كل فئة من فئات استخدام الأراضي في الفترة الزمنية المطلوبة.

'٢' إجراء تقدير لفئات استخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي والحراجة الرئيسية ذات الصلة باستخدام الإرشادات الواردة في الفصلين الثالث والخامس. وفي الفئات المحددة بأنها فئات رئيسية، تُقدر الغازات المهمة من غير ثاني أكسيد الكربون ومستجمعات الكربون، وتحدد أولويات هذه المستجمعات من حيث الاختيار المنهجي.

'٣' كفالة تلبية المتطلبات الخاصة بمعاملات الانبعاث وإزالة الانبعاثات وبيانات الأنشطة الملائمة للمستوى.

'٤' تحديد كمية الانبعاثات وعمليات الإزالة وتقدير أوجه عدم التيقن المقترنة بكل تقدير على النحو المبين في الفصل الخامس وبيانات القطاعات الواردة في هذا الفصل.

'٥' استخدام جداول الإبلاغ للإبلاغ عن تقديرات الانبعاثات وعمليات الإزالة، واستخدام صحائف العمل عند الاقتضاء (انظر المرفق ٢ للفصل الثالث).

'٦' توثيق وحفظ كل المعلومات المستخدمة في إعداد التقديرات الوطنية للانبعاثات وعمليات الإزالة باتباع التعليمات المحددة في إطار كل فئة من فئات استخدام الأراضي، ومستجمعات الكربون، ومصادر الغازات من غير ثاني أكسيد الكربون، وتغيير استخدام الأراضي.

'٧' إجراء اختبارات لمراقبة الجودة والتحقق واستعراض النظراء لتقديرات الانبعاثات باتباع الإرشادات المحددة في إطار كل فئة من فئات استخدام الأراضي أو المستجمعات أو الغازات من غير ثاني أكسيد الكربون (انظر أيضا الفصل الخامس للاطلاع على الإرشادات العامة).

٣-١-٢ الصلة بين هذا الفصل وبين فئات الإبلاغ الواردة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*

ينقسم الفصل الثالث إلى ستة أقسام على أساس فئات استخدام الأراضي، وينقسم كل قسم إلى قسمين فرعيين على أساس حالة استخدام الأراضي وتاريخ هذا الاستخدام في الآونة الأخيرة.

- يتعلق القسم الفرعي الأول بالأراضي التي تبدأ وتنتهي بنفس الاستخدام أثناء فترة الجرد.
- يتعلق القسم الفرعي الثاني بالتحويلات التي طرأت على استخدامات الأراضي التي يغطيها هذا القسم.

ويبين الجدول ٣-١-١ الأقسام الرئيسية والفرعية الواردة في هذا الفصل من حيث علاقتها *بالمبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*. ويشكل ذلك أساس المقارنة الذي نتناوله بمزيد من التفصيل أدناه.

الجدول ٣-١-١

مقارنة بين أقسام الفصل الخامس من *المبادئ التوجيهية* لعام ١٩٩٦ وأقسام الفصل الثالث من هذا التقرير

استخدام الأراضي في الفترة الزمنية الأولية	استخدام الأراضي في سنة الإبلاغ (الحالية)	القسم الفرعي من الفصل الثالث[١]	*المبادئ التوجيهية*[٢]
أراض حرجية	أراض حرجية	٣-٢-١	٥-ألف
أراض زراعية	أراض حرجية	٣-٢-٢	٥-ألف، ٥-جيم، ٥-دال
مروج طبيعية	أراض حرجية	٣-٢-٢	٥-ألف، ٥-جيم، ٥-دال
أراض رطبة	أراض حرجية	٣-٢-٢	٥-ألف، ٥-جيم، ٥-دال
مستوطنات	أراض حرجية	٣-٢-٢	٥-ألف، ٥-جيم، ٥-دال
أراض أخرى	أراض حرجية	٣-٢-٢	٥-ألف، ٥-جيم، ٥-دال
أراض زراعية	أراض زراعية	٣-٣-١	٥-ألف، ٥-دال
أراض حرجية	أراض زراعية	٣-٣-٢	٥-باء، ٥-دال
مروج طبيعية	أراض زراعية	٣-٣-٢	٥-باء، ٥-دال
أراض رطبة	أراض زراعية	٣-٣-٢	٥-دال
مستوطنات	أراض زراعية	٣-٣-٢	٥-دال
أراض أخرى	أراض زراعية	٣-٣-٢	٥-دال
مروج طبيعية	مروج طبيعية	٣-٤-١	٥-ألف، ٥-دال
أراض حرجية	مروج طبيعية	٣-٤-٢	٥-باء، ٥-دال
أراض زراعية	مروج طبيعية	٣-٤-٢	٥-جيم، ٥-دال
أراض رطبة	مروج طبيعية	٣-٤-٢	٥-جيم، ٥-دال
مستوطنات	مروج طبيعية	٣-٤-٢	٥-جيم، ٥-دال
أراض أخرى	مروج طبيعية	٣-٤-٢	٥-جيم، ٥-دال
أراض رطبة	أراض رطبة	٣-٥-١	٥-ألف، ٥-هاء
أراض حرجية	أراض رطبة	٣-٥-٢	٥-باء
أراض زراعية	أراض رطبة	٣-٥-٢	٥-هاء
مروج طبيعية	أراض رطبة	٣-٥-٢	٥-باء
مستوطنات	أراض رطبة	٣-٥-٢	٥-هاء
أراض أخرى	أراض رطبة	٣-٥-٢	٥-هاء
مستوطنات	مستوطنات	٣-٦-١	٥-ألف
أراض حرجية	مستوطنات	٣-٦-٢	٥-باء
أراض زراعية	مستوطنات	٣-٦-٢	٥-هاء
مروج طبيعية	مستوطنات	٣-٦-٢	٥-باء
أراض رطبة	مستوطنات	٣-٦-٢	٥-هاء
أراض أخرى	مستوطنات	٣-٦-٢	٥-هاء
أراض أخرى	أراض أخرى	٣-٧-١	٥-ألف
أراض حرجية	أراض أخرى	٣-٧-٢	٥-باء
أراض زراعية	أراض أخرى	٣-٧-٢	٥-هاء
مروج طبيعية	أراض أخرى	٣-٧-٢	٥-باء
أراض رطبة	أراض أخرى	٣-٧-٢	٥-هاء
مستوطنات	أراض أخرى	٣-٧-٢	٥-هاء

[١] يجمع بين التربة والكتلة الحيوية على السواء، وتمثل الأرقام المكتوبة باللون الداكن "تحويل الأراضي الحرجية والمروج الطبيعية" في *المبادئ التوجيهية*.

[٢] تغطي *المبادئ التوجيهية* الفئات التالية: ٥-ألف المتعلقة بتغيير أرصدة الكتلة الحيوية الحرجية وأرصدة الكتلة الحيوية الخشبية الأخرى؛ ٥-باء المتعلقة بتحويل الأراضي الحرجية والمروج الطبيعية؛ ٥-جيم المتعلقة بإهمال الأراضي المدارة؛ ٥-دال المتعلقة بالانبعاثات وعمليات الإزالة من التربة؛ ٥-هاء المتعلقة بالاستخدامات الأخرى (تعليمات الإبلاغ، الصفحات من ١-١٤ إلى ١-١٦).

٣-١-٢-١ تغيرات أرصدة الكتلة الحيوية الحرجية وأرصدة الكتلة الحيوية الخشبية الأخرى

مثلما في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*، يتناول *دليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠* الأحراج المدارة التي يمكن تعريفها على النحو التالي:

> *مجموعة الممارسات المتبعة في الإشراف على الأحراج واستخدامها بهدف أداء الوظائف الإيكولوجية... والأحراج المدارة هي الأحراج التي تخضع لأنشطة إدارة الأحراج .*[١]

ويعني هذا التعريف ضمنا أن الأحراج المدارة تخضع لتدخلات بشرية دورية أو مستمرة وأنها تشمل كل ممارسات الإدارة التي تتراوح بين الإنتاج التجاري للأخشاب والإشراف على الأراضي للأغراض غير التجارية. ويغطي القسم ٣-٢-١ الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية. وأما الإدارة وتحويل الأراضي إلى أراض حرجية فنتناوله في القسم ٣-٢-٢ المعنون "الأراضي المحولة إلى أراض حرجية."

ويقدم القسم المعنون "الأراضي الحرجية" إرشادات تتعلق بكل مستجمعات الكربون والغازات من غير ثاني أكسيد الكربون باستثناء منتجات الخشب المقطوع. وتتضمن *المبادئ التوجيهية* إشارات إلى معالجة المنتجات الخشبية المقطوعة، ويمكن للبلدان التي تختار تقدير التغيرات في أرصدة الكربون في إطار مستجمع المنتجات الخشبية المقطوعة أن تحصل على المشورة المنهجية من التذييل١ في الفصل الثالث. وتتناول *المبادئ التوجيهية* بإيجاز "أرصدة الكتلة الحيوية الخشبية الأخرى"، مثل الكتلة الحيوية المعمرة في الأراضي الزراعية وأراضي الرعي، فضلا عن الأشجار في المناطق الحضرية. وتتضمن *إرشادات الممارسات السليمة* توجيهات تفصيلية حول هذا الموضوع في الأقسام المعنونة "تغيرات مستجمعات كربون الكتلة الحيوية." ونتناول تغيرات أرصدة كربون الكتلة الحيوية المعمرة في الأقسام ذات الصلة بالكتلة الحيوية في كل فئة من فئات استخدام الأراضي. وأما أشجار المناطق الحضرية فنتناولها في القسم ٣-٦ وفي التذييل ٤ في الفصل الثالث.

٣-١-٢-٢ تحويل الأراضي الحرجية والمروج الطبيعية

يتضمن القسم المتعلق بتحويل الغابات والمروج الطبيعية في *المبادئ التوجيهية* تحويل الغابات القائمة والمروج الطبيعية إلى استخدامات الأراضي الأخرى، مثل الأراضي الزراعية. ويمكن إزالة الغابات لتحويل الأرض إلى مجموعة واسعة من الاستخدامات الأخرى، ولكن السبب الغالب في معظم الأحيان هو تحويل الأراضي إلى مراع وأراض زراعية، وهو ما ركزت عليه *المبادئ التوجيهية*، مع التشديد على تغيرات الكربون في مستجمعات الكتلة الحيوية. ويتناول هذا التقرير بالمعاجلة المنهجية تحويلات استخدام الأراضي وينظمها حسب الاستخدام الأخير. وترد في كل قسم معنون "الأراضي المحولة إلى أي فئة أخرى من فئات استخدام الأراضي" إرشادات منفصلة تتعلق بالتغيرات في كل مستجمعات الكربون.

ويمكن إجراء تقدير موجز للتحويلات من الغابات أو المروج الطبيعية إلى الاستخدامات الأخرى عن طريق إيجاد مجموع كل تحويل من هذه الفئات إلى الفئة الأخرى لاستخدام الأراضي. وبالنسبة لانبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن تحويل الأحراج، يمكن الوصول إلى المجموع عن طريق إيجاد حاصل جمع المعادلات ٣-٣-٧ و٣-٤-١٢، و٣-٥-١، و٣-٦-١، و٣-٧-١ للتحويل من الأراضي الحرجية إلى كل فئة. وبالمثل، فيما يتعلق بتحويل المروج الطبيعية، يمكن حساب المجموع عن طريق إيجاد حاصل جمع نفس المعادلات للتحويل من المروج الطبيعية. ومن *الممارسة السليمة* أن يتم تقدير حاصل جمع كل عمليات تحويل الغابات (إزالة الأحراج) وعمليات تحويل المروج الطبيعية إلى استخدامات الأراضي النهائية الأخرى والإبلاغ عنها على حدة. ويرد جدول للإبلاغ عن ذلك في المرفق ٣-٢ (الجدول ٣- ٢-١-باء).

---

[١] مداولات اجتماع فريق الخبراء المعني بتنسيق التعاريف المرتبطة بالأحراج، روما، سبتمبر/أيلول ٢٠٠٢ (منظمة الأغذية والزراعة ٢٠٠٣).

٣-١-٢-٣ إهمال الأراضي الزراعية أو المراعي أو الأراضي المدارة الأخرى

تركز *المبادئ التوجيهية* في المقام الأول على الأراضي التي تعيد تراكم الكربون في الكتلة الحيوية مع عودتها إلى حالتها شبه الطبيعية بعد إهمالها أو بعد إعادة تحريجها فعليا. ومع ذلك، يمكن أن تظل الأرض ثابتة على حالتها أو قد يلحق بها مزيد من التدهور من حيث إعادة تراكم الكربون.

ويمكن أن تُهمل الأراضي الزراعية والمروج الطبيعية أو يتم تحويلها فعليا إلى مختلف استخدامات الأراضي، مما يؤثر على صافي التغيير في كربون الكتلة الحيوية. ولذلك، يتضمن عدد من المواضع إرشادات بشأن تقدير تغيرات الكتلة الحيوية تبعا لنوع استخدام الأراضي الذي تحولت إليه. ويمكن إيجاز نطاق الانتقالات المحددة في استخدامات الأراضي لتقدير مجمل تغيرات الكربون الناتجة عن إهمال الأراضي الزراعية أو المراعي أو الأراضي المدارة الأخرى، كما هو مبين في الجدول ٣-١-١.

٣-١-٢-٤ انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون من التربة

تقسم *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* هذا الموضوع إلى (أ) زراعة التربة المعدنية؛ (ب) زراعة التربة العضوية؛ (ج) تكليس التربة الزراعية. وفي هذا الفصل عموما، يتناول كل قسم من أقسام استخدامات الأراضي تغيرات كربون التربة في الأراضي التي تظل تخضع لنفس الاستخدام أو التي تحولت مؤخرا إلى ذلك الاستخدام.

وتغطي الإرشادات تقدير تغيرات رصيد كربون التربة الناتجة عن ممارسات الإدارة في قسم "الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية" و"المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية"، ويرد كل منها في القسم الفرعي المعنون "تغيرات أرصدة الكربون في التربة"، الذي نقدم فيه إرشادات منفصلة بشأن التربة المعدنية والعضوية. كما نتناول في الأقسام الفرعية الخاصة بالتحويل التغيرات في أرصدة كربون التربة نتيجة تحويل الأراضي إلى أراض زراعية أو مروج طبيعية. ومجموع تقدير تغيرات رصيد كربون التربة بسبب زراعة التربة المعدنية هو حاصل جمع التغيرات في رصيد الكربون على مدى فترة محددة بعد التغيرات في الإدارة التي تؤثر على كربون التربة.

ونتناول في القسم الخاص بتربة الأراضي الحرجية صرف المياه من تربة الأراضي الخثية في المنشآت الحرجية . ويعرض التذييل ٣ جميع انبعاثات غازات الدفيئة المنطلقة من الأراضي الرطبة التي تظل أراض رطبة. ويتناول القسم ٣-٥ (الأراضي المحولة إلى استخلاص الخث) من هذا التقرير زراعة التربة العضوية.

ويتم تناول الإرشادات المنهجية المتعلقة بتكليس التربة الزراعية مثلما في *المبادئ التوجيهية*.

٣-١-٢-٥ فئات الإبلاغ الأخرى والحالات المحددة

تبين *المبادئ التوجيهية* بإيجاز المسائل العامة والنهج المنهجية للفئات الأخرى. وهذه المسائل معقدة في كثير من الأحيان ولم تكن المنهجيات المتفق عليها متاحة وقت إعداد *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*. ويتناول هذا الفصل بعض هذه الفئات بمزيد من التعمق. وأما "الفئات الأخرى الممكنة"، كما تناقشها *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*، فهي تشمل صراحةً الكتلة الحيوية التحتية، والاضطرابات الطبيعية (بما في ذلك الحرائق)، والزراعة المتنقلة، والغمر، وصرف المياه من الأراضي الرطبة. ونتناول المعلومات المتعلقة بتقدير انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون، وانبعاثات الغازات من غير ثاني أكسيد الكربون في الأراضي الرطبة المدارة (بما في ذلك الأراضي الخثية والأراضي المغمورة بالمياه)، والمستوطنات التي تظل مستوطنات، في التذييلين ٣ و٤ على التوالي، لأن الأساليب المتبعة والبيانات المتاحة عن هذه الأنواع من استخدامات الأراضي ما زالت أولية. ويعرض القسمان ٣-٢-١-١، و٣-٢-٢-١ اللذان يتناولان تغيرات رصيد كربون الكتلة الحيوية الحرجية أساليب تقدير الكتلة الحيوية التحتية صراحة، وتتضمن الأقسام الأخرى كذلك خيارات إدراج الكتلة الحيوية التحتية في استخدامات الأراضي غير الحرجية. ويتناول التذييل ٢ انبعاثات الغازات من غير ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن صرف المياه من تربة الأراضي الحرجية وإعادة ترطيبها.

ولا *تغير إرشادات الممارسات السليمة* الافتراضات الأساسية المتمثلة في أن تغييرات استخدامات الأراضي تنطوي على أثر خطي على المادة العضوية في التربة لمدة ٢٠ عاما قبل الوصول إلى حالة جديدة من التوازن (المستوى ١)، مع احتمال تتابع فترات زمنية تستغرق عشرين عاما للتعامل مع الثوابت الأطول عمرا في المناطق المعتدلة والشمالية. ويعني ذلك أنه عندما يتغير استخدام قطعة من الأرض، يتم تتبع هذا "الوضع المتغير" لمدة عشرين عاما ويمثل كل عام ١/٢٠ من آثار ثاني أكسيد الكربون والغازات من غير ثاني أكسيد الكربون التي يتم الإبلاغ عنها. وقد تستخدم نُهج تصميم نماذج المستوى ٣ افتراضات مختلفة. وينبغي الإبلاغ عن الأراضي في فئة التحويل لمدة ٢٠ عاما، ثم تنتقل بعد ذلك إلى "فئة الأراضي التي تظل على نفس الحال"، ما لم يطرأ عليها تغيير آخر.

وتُدرج الاضطرابات الطبيعية (مثل العواصف والحرائق والحشرات في الأراضي المدارة فقط) لما تنطوي عليه من آثار ناجمة عن ثاني أكسيد الكربون والغازات من غير ثاني أكسيد الكربون. وفي الحالات التي يعقب فيها الاضطرابات الطبيعية في الأراضي غير المدارة تغييرا في استخدام الأرض، ينبغي الإبلاغ عن آثار ثاني أكسيد الكربون والغازات من غير ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن ذلك الاضطراب الطبيعي.

٣-١-٣ تعاريف مستجمعات الكربون

ترتب المنهجيات المستخدمة في هذا التقرير أولا حسب فئات استخدام الأراضي كما هو مبين أعلاه، وثانيا حسب الأنواع العامة للمستجمعات. ويتضمن الجدول ٣-١-٢ تمثيلا نوعيا لتلك المستجمعات التي تتكون في النظام الإيكولوجي الأرضي. وتتناول *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* كل مستجمع من تلك المستجمعات، رغم قلة ما تقدمه من إرشادات في بعض الحالات.

الجدول ٣-١-٢
تعاريف المستجمعات الأرضية المستخدمة في الفصل الثالث

المستجمع[٢]		الوصف (انظر أيضا الملاحظات الواردة أدناه بالأحرف المائلة)
الكتلة الحيوية الحية	الكتلة الحيوية الظاهرة	كل الكتلة الحيوية الحية[٣] القائمة فوق سطح التربة، وتشمل السيقان وبقايا النباتات والأغصان واللحاء والبذور والأوراق. ملحوظة: في الحالات التي تكون فيها الطبقة الحرجية التحتية عنصرا صغيرا نسبيا لمستجمع كربون الكتلة الحيوية الظاهرة، من المقبول استبعادها من المنهجيات والبيانات المقترنة بها المستخدمة في بعض المستويات، شريطة الاتساق في استخدام المستويات في كل سنوات الجرد كما هو مبين في الفصل الخامس.
	الكتلة الحيوية التحتية	كل الكتلة الحيوية الحية للجذور الحية. وتستبعد في كثير الأحيان الجذور الدقيقة التي يقل قطرها (المقترح) عن ٢مم حيث يتعذر في كثير من الأحيان تمييزها عمليا عن المواد العضوية في التربة أو الفرش الحرجي.

[٢] تتمثل الفرضية الأصلية في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* في أن الكربون المزال في الخشب والكتلة الحيوية الأخرى من الغابات يتأكسد في سنة الإزالة. وقد تبلغ البلدان عن مستجمعات المنتجات الخشبية المقطوعة إذا أمكنها أن تثبت بالوثائق أن الأرصدة القائمة للمنتجات الحرجية آخذة بالفعل في الزيادة. ويتضمن التذييل ١ في الفصل الثالث إرشادات للبلدان ومعلومات يمكن استخدامها في التطوير المنهجي في المستقبل رهنا بقرارات اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ.

[٣] يعبر عنها بأطنان الوزن الجاف.

(تابع) الجدول ٣-١-٢ تعاريف المستجمعات الأرضية المستخدمة في الفصل الثالث		
المادة العضوية الميتة	الخشب الميت	تشمل كل الكتلة الحيوية الخشبية غير الحية التي لا توجد في الفرش الحرجي أو الواقعة على الأرض أو الموجودة في التربة. وتشمل الأخشاب الميتة الخشب الواقع على الأرض والجذور الميتة وبقايا النباتات التي يساوي قطرها أو يزيد على ١٠ سم أو أي قطر آخر مستخدم في البلد المعني.
	الفرش الحرجي	يشمل كل الكتلة الحيوية غير الحية التي يقل قطرها عن الحد الأدنى للقطر الذي يختاره البلد المعني (مثل ١٠ سم) الميتة في مختلف حالات التحلل فوق التربة المعدنية أو العضوية. ويشمل ذلك طبقات الفرش الحرجي والطبقات الدبالية والعضوية. ويحتوي الفرش الحرجي على الجذور الدقيقة الحية (التي يقل قطرها عن حدود القطر المقترح للكتلة الحيوية التحتية) التي يتعذر تمييزها عمليا عن الفرش الحرجي.
التربة	المادة العضوية في التربة	تشمل الكربون العضوي في التربة المعدنية والعضوية (بما في ذلك الخث) بعمق معين يختاره البلد ويطبق بشكل متسق في كل المتسلسلة الزمنية. وتشمل المادة العضوية الجذور الدقيقة الحية (التي يقل قطرها عن الحد المقترح للكتلة الحيوية التحتية) التي لا يمكن عمليا تمييزها عن المادة العضوية.
ملحوظة: قد تستلزم الظروف الوطنية إدخال بعض التعديلات على تعاريف المستجمع المستخدمة هنا. وفي حالة استخدام تعاريف معدلة فإن من الممارسة السليمة الإبلاغ عنها بوضوح لكفالة استخدام هذه التعاريف المعدلة بشكل متسق على مر الزمن، ولإثبات عدم إغفال المستجمعات أو ازدواجية حسابها.		

٣-١-٤ الأساليب العامة

يستخدم الفصل الثالث نفس النهج المنهجية الأساسية المستخدمة في *المبادئ التوجيهية*. وكما جاء في *المبادئ التوجيهية*:

> *يعتمد الأساس الذي تستند إليه المنهجية على موضوعين مرتبطين، هما: '١' من المفترض أن تدفق ثاني أكسيد الكربون من أو إلى الغلاف الجوي يساوي التغيرات في أرصدة الكربون الموجودة في الكتلة الحيوية والتربة القائمة؛ '٢' يمكن تقدير التغيرات في أرصدة الكربون أولا عن طريق تحديد معدلات التغير في استخدام الأراضي والممارسة المستخدمة في تحقيق هذا التغيير (مثلا عن طريق الإحراق أو الاقتلاع أو القطع الانتقائي، إلخ)، وثانيا باستخدام الافتراضات أو البيانات البسيطة المتعلقة بأثرها على أرصدة الكربون والاستجابة البيولوجية لاستخدام معين من استخدامات الأراضي.*

ويمثل نهج التقدير الأول المبين أعلاه الأساس الذي تستند إليه المنهجيات الأساسية التي نتناولها في هذا الفصل لحساب التغييرات في مستجمعات الكربون. ويمكن تعميم هذا النهج وتطبيقه على كل مستجمعات الكربون (أي الكتلة الحيوية الظاهرة والكتلة الحيوية التحتية والخشب الميت والفرش الحرجي والتربة)، وتقسيمه إلى نُهج فرعية، حسب اللزوم، لمعرفة الفروق بين النظم الإيكولوجية والمناطق المناخية وممارسات الإدارة. وتبين المعادلة ٣-١-١ النهج العام المتبع في تقدير التغير في رصيد الكربون استنادا إلى معدلات المفقود والمكتسب من الكربون بحسب مساحة استخدام الأراضي.

وفي معظم تقريبات التقدير الأولي، تتعلق "بيانات الأنشطة" بمساحة استخدام الأراضي أو التغير في استخدام الأراضي. ووفقا للإرشادات العامة، تُضرب بيانات الأنشطة في معامل رصيد الكربون أو "معامل الانبعاث" للحصول على تقديرات

المصادر/المصارف. ونقدم إرشادات تتعلق بكل ما له صلة من مستجمعات الكربون والتغيرات في استخدامات الأراضي من نوع إلى آخر. ونتناول بطريقة منهجية كل التغيرات الممكنة في استخدام الأراضي من نوع إلى آخر، ونقدم تقديرا لفترات الانتقال الافتراضية.

المعادلة ٣-١-١

التغير السنوي في رصيد الكربون في مستجمع معين كدالة للمكتسب والمفقود

$$\Delta C = \sum_{ijk} [A_{ijk} \bullet (C_I - C_L)_{ijk}]$$

حيث:

ΔC = تغير رصيد الكربون في المستجمع بأطنان الكربون في السنة؛

A = مساحة الأرض بالهكتار؛

ijk = تقابل نوع المناخ i، ونوع الغابة j، والممارسة المتبعة في الإدارة k، إلخ...؛

C_I = معدل اكتساب الكربون بالأطنان من الكربون/هكتار/سنة؛

C_L = معدل الكربون المفقود، أطنان كربون/هكتار/سنة.

وتقترح *المبادئ التوجيهية* نهجا بديلا لقياس أرصدة الكربون عند نقطتين زمنيتين لتقدير تغيرات أرصدة الكربون. وتبين المعادلة ٣-١-٢ النهج النوعي المتبع في تقدير تغير رصيد الكربون على هذا النحو. ونعرض هذا النهج الثاني في هذا الفصل كخيار يمكن الركون إليه في بعض الحالات.

المعادلة ٣-١-٢

التغير السنوي في رصيد الكربون في مستجمع معين

$$\Delta C = \sum_{ijk} (C_{t_2} - C_{t_1}) / (t_2 - t_1)_{ijk}$$

حيث:

C_{t_1} = رصيد الكربون في المستجمع في الزمن t_1، بأطنان الكربون؛

C_{t_2} = رصيد الكربون في المستجمع في الزمن t_2، بأطنان الكربون.

وعلى الرغم من الحاجة إلى بلاغات وطنية سنوية عن المصادر والمصارف، لا يعني ذلك أنه لابد من إعداد قوائم الجرد الوطنية سنويا لكل المستجمعات بالنظر إلى إمكانية استيفاء البيانات المأخوذة من قوائم الجرد الوطنية التي جرى إعدادها في دورات من خمس إلى عشر سنوات. ويقدم الفصل الخامس إرشادات بشأن كيفية استخدام الاستيفاء والاستقراء لدمج مصادر البيانات.

ويتناول الفصل الخاص بالزراعة (الفصل الرابع) من *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* والأقسام ذات الصلة الواردة في *دليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠*، العديد من مصادر انبعاثات غازات الدفيئة غير ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن استخدام الأراضي. ويتناول الفصل الرابع من *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي ودليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠* انبعاثات الميثان وأكسيد النيتروز الناجمة عن حرق السافانا وحرق بقايا النباتات، وانبعاثات أكسيد النيتروز المباشرة وغير المباشرة المنطلقة من التربة الزراعية، وانبعاثات الميثان الناتجة عن زراعة الأرز. وترد في الفصل الخاص بالنفايات في *المبادئ التوجيهية ودليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠* إرشادات بشأن انبعاثات غازات الدفيئة المتأتية من جزء الكتلة الحيوية الموجود في النفايات التي يتم التخلص منها في مواقع التخلص من النفايات الصلبة أو التي يتم حرقها.

وتقدم *إرشادات الممارسات السليمة* معلومات إضافية عن طريقة تطبيق وتوسيع الفصل الخاص بالزراعة في *المبادئ التوجيهية ودليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠* ليشمل الفئات الإضافية لاستخدامات الأراضي وتغيير استخدام الأراضي:

- انبعاثات الغازات من غير ثاني أكسيد الكربون (أكسيد النيتروز والميثان) من حرائق الغابات (القسم ٣-٢-١-٤)؛
- أكسيد النيتروز من الغابات المدارة (المسمدة) (القسم ٣-٢-١-٤)؛
- أكسيد النيتروز من صرف المياه من تربة الأحراج (التذييل ٣-أ-٢)؛
- أكسيد النيتروز والميثان من الأراضي الرطبة المدارة (التذييل ٣-أ-٣)؛
- انبعاثات أكسيد النيتروز من التربة بعد تحويل استخدام الأراضي (القسمان ٣-٣-٢-٣، و٣-٤-٢-٣).

٣-١-٥ مستويات أساليب التقدير

يزود هذا الفصل المستعملين بثلاثة مستويات منهجية لتقدير انبعاثات وعمليات إزالة غازات الدفيئة في كل مصدر. وتشمل هذه المستويات استخدام المعادلات البسيطة القائمة على البيانات الأصلية، والبيانات الخاصة بكل بلد[٤] في النظم الوطنية الأكثر تعقيدا. ويلخص الإطار ٣-١-١ ثلاثة مستويات عامة. وتنتقل المستويات ضمنيا من أقل درجات التيقن إلى أعلاها في التقديرات كدالة للتعقيد المنهجي، والنوعية الإقليمية لمعالم النماذج، والتحليل المكاني، وحجم بيانات الأنشطة. ويتضمن الفصل إرشادات كاملة لتنفيذ أسلوب المستوى ١. وبغض النظر عن مستوى الأسلوب، ينبغي على البلدان أن توثق المستويات المستخدمة في مختلف الفئات والمستجمعات، فضلا عن معاملات الانبعاث، وبيانات الأنشطة المستخدمة في إعداد التقدير. وفيما يتعلق بأساليب المستويات العليا، قد يتعين على وكالات الجرد توفير وثائق إضافية لدعم القرارات المتعلقة باستخدام المنهجيات الأكثر تطورا أو المعالم المحددة قطريا. والانتقال من المستويات الدنيا إلى المستويات العليا سيتطلب في العادة زيادة الموارد والقدرة المؤسسية والتقنية.

الإطار ٣-١-١

إطار هيكل المستويات في إرشادات الممارسات السليمة

يستخدم نهج **المستوى ١** الطريقة الأساسية الواردة في *المبادئ التوجيهية* (الدليل التشغيلي) ومعاملات الانبعاث الأصلية الواردة في *المبادئ التوجيهية*(الدليل التشغيلي والدليل المرجعي) واستيفائه بمعلومات مستكملة في هذا الفصل من التقرير. ويتضمن التقرير معلومات مستكملة عن بعض استخدامات الأراضي والمستجمعات التي لم ترد الإشارة إليها إلا في *المبادئ التوجيهية* (أي افتراض عدم وجود أية انبعاثات أو عمليات إزالة) في حالة توفر معلومات علمية جديدة. وتَستخدم منهجيات المستوى ١ في العادة بيانات الأنشطة غير المحددة مكانيا، مثل التقديرات الوطنية أو العالمية المتاحة لمعدلات إزالة الأحراج، وإحصائيات الإنتاج الزراعي، وخرائط الغطاء الأرضي العالمي.

ويمكن أن يستخدم **المستوى ٢** نفس المنهجية المستخدمة في المستوى ١، مع تطبيق معاملات انبعاث وبيانات أنشطة يحددها البلد لأهم استخدامات/أنشطة الأراضي. كما يمكن أن يستخدم المستوى ٢ منهجيات تغير الرصيد استنادا إلى البيانات المتعلقة بالبلد نفسه. وتعتبر معاملات الانبعاث/بيانات الأنشطة الخاصة بكل بلد ملائمة أكثر للأقاليم المناخية ونظم استخدام الأراضي في البلد. وتستخدم في العادة بيانات الأنشطة ذات الاستبانة العالية في المستوى ٢ لتقابل المعاملات المحددة للبلد نفسه لأقاليم بعينها وفئات استخدامات الأراضي المتخصصة.

وفي طريقة **المستوى ٣**، تستخدم طرق النوع الأعلى، بما في ذلك النماذج ونظم قياس الجرد الملائمة للظروف الوطنية، وتكرر على مر الزمن، وتعتمد على بيانات الأنشطة ذات الاستبانة العالية والمفصلة على المستوى دون الوطني إلى نطاقات شبكية دقيقة. وتوفر طرق الدرجات الأعلى تقديرات تتسم بقدر أكبر من التيقن عما في حالة المستويات الدنيا، وتربط بشكل وثيق بين الكتلة الحيوية وديناميات التربة. وقد تكون هذه النظم مجموعات عمرية مستندة إلى نظام المعلومات الجغرافية، أو نظم بيانات عن الفئات/الإنتاج مع وجود صلات بوحدات التربة، ودمج عدة أنواع من أنواع الرصد. ويمكن تعقب رقع الأراضي التي يتغير استخدامها على مر الزمن. وتعتمد هذه النظم في معظم الأحيان على الظروف المناخية، وهي بذلك توفر تقديرات للمصادر تتسم بتغيرات بين السنوات. وينبغي أن تخضع النماذج لاختبارات الجودة وعمليات المراجعة والتحقق.

---

[٤] قد تتطلب البيانات المتعلقة ببلدان محددة تقسيمات فرعية لتحديد مختلف النظم الإيكولوجية وخصائص المواقع، والمناطق المناخية، وممارسات الإدارة المتبعة في فئة واحدة من فئات الأراضي.

٣-١-٦ اختيار الأسلوب

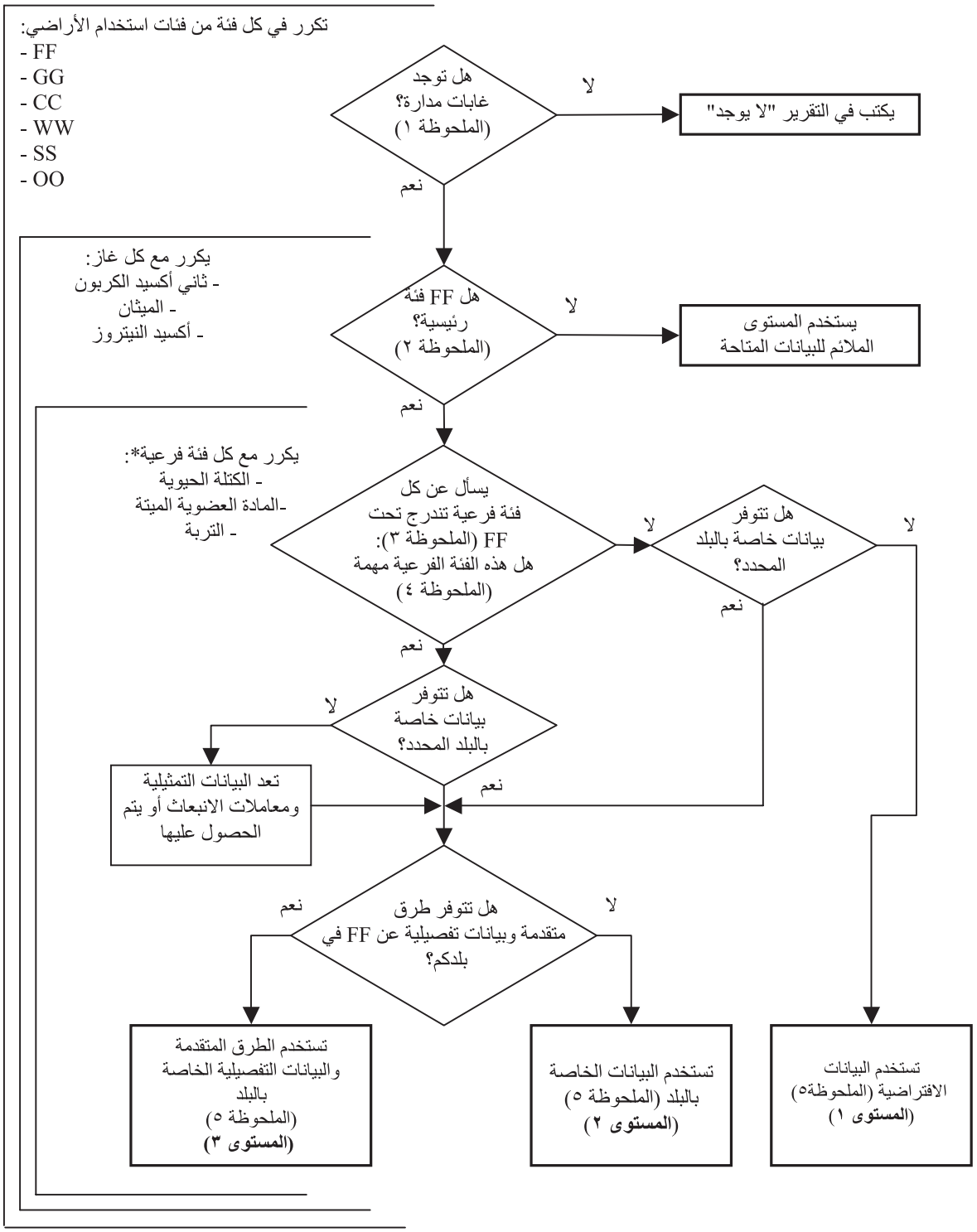
من *الممارسة السليمة* استخدام الأساليب التي توفر أكبر قدر من التيقن، وتحقيق أكبر قدر مستطاع من كفاءة استخدام الموارد المتاحة. وينبغي أن يراعي قرار تحديد المستوى المستخدم والحالات التي توسع فيها الموارد لتحسين الجرد ما إن كان استخدام الأرض يمثل فئة رئيسية، كما هو مبين في القسم ٥-٤ من الفصل الخامس من هذا التقرير. ويتضمن التقرير مجموعة من مخططات تسلسل القرارات التي تحتوي على إرشادات بشأن الاختيار المنهجي بغرض تحديد ما إن كان المصدر/المصرف يمثل فئة رئيسية، والمستجمعات المهمة في الفئة الرئيسية. وتستخدم تلك المخططات على مستوى الفئات الفرعية التي تقابل تقريبا مستجمعات الكربون ومصادر الغازات من غير ثاني أكسيد الكربون (انظر الجدول ٣-١-٣ للحصول على قائمة بالفئات الفرعية). ومن المهم ملاحظة أن تحليل الفئات الرئيسية يمثل عملية تكرارية وأن التقديرات الأولية مطلوبة في كل فئة فرعية لإجراء التحليل. ويوفر الشكل ٣-١-١ مخططا لتسلسل القرارات العامة المتعلقة بتحديد المستوى المنهجي الملائم للأراضي التي تبدأ وتنتهي بنفس الاستخدام في فترة الجرد. وينبغي استخدام مخطط تسلسل القرارات على مستوى الفئات الفرعية المبينة في الأقسام ٣-٢-١، و٣-٣-١، و٣-٤-١، و٣-٥-١، و٣-٦-١، و٣-٧-١. ويستخدم الشكل القسم ٣-٢-١ المعنون "الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية" كمثال. ويوفر الشكل ٣-١-٢ مخططا لتسلسل القرارات العامة لتحديد مستوى المنهجية الملائمة للأراضي التي تتغير استخداماتها أثناء فترة الجرد. ويستخدم هذا الشكل القسم ٣-٢-٢ المعنون "الأراضي المحولة إلى أراض حرجية" كمثال. وينبغي استخدام مخطط تسلسل القرارات على مستوى الفئات الفرعية المبينة في الأقسام ٣-٢-٢، و٣-٣-٢، و٣-٤-٢، و٣-٥-٢، و٣-٦-٢، و٣-٧-٢.

وتشير الاختصارات FF، GG، CC، WW، SS، OO المستخدمة في الشكل ٣-١-١ إلى فئات استخدام الأراضي التي لم تخضع لأي عمليات تحويل. وأما الاختصارات LF، LG، LC، LW، LS، LO الواردة في الشكل ٣-١-٢ فتشير إلى تحويل الأراضي إلى فئات استخدام الأراضي تلك:

FF = الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية	LF= الأراضي المحولة إلى أراض حرجية
GG = المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية	LG = الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية
CC = الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية	LC = الأراضي المحولة إلى أراض زراعية
WW = الأراضي الرطبة التي تظل أراض رطبة	LW = الأراضي المحولة إلى أراض رطبة
SS = المستوطنات التي تظل مستوطنات	LS = الأراضي المحولة إلى مستوطنات
OO = الأراضي الأخرى التي تظل أراض أخرى	LO = الأراضي المحولة إلى أراض أخرى

وقد استخدمت هذه الاختصارات في الفصل الثالث كحروف سفلية للرموز المستخدمة في المعادلات.

الشكل ٣-١-١ مخطط تسلسل قرارات تحديد مستوى الأسلوب الملائم للأراضي التي تظل في نفس فئة استخدام الأراضي (مثال للأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية، FF)



الملحوظة ١: لا يتعارض الاستخدام لمدة ٢٠ عاما كعتبة مع القيم الافتراضية الواردة في *المبادئ التوجيهية*. وقد تستخدم البلدان فترات مختلفة حسب ما تقتضيه الظروف الوطنية.

الملحوظة ٢: يوضح القسم الفرعي ٥-٤ (الاختيار المنهجي- تحديد الفئات الرئيسية) من الفصل الخامس مفهوم الفئات الرئيسية.

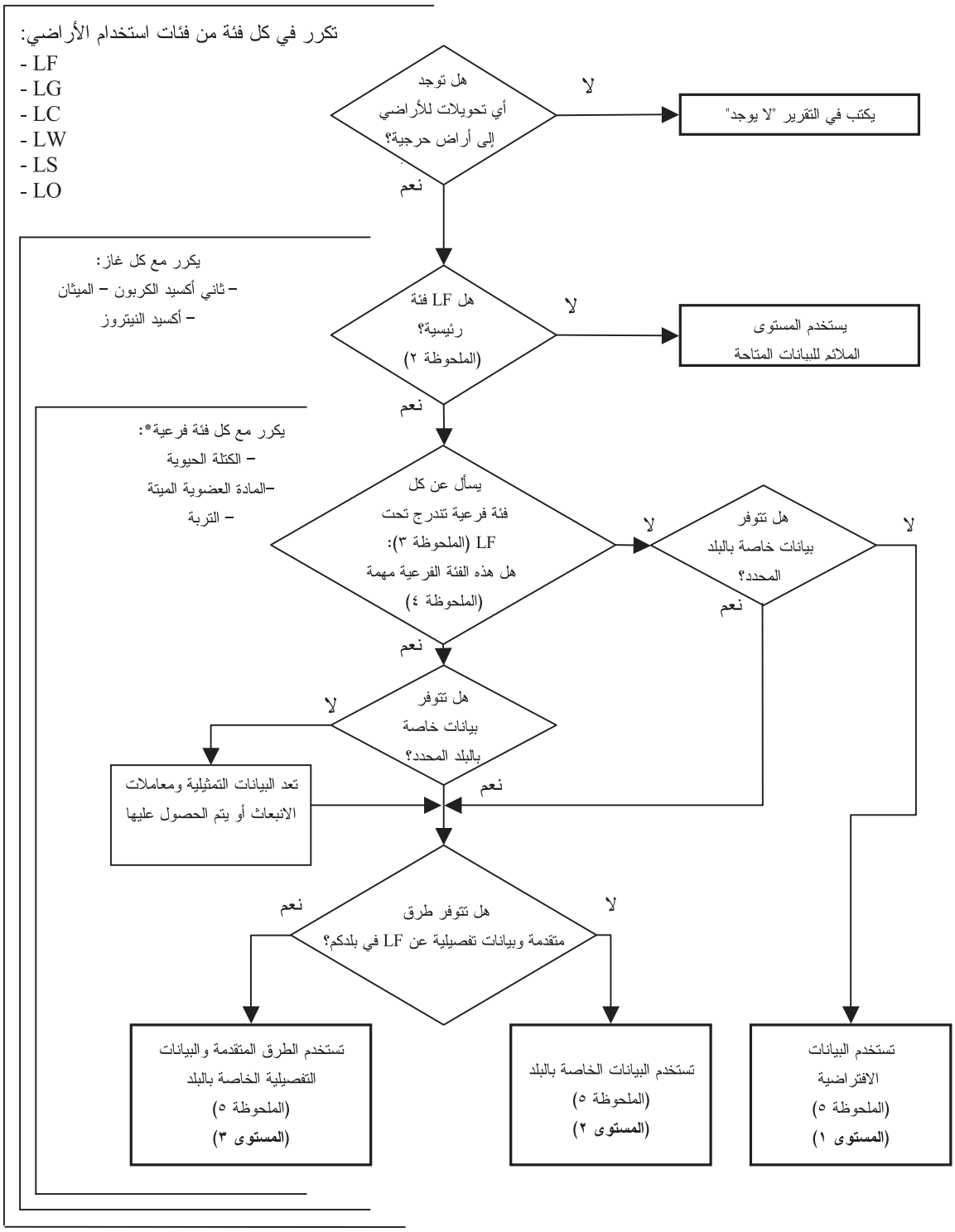
الملحوظة ٣: انظر الجدول ٣-١-٢ لمعرفة الخصائص التي تتسم بها الفئات الفرعية.

الملحوظة ٤: تعتبر الفئة الفرعية مهمة إذا كانت تمثل نسبة تتراوح بين ٢٥ و٣٠ في المائة من الانبعاثات/عمليات الإزالة في الفئة العامة.

الملحوظة ٥: انظر الإطار ٣-١-١ لمعرفة تعريف المستويات.

* إذا أبلغ البلد عن منتجات الخشب المقطوع كمستجمع منفصل، فينبغي التعامل معها كفئة فرعية.

الشكل ٣-١-٢ مخطط تسلسل قرارات تحديد مستوى الأسلوب الملائم للأراضي المحولة إلى فئة أخرى من فئات استخدام الأراضي (مثال للأراضي المحولة إلى أراض حرجية، FF)



الملحوظة ١: لا يتعارض الاستخدام لمدة ٢٠ عاما كعتبة مع القيم الافتراضية الواردة في *المبادئ التوجيهية*. وقد تستخدم البلدان فترات مختلفة حسب ما تقتضيه الظروف الوطنية.

الملحوظة ٢: يوضح القسم الفرعي ٥-٤ (الاختيار المنهجي– تحديد الفئات الرئيسية) من الفصل الخامس مفهوم الفئات الرئيسية.

الملحوظة ٣: انظر الجدول ٣-١-٢ لمعرفة الخصائص التي تتسم بها الفئات الفرعية.

الملحوظة ٤: تعتبر الفئة الفرعية مهمة إذا كانت تمثل نسبة تتراوح بين ٢٥ و٣٠ في المائة من الانبعاثات/عمليات الإزالة في الفئة العامة.

الملحوظة ٥: انظر الإطار ٣-١-١ لمعرفة تعريف المستويات.

* إذا أبلغ البلد عن منتجات خشبية مقطوعة كمستجمع منفصل، فينبغي التعامل معها كفئة فرعية.

الجدول ٣-١-٣ الفئات الفرعية المندرجة تحت قسم معين من أقسام استخدامات أراضي	
الغاز	**الفئة الفرعية**
ثاني أكسيد الكربون	الكتلة الحيوية الحية المادة العضوية الميتة التربة
أكسيد النيتروز	الحرائق معدنة المادة العضوية في التربة مدخلات النيتروجين زراعة التربة العضوية
الميثان	الحرائق

٣-١-٧ الإبلاغ

من *الممارسة السليمة* إجراء تقديرات للفئات الرئيسية في كل فئة من فئات استخدام الأراضي باستخدام الإرشادات الواردة في هذا الفصل وفي القسم ٥-٤ من الفصل الخامس:

- في إطار كل فئة من فئات استخدام الأراضي المحددة بأنها رئيسية لتقدير الفئات الفرعية المهمة؛
- استخدام نتائج هذا التحليل لتحديد الفئات الرئيسية والفرعية التي ينبغي أن يكون لها أولوية الاختيار المنهجي.

وتنقسم فئات الإبلاغ إلى غازات الدفيئة واستخدامات الأراضي، أي الأراضي التي تظل مستخدمة بنفس الطريقة والأراضي المحولة إلى ذلك الاستخدام. وتقديرات الفئات هي مجموعة من الفئات الفرعية الفردية. ويبين الجدول ٣-١-٣ الفئات الفرعية في كل فئة من فئات الإبلاغ. ويتضمن المرفق ٢ جداول الإبلاغ. وعند الجمع بين تقديرات الانبعاثات والمصارف في استخدامات الأراضي وتغيير استخدام الأرض والحراجة وبين العناصر الأخرى لقوائم الجرد الوطنية لغازات الدفيئة، لابد من الاتساق في استخدام الإشارتين (+/−). وفي جداول الإبلاغ النهائية، تكون الانبعاثات (النقص في رصيد الكربون وانبعاثات الغازات من غير ثاني أكسيد الكربون) دائما موجبة (+) وتكون الإزالة (الزيادة في رصيد الكربون) سالبة (−). ولحساب التقديرات الأولية، ينتهج هذا الفصل الأسلوب المتعارف عليه في الفصل الخامس من *المبادئ التوجيهية* والذي يجعل صافي الزيادة في رصيد الكربون موجبا (+) وصافي النقص سالبا (−). ومثلما في *المبادئ التوجيهية*، ينبغي تحويل إشارات تلك القيم في جداول الإبلاغ النهائية للحفاظ على اتساقها مع الأقسام الأخرى لبلاغات الجرد الوطنية.

الوحدات

يتم الإبلاغ عن وحدات انبعاثات/إزالة ثاني أكسيد الكربون وانبعاثات الغازات من غير ثاني أكسيد الكربون بالجيغا غرام. ولتحويل طن الكربون إلى جيغا غرام من ثاني أكسيد الكربون، تضرب القيمة في ٤٤/١٢ و $١٠^{-٣}$. ولتحويل كيلو غرام N_2O-N إلى جيغا غرام من أكسيد النيتروز، تضرب القيمة في ٤٤/٢٨ و $١٠^{-٦}$.

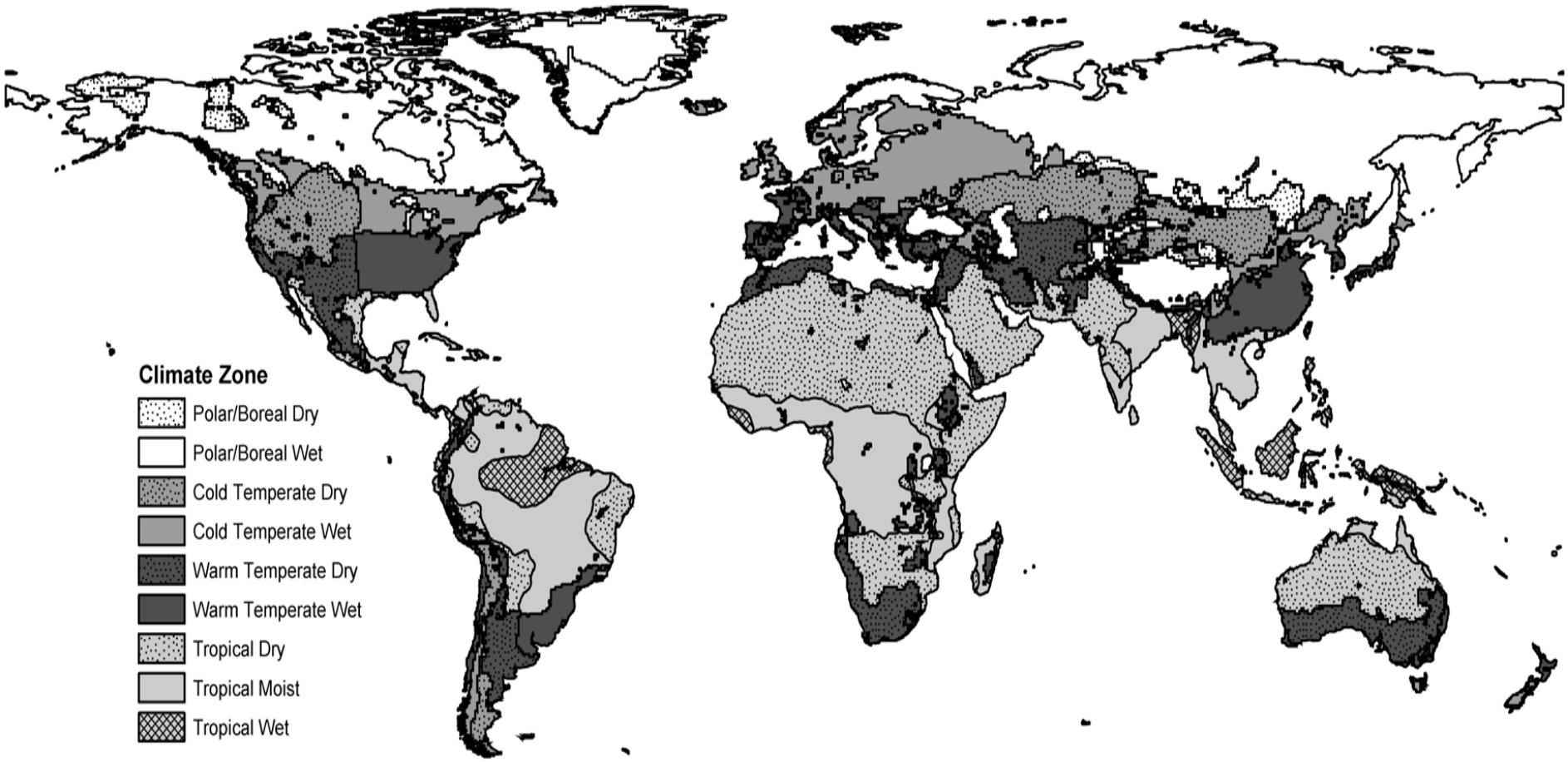
التحويل

لأغراض الإبلاغ التي تتماشى مع *المبادئ التوجيهية*، تستخدم دائما الإشارة السالبة (−) مع عمليات الإزالة (الامتصاص) بينما تستخدم الإشارة الموجبة (+) مع الانبعاثات.

٣-١-٨ المناطق المناخية العامة

يقدم هذا الفصل بعض القيم الافتراضية حسب المناطق المناخية. ويتضمن الشكل ٣-١-٣ الحدود العالمية لتلك المناطق. وبالمقارنة مع *المبادئ التوجيهية* فإن هذا الشكل يعتبر المناطق القطبية/الشمالية فئات إضافية.

الشكل ٣-١-٣ حدود المناطق المناخية الرئيسية، نقلا عن *المبادئ التوجيهية*. تحدد مناطق درجات الحرارة بالمتوسط السنوي لدرجات الحرارة: القطبية/الشمالية (المتوسط السنوي لدرجة الحرارة < صفر مئوي)، والمناطق المعتدلة الباردة (من صفر إلى ١٠ درجات مئوية)، والمعتدلة الدافئة (من ١٠ إلى ٢٠ درجة مئوية)، والمدارية (أعلى من ٢٠ درجة مئوية). وتحدد نظم الرطوبة للمناطق الشمالية والمعتدلة بنسبة المعدل المتوسط السنوي للتهطال إلى معدل التبخير والنتح الوضعي. ففي المناطق الجافة يكون متوسط التهطال السنوي/التبخير والنتح الوضعي < ١ ويكون التهطال السنوي/التبخير والنتح الوضعي في المناطق الرطبة> ١. وتحدد نظم الرطوبة في المناطق المدارية حسب معدل التهطال وحده حيث يكون معدل متوسط التهطال السنوي في المناطق الجافة < ٠٠٠ ١مم، ويتراوح معدل التهطال في المناطق الرطبة بين ٠٠٠ ١ و٠٠٠ ٢ مم، وفي المناطق المطيرة يكون معدل التهطال > ٠٠٠ ٢ مم. أخذت بيانات التهطال ودرجات الحرارة عن برنامج الأمم المتحدة للبيئة- قاعدة بيانات الموارد العالمية.



http://www.grid.unep.ch/data/grid/climate.php

3.2

٣-٢ الأراضي الحرجية

يقدم هذا القسم من *الإرشادات* طرقا لتقدير تغييرات رصيد الكربون وانبعاثات غازات الدفيئة وعمليات إزالتها المقترنة بالتغييرات في الكتلة الحيوية والكربون العضوي في تربة الأراضي الحرجية والأراضي المحولة إلى أراض حرجية. ويتفق هذا القسم مع النهج المتبع في *المبادئ التوجيهية المنقحة للفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ لعام ١٩٩٦ بشأن القوائم الوطنية لجرد غازات الدفيئة* (*المبادئ التوجيهية*) والذي يتم به حساب التغير السنوي في الكتلة الحيوية من الفرق بين نمو الكتلة الحيوية والمفقود منها.

وتتناول الإرشادات مستجمعات الكربون الخمسة المحددة في القسم ٣-١:

- تربط الإرشادات بين الكتلة الحيوية ومستجمعات الكربون في نفس مساحات الأراضي باستخدام طرق المستويات الأعلى؛
- تشمل انبعاثات الكربون التي تنطلق من الأراضي المدارة بسبب الفواقد الطبيعية الناجمة عن الحرائق والعواصف والآفات وتفشي الأمراض؛
- توفر طرقا لتقدير انبعاثات غازات الدفيئة غير ثاني أكسيد كربون؛
- ينبغي استعمالها جنبا إلى جنب مع النهج المتبعة في الحصول على بيانات متسقة عن مساحات الأراضي المبينة في الفصل الثاني.

وينقسم القسم ٣-٢ إلى جزأين. ويتناول الجزء الأول، وهو القسم ٣-٢-١، المنهجية المستخدمة في تقدير تغييرات رصيد الكربون في خمس مستجمعات في الأراضي الحرجية التي ظلت حرجية على الأقل على مدى العشرين عاما الماضية.[١] وأما الجزء الثاني، وهو القسم ٣-٢-٢، فيتناول التغييرات في رصيد الكربون في الأراضي المحولة منذ عهد قريب إلى أحراج. ويصف القسم ٣-٢-١ الأسلوب الذي ينبغي أن يستخدم به مخطط تسلسل القرارات المبين في الشكل ٣-١-١ في القسم ٣-١-٦ لتسهيل اختيار مستوى الأسلوب المتبع في تقدير مستجمعات الكربون والغازات غير ثاني أكسيد الكربون.

وكما جاء في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*، ينبغي ألا تعتبر الأحراج الطبيعية التي لا تتعرض لاضطرابات مصدرا أو مصرفا طبيعيا وينبغي استبعادها من تقدير قائمة الجرد الوطنية. ولذلك فإن هذا الفصل لا يوفر إرشادات إلا بشأن تقدير المصادر والمصارف البشرية لغازات الدفيئة في الأراضي الحرجية والإبلاغ عنها. ويتناول القسم ٣-١-٢-١ تعريف الغابة المدارة. وينبغي أن تستخدم التعاريف الوطنية بنفس الطريقة على مر الزمن، وأن تغطي كل الأحراج المعرضة لتدخلات بشرية دورية أو مستمرة، بما في ذلك كل مجموعة ممارسات الإدارة بدءا من الإنتاج التجاري للأخشاب وانتهاء بالأغراض غير التجارية.

وتتضمن *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* الفرضية الأساسية التي تقول بأن كل الكربون الموجود في الكتلة الحيوية المقطوعة يتأكسد في سنة الإزالة، ولكن هذه الفرضية تتسم بقدر من المرونة التي تجعلها تشمل رصيد الكربون في منتجات الأخشاب المقطوعة إذا أمكن إثبات أن الرصيد القائم آخذ في الزيادة. وتنظر الهيئة الفرعية للمنشورة العلمية والتكنولوجية أيضا في إدراج منتجات الأخشاب المقطوعة. وفي انتظار نتائج المفاوضات، فإننا نتناول بالمناقشة طرق تقدير منتجات الخشب المقطوع في قسم منفصل (التذييل ٣(أ)١) ويشير هذا إلى الوضع الحالي للتطورات المنهجية ولا يؤثر على المشورة التي تتضمنها *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*، أو يحكم مسبقا على نتائج المفاوضات المشار إليها.

---

[١] ينبغي تعقب الأراضي التي جرى تحويلها إلى استخدام آخر من استخدامات الأراضي في القسم الملائم طالما تتأثر ديناميات الكربون بالتحويل وديناميات المتابعة. ولا تتعارض مدة ٢٠ عاما مع *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*، ولكن طرق المستوى ٣ قد تستخدم فترات زمنية أطول بما يلائم الظروف الوطنية.

٣-٢-١ الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية

ينطوي جرد غازات الدفيئة في فئة "الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية" تقدير التغييرات في رصيد الكربون من خمس مستجمعات للكربون (أي الكتلة الحيوية الظاهرة، والكتلة الحيوية التحتية، والخشب الميت، والفرش الحرجي، والمادة العضوية في التربة)، فضلا عن انبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون من تلك المستجمعات. وتتضمن المعادلة ٣-٢-١ معادلة موجزة لتقدير الانبعاثات السنوية أو عمليات إزالتها في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية من حيث التغييرات في مستجمعات الكربون.

المعادلة ٣-٢-١

الانبعاثات أو الإزالة السنوية في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية

$$\Delta C_{FF} = (\Delta C_{FF_{LB}} + \Delta C_{FF_{DOM}} + \Delta C_{FF_{SOILS}})$$

حيث:

ΔC_{FF} = التغير السنوي في رصيد الكربون في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية؛ أطنان كربون/ سنة؛

$\Delta C_{FF_{LB}}$ = التغير السنوي في رصيد الكربون في الكتلة الحيوية الحية (تشمل الكتلة الحيوية الظاهرة والتحتية) في الأرض الحرجية التي تظل أرض حرجية؛ أطنان كربون/ سنة؛

$\Delta C_{FF_{DOM}}$ = التغير السنوي في رصيد الكربون في المادة العضوية الميتة (تشمل الخشب الميت والفرش الحرجي) في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية؛ أطنان كربون/ سنة؛

$\Delta C_{FF_{Soils}}$ = التغير السنوي في رصيد الكربون في تربة الأرض الحرجية التي تظل حرجية؛ أطنان كربون/ سنة.

ولتحويل أطنان الكربون إلى جيغا غرام ثاني أكسيد الكربون، تضرب القيمة في ٤٤/١٢ و$١٠^{-٣}$. ولمعرفة مصطلحات (الإشارات)، يمكن الرجوع إلى القسم ٣-١-٧ أو المرفق ٢ (جداول الإبلاغ وصحائف العمل).

٣-٢-١-١ تغير أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية

يحسب التغير في رصيد الكربون بضرب الزيادة والنقص في وزن الكتلة الحيوية المصرفة من المياه بالأفران في جزء الكربون الملائم. ويعرض هذا القسم طرق تقدير الزيادة والنقص في الكتلة الحيوية. وتشمل الزيادات نمو الكتلة الحيوية. وأما الفواقد فتشمل قطع الأخشاب وجمع خشب الوقود والفواقد الطبيعية.

٣-٢-١-١-١ القضايا المنهجية

٣-٢-١-١-١-١ اختيار الأسلوب

هناك أسلوبان عمليان لتقدير التغيرات في رصيد الكربون في الكتلة الحيوية.

الأسلوب ١: يتطلب هذا الأسلوب (الذي يسمى أيضا **الأسلوب الافتراضي**) طرح النقص في كربون الكتلة الحيوية من الزيادة في كربون الكتلة الحيوية أثناء سنة الإبلاغ (المعادلة ٣-٢-٢).

المعادلة ٣-٢-٢

التغير السنوي في رصيد الكربون في الكتلة الحيوية الحية في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية (الأسلوب الافتراضي)

$$\Delta C_{FF_{LB}} = (\Delta C_{FF_G} - \Delta C_{FF_L})$$

حيث:

$\Delta C_{FF_{LB}}$ = التغير السنوي في رصيد الكربون في الكتلة الحيوية الحية (تشمل الكتلة الحيوية الظاهرة والتحتية) في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية؛ أطنان كربون/ سنة؛

$(\Delta C_{FF_G}$ = الزيادة السنوية في رصيد الكربون بسبب نمو الكتلة الحيوية؛ أطنان كربون/ سنة؛

ΔC_{FF_L} النقص السنوي في رصيد الكربون بسبب فواقد الكتلة الحيوية؛ أطنان كربون/ سنة.

ويتطلب **الأسلوب ٢** (يسمى أيضا **أسلوب تغير الرصيد**) جرد رصيد كربون الكتلة الحيوية في منطقة حرجية معينة عند نقطتين زمنيتين. وتغير الكتلة الحيوية هو الفرق بين الكتلة الحيوية في الزمن t_2 والزمن t_1، مقسوما على عدد السنوات التي تفصل بين عمليات الجرد (المعادلة ٣-٢-٣).

المعادلة ٣-٢-٣

التغير السنوي في رصيد الكربون في الكتلة الحيوية الحية في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية (أسلوب تغير الرصيد)

$$\Delta C_{FF_{LB}} = (C_{t_2} - C_{t_1}) / (t_2 - t_1)$$

and

$$C = [V \bullet D \bullet BEF_2] \bullet (1 + R) \bullet CF$$

حيث:

$\Delta C_{FF_{LB}}$ = التغير السنوي في رصيد الكربون في الكتلة الحيوية الحية (تشمل الكتلة الحيوية الظاهرة والتحتية) في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية؛ أطنان كربون/ سنة؛

C_{t_2} = مجموع الكربون في الكتلة الحيوية في الزمن t_2، بأطنان الكربون؛

C_{t_1} = مجموع الكربون في الكتلة الحيوية في الزمن t_1، بأطنان الكربون؛

V = الحجم الذي يمكن بيعه، متر مكعب/هكتار؛

D = كثافة الخشب الأساسية، أطنان مادة جافة متر مكعب من الحجم القابل للبيع؛

BEF_2 = معامل توسع الكتلة الحيوية للتحويل من الحجم القابل للبيع إلى الكتلة الحيوية الشجرية الظاهرة، بدون أبعاد؛

R =نسبة الجذور إلى الأغصان، بدون أبعاد؛

CF = جزء الكربون في المادة الجافة (القيمة الافتراضية = ٠,٥)، أطنان كربون/(طن مادة جافة).

وينطبق الأسلوب الافتراضي على كل المستويات، بينما تستبعد بيانات أسلوب تغير الرصيد خيار تطبيق نهج المستوى الأول. ويوفر أسلوب تغير الرصيد عموما نتائج طيبة عندما تكون الزيادات أو الفواقد في الكتلة الحيوية كبيرة نسبيا، أو عندما تنفذ عمليات جرد بالغة الدقة للأحراج. على أنه في حالة الأحراج التي تضم مجموعات حرجية مختلطة و/أو عندما يكون تغير الكتلة الحيوية منخفضا للغاية مقارنة بمجموع مقدار الكتلة الحيوية، يكون من الخطر استعمال أسلوب تغير الرصيد حيث قد يكون خطأ الجرد أكبر من التغير المتوقع. وفي هذه الظروف، قد تفيد البيانات الإضافية في الوصول إلى نتائج أفضل. ولذلك فإن اختيار الأسلوب أو أسلوب تغير الرصيد على مستوى النهج الملائم هو مسألة تخضع لتقدير الخبراء وتراعى فيها نظم الجرد الوطنية والخصائص الحرجية.

ويستخدم الأسلوب الافتراضي المتبع في تقدير تغيرات الكتلة الحيوية الظاهرة والتحتية مجموعة من المعادلات التي تتطلب بيانات أنشطة عن مساحة مختلف فئات استخدام الأراضي وفقا لمختلف أنواع الأحراج أو نظم الإدارة، وما يقابلها من معاملات الانبعاث والإزالة، وعوامل تقدير فاقد الكتلة الحيوية. وتتوقف دقة التقدير على مستوى النهج الذي يقع عليه الاختيار لتقدير الكتلة الحيوية وعلى البيانات المتاحة.

ومن *الممارسة السليمة* اختيار المستوى عن طريق اتباع مخطط تسلسل القرارات المبين في الشكل ٣-١-١ لأن ذلك يزيد من كفاءة استخدام الموارد المتاحة مع مراعاة ما إن كانت الكتلة الحيوية في هذه الفئة تمثل فئة رئيسية كما هو مبين في القسم ٥-٤ من الفصل الخامس. وبصفة عامة فإن:

المستوى ١: يطبق أسلوب المستوى ١ في البلدان التي لا تكون فيها الفئة الفرعية (الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية أو مستجمع كربون الكتلة الحيوية) فئة رئيسية أو التي تقل أو تنعدم أو يتعذر الحصول فيها على بيانات الأنشطة ومعاملات الانبعاث/الإزالة الخاصة بالبلد.

المستوى ٢: يطبق أسلوب المستوى ٢ عندما تكون الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية أو عندما يكون كربون الكتلة الحيوية فئة رئيسية. وينبغي استخدام أسلوب المستوى ٢ في البلدان التي تتوافر فيها تقديرات لبيانات الأنشطة ومعاملات الانبعاث/الإزالة على المستوى القطري، أو عندما يمكن جمعها بتكاليف تتناسب مع التكاليف المطلوبة في فئات استخدامات الأراضي الأخرى.

المستوى ٣: يطبق أسلوب المستوى ٣ في الحالات التي تكون فيها الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية أو كربون الكتلة الحيوية فئة رئيسية. ويتطلب ذلك استخدام البيانات التفصيلية الوطنية المتعلقة بجرد الأحراج واستكمالها بنماذج دينامية أو معادلات ألومترية معايرة حسب الظروف الوطنية لتتيح الحساب المباشر للزيادة في الكتلة الحيوية. ويتيح نهج المستوى ٣ المتبع في تقدير تغير رصيد الكربون مجموعة من الطرق وقد يتفاوت تنفيذها من بلد إلى آخر بسبب الفروق في طرق الجرد وظروف الأحراج. ولذلك من الأساسي في أسلوب المستوى ٣ التوثيق السليم لصحة وشمولية البيانات والفرضيات والمعادلات والنماذج المستخدمة.

معادلات تقدير التغير في رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية ($\Delta C_{FF_{LB}}$) باستخدام الأسلوب الافتراضي

الزيادة السنوية في رصيد الكربون بسبب زيادة الكتلة الحيوية في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية (ΔC_{FF_G})

يتطلب تقدير الزيادة السنوية في رصيد الكربون بسبب زيادة الكتلة الحيوية في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية تقديرات للمساحة والزيادة السنوية في مجموع الكتلة الحيوية في كل نوع من الأحراج والمناطق المناخية في البلد المعني (المعادلة ٣-٢-٤). وتبلغ القيمة الافتراضية لجزء الكربون في الكتلة الحيوية ٠,٥ على الرغم من أن طرق المستويات الأعلى قد تسمح بتغيير هذه القيمة في مختلف الأنواع أو مختلف مكونات الأشجار أو المجموعات الحرجية (الساق والجذور والأوراق) أو حسب عمر المجموعة الحرجية.

المعادلة ٣-٢-٤

الزيادة السنوية في رصيد الكربون بسبب زيادة الكتلة الحيوية في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية

$$\Delta C_{FF_G} = \sum_{ij} (A_{ij} \bullet G_{TOTAL_{ij}}) \bullet CF$$

حيث:

ΔC_{FF_G} = الزيادة السنوية في رصيد الكربون بسبب زيادة الكتلة الحيوية في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية بحسب أنواع الأحراج والمناطق المناخية، أطنان كربون/ سنة؛

A_{ij} = مساحة الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية، بحسب نوع الحرج (i = ١ إلى n) والمناطق المناخية (j = ١ إلى m)، بالهكتار؛

$G_{TOTAL_{ij}}$ = متوسط معدل الزيادة السنوية في مجموع الكتلة الحيوية بوحدات المادة الجافة، حسب نوع الأحراج (i = ١ إلى n) والمناطق المناخية (j = ١ إلى m)، أطنان مادة جافة /هكتار/ سنة؛

CF= جزء الكربون في المادة الجافة (القيمة الافتراضية = ٠,٥)، أطنان كربون/(طن مادة جافة).

متوسط الزيادة السنوية في الكتلة الحيوية (G_{TOTAL})

متوسط الزيادة السنوية في الكتلة الحيوية هو توسع لمعدل الزيادة السنوية للكتلة الحيوية الظاهرة (G_w) كي تشمل الجزء التحتي منها، ويتضمن ذلك ضرب هذا المعدل بنسبة الكتلة الحيوية التحتية إلى الكتلة الحيوية الظاهرة (التي تسمى في كثير من الأحيان نسبة الجذور إلى الأغصان (R)) التي تنطبق على الزيادات. وقد يتحقق ذلك مباشرة في الحالات التي تتوفر فيها بيانات عن G_w مثلما في حالة الأحراج المتجددة طبيعيا أو الفئات الواسعة للمزارع. وفي الحالات التي لا تتوفر فيها بيانات عن G_w ، يمكن استخدام الزيادة في الحجم (I_v) مع معامل توسع الكتلة الحيوية لتحويل صافي الزيادة السنوية إلى الزيادة في الكتلة الحيوية الظاهرة. وتبين المعادلة ٣-٢-٥ هذه العلاقة:

المعادلة ٣-٢-٥

متوسط الزيادة السنوية في الكتلة الحيوية

$G_{TOTAL} = G_W \bullet (1 + R)$ **(ألف)** في حالة استخدام البيانات المتعلقة بالزيادة في الكتلة الحيوية الظاهرة (المادة الجافة) مباشرة، وإلا يقدر G_W باستخدام المعادلة باء أو معادلها.

$G_W = I_V \bullet D \bullet BEF_1$ **(باء)** في حالة استخدام صافي زيادة الحجم لتقدير G^w.

حيث:

G_{TOTAL} = متوسط الزيادة السنوية في الكتلة الحيوية الظاهرة والتحتية، أطنان مادة جافة /هكتار/ سنة؛

G_W = متوسط الزيادة السنوية في الكتلة الحيوية الظاهرة، مادة جافة هكتار/ سنة. الجدولان ٣ ١-٥، و٣- ١-٦ من المرفق ١؛

R = نسبة الجذور إلى الأغصان الملائمة للزيادات، بدون أبعاد. الجدول ٨ من المرفق ١؛

I_V = متوسط الزيادة السنوية الصافية في الحجم بما يناسب المعالجة الصناعية، متر مكعب مادة جافة هكتار/ سنة. الجدول ٧ في المرفق ١؛

D = كثافة الخشب الأساسية، أطنان مادة جافة متر$^{-3}$. الجدول ٩ في المرفق ١؛

BEF_1 = معامل توسع الكتلة الحيوية لتحويل صافي الزيادة السنوية (بما فيها اللحاء) إلى الزيادة في الكتلة الحيوية للأشجار، بدون أبعاد. الجدول ١٠ في المرفق ١.

وتتفاوت كثافة الخشب الأساسية ومعاملات توسع الكتلة الحيوية تبعا لنوع الغابة وعمرها وظروف النمو وكثافة المجموعة الحرجية والمناخ (Kramer, 1982; Brown, 1997; Lowe *et al*, 2000; Koehl, 2000). ويوفر الجدول ١٠ في المرفق ١ القيم الافتراضية لمعامل توسع الكتلة الحيوية بحسب نوع الغابة والمنطقة المناخية لاستعماله مع نطاقات الأقطار الأدنى. وتستخدم معاملات توسع الكتلة الحيوية كبدائل عن نسب التوسع الواردة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* المستخدمة في حساب الكتلة الحيوية غير القابلة للبيع (الفروع والأشجار الصغيرة، إلخ) التي تقطع أثناء تقطيع الأشجار وتترك لتتحلل.

ومن *الممارسة السليمة* في البلدان التي تطبق أسلوب المستوى ٢ استخدام قيم كثافة الخشب الأساسية ومعاملات توسع الكتلة الحيوية الخاصة ببلدان محددة وأنواع نباتية محددة، إن توافرت على المستوى الوطني.

وينبغي تقدير قيم كثافة الخشب الأساسية ومعاملات توسع الكتلة الحيوية على مستوى الأنواع النباتية في البلدان التي تطبق أسلوب المستوى ٣. وتتفاوت معاملات توسع الكتلة الحيوية المتعلقة بزيادة الكتلة الحيوية والحجم القائم والمحصول المحصود بتفاوت الأنواع أو المجموعات الحرجية. وفي أسلوب المستويين ٢ و٣، يتم تشجيع خبراء الجرد على وضع قيم لكثافة الخشب الأساسية ومعاملات توسع الكتلة الحيوية للرصيد القائم وزيادة الكتلة الحيوية والمحاصيل المحصودة على حدة في البلدان المحددة. وإذا استخدمت المعاملات والنهج الخاصة ببلدان محددة، فينبغي التحقق منها وتوثيقها بالشكل الملائم وفقا للمتطلبات العامة المبينة الفصل الخامس.

وبالنظر إلى الظروف الخاصة بكل بلد (e.g. Lehtonen *et al*, 2003; Smith *et al*, 2003) فقد يتم الجمع بين كثافة الخشب الأساسية ومعامل توسع الكتلة الحيوية في قيمة واحدة. وفي هذه الحالات، ينبغي تطبيق الإرشادات الواردة بشأن معاملات توسع الكتلة الحيوية وكثافة الخشب الأساسية على القيم الموحدة حسب الاقتضاء.

النقص السنوي في رصيد الكربون بسبب فاقد الكتلة الحيوية في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية (ΔC_{FF_L})

الفقد السنوي في الكتلة الحيوية هو حاصل جمع فواقد عمليات قطع الأخشاب المستديرة وجمع خشب الوقود وغير ذلك من الفواقد التجارية (المعادلة ٣-٢-٦):

المعادلة ٣-٢-٦

النقص السنوي في رصيد الكربون بسبب فاقد الكتلة الحيوية في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية

$$\Delta C_{FF_L} = L_{fellings} + L_{fuelwood} + L_{other\ losses}$$

حيث:

ΔC_{FF_L} = النقص السنوي في رصيد الكربون بسبب فواقد الكتلة الحيوية في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية، أطنان كربون/ سنة؛

$L_{fellings}$ = الكربون المفقود سنويا بسبب القطع التجاري، أطنان كربون/ سنة. (انظر المعادلة ٣-٢-٧)؛

$L_{fuelwood}$ = الكربون المفقود سنويا بسبب جمع خشب الوقود، أطنان كربون/ سنة. (انظر المعادلة ٣-٢-٨)؛

$L_{other\ losses}$ = فواقد الكربون الأخرى السنوية، أطنان كربون/ سنة. (انظر المعادلة ٣-٢-٩).

وترد معادلة تقدير الكربون المفقود سنويا بسبب عمليات القطع التجارية في المعادلة ٣-٢-٧:

المعادلة ٣-٢-٧

الكربون المفقود سنويا بسبب القطع التجاري

$$L_{fellings} = H \bullet D \bullet BEF_2 \bullet (1 - f_{BL}) \bullet CF$$

حيث:

$L_{fellings}$ = الكربون المفقود سنويا بسبب القطع التجاري، أطنان كربون/ سنة.

H = الحجم المستخلص سنويا من الأخشاب المستديرة، متر مكعب/سنة؛

D = كثافة الخشب الأساسية، أطنان مادة جافة متر^3؛ الجدول ٩ في المرفق ١؛

BEF_2 = معامل توسع الكتلة الحيوية لتحويل أحجام الخشب المستدير المستخلص إلى مجموع الكتلة الحيوية الظاهرة (بما فيها اللحاء)، بدون أبعاد، ؛ الجدول ١٠ في المرفق ١؛

f_{BL} = جزء الكتلة الحيوية المتروك ليتحلل في الغابة (المحول إلى مادة عضوية ميتة)؛

CF = جزء الكربون في المادة الجافة (القيمة الافتراضية = ٠,٥)، أطنان كربون/(طن مادة جافة).

وهناك خياران عند تطبيق هذه المعادلة:

'١' يعتبر مجموع الكتلة الحيوية المرتبط بحجم الخشب المستدير المستخلص انبعاثا مباشرا. وهذا هو الافتراض الأساسي ويعني ضمنا أنه ينبغي أن يكون f_{BL} صفرا. وينبغي استخدام هذا الافتراض ما لم تؤخذ في الاعتبار بشكل واضح التغيرات التي تطرأ على المادة العضوية الميتة، وهو ما يعني ضمنا استخدام مستويات أعلى في إطار القسم ٣-٢-١-٢ أدناه.

'٢' ينتقل جزء من الكتلة الحيوية إلى رصيد الخشب الميت. وفي هذه الحالة، ينبغي الحصول على fBL استنادا إلى تقديرات الخبراء أو البيانات العملية (المستوى ٢ أو ٣). ويتضمن الجدول ١١ في المرفق١ بيانات افتراضية عن fBL لاستخدامها في إطار المستوى ٢.

ويقدر الكربون المفقود بسبب جمع خشب الوقود باستخدام المعادلة ٣-٢-٨.

المعادلة ٣-٢-٨

الكربون المفقود سنويا بسبب جمع خشب الوقود

$$L_{fuelwood} = FG \bullet D \bullet BEF_2 \bullet CF$$

حيث:

$L_{fuelwood}$ = الكربون المفقود سنويا بسبب جمع خشب الوقود، أطنان كربون/ سنة؛

FG = الحجم السنوي لجمع خشب الوقود، متر مكعب/سنة؛

D = كثافة الخشب الأساسية، أطنان مادة جافة متر مكعب؛ الجدول ٣- ١-٩ في المرفق١؛

BEF_2 = معامل توسع الكتلة الحيوية لتحويل أحجام الخشب المستدير المستخلص إلى مجموع الكتلة الحيوية الظاهرة (بما فيها اللحاء)، بدون أبعاد، ؛ الجدول ٣- ١-١٠ في المرفق١؛

CF = جزء الكربون في المادة الجافة (القيمة الافتراضية = ٠,٥)، أطنان كربون/(طن مادة جافة).

وتشمل فواقد الكربون الأخرى في الأحراج المدارة الفواقد الناتجة عن الاضطرابات، من قبيل العواصف وتفشي الآفات أو اندلاع الحرائق. ويرد أدناه النهج العام المستخدم في تقدير مقدار الكربون المفقود بسبب هذه الاضطرابات. وفي الحالات المحددة التي تحدث فيها فواقد للكربون بسبب الحرائق التي تندلع في الأراضي الحرجية المدارة، بما في ذلك الحرائق البرية والحرائق التي تخضع للسيطرة، ينبغي استخدام هذا الأسلوب لتوفير مدخلات للمنهجية المستخدمة في القسم ٣-٢-١-٤ (انبعاثات غازات الدفيئة غير ثاني أكسيد الكربون) لتقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والغازات غير ثاني أكسيد الكربون المنطلقة من حرق الكتلة الحيوية.

ومن *الممارسة السليمة* الإبلاغ عن كل المساحات التي تتأثر بالاضطرابات، مثل الحرائق وتفشي الآفات، والعواصف التي تجتاح الأحراج المدارة بغض النظر عما إن كانت هذه الاضطرابات ناشئة عن أنشطة بشرية. وينبغي ألا تدرج الاضطرابات الطبيعية التي تحدث في الأحراج غير المدارة والتي لا تسفر عن تغيير في استخدام الأرض. وينبغي ألا تدرج ضمن الفواقد الناجمة عن الاضطرابات الأخرى فواقد الكتلة الحيوية التي تعد من قبيل القطع التجاري أو خشب الوقود.

ويتفاوت تأثير الاضطرابات على النظم الايكولوجية الحرجية تبعا لنوع وشدة الاضطراب، وظروف حدوثها (مثل الظروف الجوية) والخصائص التي يتسم بها النظام الايكولوجي. ويفترض الأسلوب العام المقترح في المعادلة ٣-٢-٩ تدمير الكتلة الحيوية الحرجية بالكامل في حالة حدوث اضطراب، وبذلك فإن المنهجية الافتراضية لا تعالج إلا اضطرابات "إحلال المجموعات الحرجية." وينبغي أن تقوم البلدان التي تقدم تقاريرها في إطار المستوى ٣ بالنظر في الاضطرابات الاحلالية وغير الاحلالية للمجموعات الحرجية.

المعادلة ٣-٢-٩

فواقد الكربون السنوية الأخرى

$$L_{other\ losses} = A_{disturbance} \bullet B_W \bullet (1 - f_{BL}) \bullet CF$$

حيث:

$L_{other\ losses}$ = فواقد الكربون السنوية الأخرى، أطنان كربون/سنة؛

$A_{disturbance}$ = المناطق الحرجية المتأثرة بالاضطرابات، هكتار/سنة؛

B_W = متوسط رصيد الكتلة الحيوية في المناطق الحرجية، أطنان مادة جافة/هكتار، الجداول ٢، و٣، و٤ في المرفق ١؛

f_{BL} = جزء الكتلة الحيوية المتروك ليتحلل في الغابة (المحول إلى مادة عضوية ميتة)، الجدول ١١ في المرفق ١؛

CF = جزء الكربون في المادة الجافة (القيمة الافتراضية = ٠,٥)، أطنان كربون/(طن مادة جافة).

المستوى ١: في إطار المستوى ١، يفترض أن الاضطرابات لا تؤثر إلا على الكتلة الحيوية الظاهرة، كما يفترض أن كل كربون الكتلة الحيوية الظاهرة يفقد في حال حدوث اضطراب، وبذلك فإن f_{BL} يساوي صفرا.

المستوى ٢: يتعين على البلدان التي تقدم تقاريرها في إطار المستويات الأعلى التي تأخذ في الحسبان انبعاثات/إزالة الانبعاثات من المستجمعات الحرجية، أن تميز بين نسبة الكتلة الحيوية المدمرة قبل الاضطراب وتتسبب في انطلاق انبعاثات غاز الدفيئة، والكتلة الحيوية التي تنتقل إلى مستجمعات المواد العضوية الميتة وتتحلل بعد ذلك.

المستوى ٣: ينبغي على البلدان التي تقدم تقاريرها في إطار المستوى ٣ أن تأخذ في الحسبان كل الاضطرابات المهمة، سواء الإحلالية أو غير الإحلالية للمجموعات الحرجية. وعند النظر في أثر الاضطرابات الإحلالية غير الحرجية، يجوز للبلدان أن تضيف حدا للمعادلة ٣-٢-٩ لتعديل نسبة الكتلة الحيوية السابقة للاضطراب والتي لا تتأثر بالاضطراب.

ملخص الخطوات اللازمة لتقدير التغير في رصيد الكربون في الكتلة الحيوية الحية ($\Delta C_{FF_{LB}}$) باستخدام الأسلوب الافتراضي

الخطوة الأولى: باستخدام الإرشادات الواردة في الفصل الثاني (نهج تمثيل مساحات الأراضي)، تصنف مساحة الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية (A) إلى الأنواع الحرجية في مختلف المناطق المناخية على النحو المطبق في البلد. وكنقطة مرجعية، يوفر الجدول ١ في المرفق ١ بيانات على المستوى الوطني بشأن المساحة الحرجية والتغير السنوي في المساحة الحرجية بحسب الإقليم والبلد كوسيلة للتحقق؛

الخطوة الثانية: يقدر متوسط الزيادة السنوية في الكتلة الحيوية (G_{TOTAL}) باستخدام المعادلة ٣-٢-٥. وتستخدم المعادلة ٣-٢-5-ألف إذا توفرت بيانات عن متوسط الزيادة السنوية في الكتلة الحيوية الظاهرة (G_W). وإذا لم تتوفر هذه البيانات، يتم تقدير G_W باستخدام المعادلة ٣-٢-٥-باء؛

الخطوة الثالثة: تقدر الزيادة السنوية في رصيد الكربون الناتجة عن زيادة الكتلة الحيوية (ΔC_{FF_G}) باستخدام المعادلة ٣-٢-٤؛

الخطوة الرابعة: يقدر الكربون المفقود سنويا بسبب القطع التجاري ($L_{W\ fellings}$) باستخدام المعادلة ٣-٢-٧؛

الخطوة الخامسة: يقدر الكربون المفقود سنويا بسبب جمع خشب الوقود($L_{W\ fuelwood}$) باستخدام المعادلة ٣-٢-٨؛

الخطوة السادسة: يقدر الكربون المفقود سنويا بسبب الفواقد الأخرى ($L_{other\ losses}$) باستخدام المعادلة ٣-٢-٩؛

الخطوة السابعة: من تقديرات الفواقد في الخطوات من الرابعة إلى السادسة، يقدر النقص السنوي في رصيد الكربون الناتج عن فقد الكتلة الحيوية (ΔC_{FF_L}) باستخدام المعادلة ٣-٢-٦؛

الخطوة الثامنة: يقدر التغير السنوي في رصيد الكربون في الكتلة الحيوية الحية ($\Delta C_{FF_{LB}}$) باستخدام المعادلة ٣-٢-٢.

٣-٢-١-١-١-٢ اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة

يتطلب الأسلوب ١ الزيادة السنوية في الكتلة الحيوية، وفقا لكل نوع حرجي وكل منطقة مناخية في البلد، بالإضافة إلى معاملات الانبعاث المرتبطة بفقد الكتلة الحيوية، بما في ذلك الفواقد الناتجة عن قطع الأخشاب وجمع خشب الوقود والفواقد الطبيعية.

الزيادة السنوية في الكتلة الحيوية

الزيادة السنوية في الكتلة الحيوية الظاهرة، G_w

المستوى ١: يستخدم أسلوب المستوى ١ القيم الافتراضية لمتوسط الزيادة السنوية في الكتلة الحيوية الظاهرة (G_w) الواردة في الجدولين ٥، و٦ في المرفق ١.

المستوى ٢: يستخدم أسلوب المستوى ٢ البيانات الخاصة بالبلد لحساب إجمالي متوسط الزيادة السنوية في الكتلة الحيوية (G_w). وترتبط البيانات الخاصة بالبلد في كثير من الأحيان بالأحجام القابلة للبيع (I_v) ويلزم الحصول على البيانات المتعلقة بمعامل توسع الكتلة الحيوية (BEF_1) وكثافة الخشب الأساسية (D) لتحويل البيانات المتاحة إلى G_w. ويوفر الجدول ٣- ١-٧ في المرفق ١ القيم الافتراضية للأحجام التي يمكن الاتجار بها (I_v) ويتضمن الجدولان ١٠ و٩ في المرفق ١ القيم الافتراضية لكل من BEF_1 و D على التوالي.

المستوى ٣: تتوفر في إطار أسلوب المستوى ٣ قائمة جرد تفصيلية للأحراج أو نظاما للرصد يتضمن على الأقل بيانات عن الحجم القائم، وتشمل أيضا، من الوجهة المثالية، بيانات عن الزيادة السنوية. وإذا توفرت الدوال الألومترية المناسبة للكتلة الحيوية فمن *الممارسة السليمة* استخدام تلك المعادلات مباشرة. ويمكن أيضا دمج جزء الكربون وكثافة الخشب الأساسية في تلك الدوال.

وينبغي استخدام قائمة الجرد التفصيلية المتعلقة بالأحراج لتوفير الظروف الأولية لرصيد الكربون في الأحراج في السنة التي يتم فيها إجراء جرد للأحراج. وعندما لا تقابل سنة الجرد فترة الالتزام، ينبغي استخدام متوسط الزيادة السنوية أو الزيادة المقدرة باستخدام النماذج (أي النموذج القادر على محاكاة الديناميات الحرجية).

ويمكن الجمع بين قوائم الجرد الدورية للأحراج وبين البيانات المتعلقة بعمليات الزراعة والقطع السنوية لتوفير استكمالات غير خطية للزيادة فيما بين سنوات الجرد.

الزيادة في الكتلة الحيوية التحتية

المستوى ١: يمكن أن تأخذ الزيادة في الكتلة الحيوية التحتية صفرا، باعتبارها فرضية أساسية متسقة مع *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*. وبدلا من ذلك فإن الجدول ٨ في المرفق ١ يتضمن القيم الافتراضية لنسب الجذور إلى الأغصان (R)التي يمكن استخدامها لتقدير الكتلة الحيوية التحتية.

المستوى ٢: ينبغي استخدام نسب الجذور إلى الأغصان المحددة على مستوى البلد لتقدير الكتلة الحيوية التحتية.

المستوى ٣: ينبغي استخدام نسب الجذور إلى الأغصان أو نماذج الزيادة المحددة على المستوى الوطني أو الإقليمي. ويفضل دمج الكتلة الحيوية التحتية في النماذج لحساب مجموع الزيادة في الكتلة الحيوية.

الفقد السنوي للكتلة الحيوية

تشير *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* إلى استخلاص الكتلة الحيوية (أي عمليات قطع الأخشاب التجارية، وعمليات الإزالة بغرض الحصول على خشب الوقود واستخدامات الخشب الأخرى، والفواقد الطبيعية) باعتبارها تمثل مجموع استهلاك الكتلة الحيوية الذي يفضي إلى إطلاق الكربون. وتبين المعادلة ٣-٢-٦ المكونات الثلاثة بدقة أكبر.

وبالإضافة إلى قطع الأخشاب الصناعية والجذوع المنشورة لأغراض تجارية وخشب الوقود المشار إليه على وجه التحديد، قد توجد أيضا أنواع أخرى من عمليات القطع غير التجارية، مثل الخشب المقطوع للاستهلاك الخاص. وقد لا تدرج هذه الكميات في الإحصائيات الرسمية وقد يلزم تقديرها من خلال الاستقصاءات.

عمليات قطع الأشجار

عند حساب الكربون المفقود بسبب القطع التجاري، يلزم تحديد معاملات الانبعاث/الإزالة التالية: الحجم المستخلص للخشب المستدير (H)، وكثافة الخشب الأساسية (D)، وجزء الكتلة الحيوية المتروك ليتحلل في الغابة (f_{BL}).

وفي الحالات التي يمكن فيها فصل البيانات، ينبغي عدم حساب بيانات القطع من الأراضي الحرجية التي يجري تحويلها إلى استخدام آخر من استخدامات الأراضي حيث إن ذلك سيفضي إلى ازدواجية في الحساب. ولا يرجح أن تتيح الإحصائيات المتعلقة بعمليات القطع هذا الفصل بين البيانات المتعلقة بالأراضي التي يحدث فيها القطع، وعليه ينبغي أن يطرح من مجموع عمليات القطع مقدارا مشابها للكتلة الحيوية المفقودة من الأراضي المحولة من الاستخدام الحرجي.

وينشر استخلاص الخشب المستدير في *نشرة الأخشاب* الصادرة عن لجنة الأمم المتحدة الاقتصادية لأوروبا/منظمة الأغذية والزراعة، وفي *حولية منتجات الأحراج* لمنظمة الأغذية والزراعة. وتستند الحولية في المقام الأول إلى البيانات المقدمة من البلدان. وفي حالة عدم وجود بيانات رسمية، توفر منظمة الأغذية والزراعة تقديرا على أساس المعلومات الأساسية المتاحة. وتنشر الحولية في العادة بفاصل زمني مدته سنتان.

المستوى ١: يمكن استعمال بيانات منظمة الأغذية والزراعة باعتبارها تمثل البيانات الافتراضية للمستوى ١ بشأن الحجم المستخلص للخشب المستدير في المعادلة ٣-٢-٧. وتشمل بيانات الخشب المستدير كل الخشب المزال من الأحراج التي يتم الإبلاغ عنها بالأمتار المكعبة من تحت اللحاء. ويلزم تحويل البيانات تحت القشرية إلى بيانات فوق قشرية لاستخدامها مع BEF_2. وفي معظم أنواع الأشجار، يشكل اللحاء نسبة تتراوح بين ١٠ و٢٠ في المائة من حجم الساق فوق اللحاء. وما لم تتوفر بيانات خاصة بالبلد، ينبغي استخدام نسبة ١٥ في المائة كقيمة افتراضية ويمكن تقدير الحجم فوق اللحاء الذي يحدده منظمة الأغذية والزراعة عن طريق قسمة الحجم تحت اللحاء على ٠,٨٥ قبل استخدام القيم الواردة في المعادلة ٣-٢-٧.ومن *الممارسة السليمة* التحقق من جودة البيانات واستكمالها واستيفائها واختبارها استنادا إلى أي بيانات إضافية يتم الحصول عليها من الاستقصاءات الوطنية أو الإقليمية.

المستوى ٢: ينبغي استخدام البيانات الخاصة بالبلد.

المستوى ٣: ينبغي استخدام بيانات الإزالة المأخوذة من مختلف فئات الأحراج على مستوى التحليل المقابل للنموذج الحرجي المستخدم في أسلوب المستوى ٣. وينبغي استخدام المعلومات عن ديناميات تحلل الخشب الميت في البلد المحدد لوصف التطور الزمني للكتلة الحيوية غير المقطوعة إن كانت هذه المعلومات معروفة.

جمع خشب الوقود

تتطلب تقديرات فواقد الكربون الناجمة عن جمع خشب الوقود إلى بيانات عن الحجم السنوي لخشب الوقود الذي يتم جمعه (FG) وكثافة الخشب الأساسية (D) ومعامل توسع الكتلة الحيوية (BEF_2) لتحويل أحجام الخشب المستدير الذي يتم جمعه إلى مجموع الكتلة الحيوية الظاهرة.

ويتراوح أسلوب استخلاص خشب الوقود في مختلف البلدان من قطع الأشجار إلى جمع الخشب الميت (الذي يمثل في كثير من الأحيان جزءا من f_{BL} في المعادلة ٣-٢-٧). ويتطلب ذلك تطبيق مختلف النهج عند حساب FG، حيث ينبغي معاملة قطع الأشجار لاستخدامها كخشب للوقود كفقد للكربون بسبب عمليات القطع. ولا تتضمن معادلة جمع خشب الوقود، مقارنة بمعادلة القطع التجاري، قيمة متغيرة للجزء المتروك ليتحلل، حيث يفترض أنه يرجح إزالة نسبة أكبر من الأشجار من الغابة. ومن ناحية أخرى، ينبغي عدم توسيع جمع خشب الوقود من أرضية الغابة لأن ذلك يمثل خفضا في حجم الخشب الميت مساويا للمقدار المستخلص. ويفترض في المستويات الأدنى أن هذا لا يؤثر على حجم الخشب الميت (انظر المعادلة ٣-٢-١-٢).

ولا يتناول هذا القسم سوى جمع خشب الوقود في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية. وفي الأقسام التي تتناول الأراضي المحولة إلى أراض زراعية ومروج طبيعية، إلخ، يتم توضيح كيفية معاملة خشب الوقود المستخدم خارج الموقع نتيجة تحويل استخدام الأرض، والتعويض عنه في إحصائيات خشب الوقود.

المستوى ١: توفر منظمة الأغذية والزراعة إحصائيات عن خشب الوقود وبيانات عن استهلاك الفحم في كل البلدان. وهكذا يمكن عند تطبيق أسلوب المستوى ١ أن تستخدم مباشرة إحصائيات منظمة الأغذية والزراعة، ولكن ينبغي التحقق من شموليتها لأن بيانات المنظمة في بعض الحالات قد تشير إلى أنشطة محددة في أحراج معينة وليس إلى مجموع خشب الوقود. وإذا توفرت معلومات مستوفاة على

المستوى الوطني فينبغي استخدامها. ومن *الممارسة السليمة* تحديد المصدر الوطني الذي تستمد منه المنظمة معلوماتها، مثل وزارة الأحراج أو وزارة الزراعة أو أي منظمة إحصائية. ومن *الممارسة السليمة* أيضا أن تفصل المعلومات المتعلقة بجمع خشب الوقود عن المعلومات المتعلقة بالأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية أو المعلومات المتعلقة بتحويل الأراضي إلى استخدامات أخرى.

المستوى ٢: ينبغي أن تستخدم البيانات الخاصة بكل بلد، إن وجدت. و*الممارسة السليمة* التحقق من بيانات منظمة الأغذية والزراعة وتكميلها اعتمادا على الكثير من الاستقصاءات والدراسات الوطنية. وإضافة إلى ذلك، من *الممارسة السليمة* إجراء بضع دراسات استقصائية إقليمية عن استهلاك خشب الوقود من أجل التثبت من مصدر البيانات الوطنية أو مصدر بيانات منظمة الأغذية والزراعة. ويمكن تقدير إجمالي استهلاك خشب الوقود على المستوى الوطني عن طريق إجراء استقصاءات على المستوى الإقليمي للأسر الريفية والحضرية على مختلف مستويات الدخل وفي مختلف الصناعات والمنشآت.

المستوى ٣: ينبغي استخدام بيانات قطع خشب الوقود التي يتم الحصول عليها من الدراسات الوطنية حسب درجة الدقة المطلوبة لنموذج المستوى ٣، بما في ذلك عمليات القطع غير التجارية.

وينبغي توليد البيانات المتعلقة بعمليات جمع خشب الوقود التقليدية، فضلا عن قطع خشب الوقود التجاري من مصادر الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية على المستوى الإقليمي أو المستوى التفصيلي من خلال الاستقصاءات. ويتوقف استهلاك خشب الوقود على دخل الأسرة. وهكذا، قد يكون من الممكن وضع نماذج لتقدير استهلاك خشب الوقود. وينبغي إجراء دراسة واضحة لمصدر خشب الوقود لتفادي ازدواجية في الحساب بين خشب الوقود من الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية والأراضي المحولة إلى استخدامات أخرى.

وينبغي على البلد الذي يستخدم المستوى ٣ أن ينتهج أسلوب منهجي في تقدير استهلاك خشب الوقود جنبا إلى جنب مع المصادر من خلال استقصاء الأسر والصناعات والمنشآت. ويمكن إجراء الاستقصاء في مختلف المناطق المناخية والاجتماعية–الاقتصادية المتجانسة عن طريق تطبيق إجراء إحصائي (انظر القسم ٥–٣ المتعلق بأخذ العينات في الفصل الخامس). ويرجح أن يختلف استهلاك خشب الوقود في المناطق الريفية والحضرية وأثناء مختلف مواسم السنة. وهكذا، ينبغي إجراء الدراسة بشكل منفصل في المناطق الريفية والحضرية في مختلف المواسم. ويمكن وضع نماذج لاستهلاك خشب الوقود باستخدام الدخل ومستوى التحضر، وما إلى ذلك.

وإذا كانت بيانات استهلاك خشب الوقود في شكل بيانات متعلقة بالخشب التجاري ولا تعبر إلا عن الخشب القابل للبيع، فينبغي تحويلها إلى كل الكتلة الحيوية للمجموعة الحرجية.

الفواقد الأخرى

يتطلب تقدير فواقد الكربون الأخرى بيانات عن المساحات المتأثرة بالاضطرابات ($A_{disturbance}$) ومتوسط رصيد الكتلة الحيوية في المناطق الحرجية (B_W) وجزء الكتلة الحيوية المتروك ليتحلل في الغابة (f_{BL}).

ومن *الممارسة السليمة* الإبلاغ عن كل المساحات المتأثرة بالاضطرابات، مثل الحرائق والآفات وتفشي الأمراض والعواصف التي تجتاح الأراضي الحرجية المدارة بغض النظر عما إن كانت هذه الاضطرابات ناشئة بسبب أنشطة بشرية. على أنه لا ينبغي الإبلاغ عن الاضطرابات الطبيعية التي تقع في الأحراج غير المدارة والتي لا ينجم عنها تغيير استخدام الأراضي. وتبعا لشدة الاضطرابات، تؤثر الحرائق والعواصف والآفات والأمراض على نسبة متغيرة من أشجار المجموعة الحرجية. ومن *الممارسة السليمة* تصنيف المساحة المتأثرة قدر المستطاع وفقا لطبيعة وشدة الاضطرابات. وينبغي ألا تدرج فواقد الكتلة الحيوية الناتجة عن القطع التجاري أو خشب الوقود ضمن الفواقد الناجمة عن الاضطرابات الأخرى.

المستوى ١: يتم في أسلوب المستوى ١ الحصول على البيانات المتعلقة بمساحة الاضطراب في السنة الفعلية. وهناك بعض البيانات الدولية المتاحة عن الاضطرابات (انظر أدناه) ولكن المعلومات الافتراضية محدودة بشكل عام ويلزم إجراء تقدير وطني باستخدام البيانات المتاحة على المستوى المحلي بعد وقوع الاضطراب لتحديد المساحة المتأثرة. وقد يكون من الممكن أيضا استخدام بيانات الاستقصاء الجوي.

وفي حالة نشوب الحرائق، تنطلق انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وغازات غير ثاني أكسيد الكربون من الوقود المحترق (تشمل الكتلة الحيوية القائمة الطبقة التحتية، والنباتات المقطوعة، والخشب الميت، والفرش الحرجي). وقد يستهلك الحريق نسبة كبيرة من النباتات التي تنمو في الطبقة التحتية. انظر القسم ٣-٢-١-٤ لمعرفة المنهجية المتبعة في تقدير انبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون المنطلقة من الحرائق، والمعادلة ٣-٢-٩ لحساب انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المنطلقة من الحرائق.

ويتضمن المرفق ١ عدة جداول لاستخدامها مع المعادلة ٣-٢-٩.

- ويعرض الجدول ١٢ من المرفق ١ القيم الافتراضية لمعامل الاحتراق ($1- f_{BL}$) إذا توافرت في البلد بيانات جيدة عن الحجم القائم للكتلة الحيوية، وفي هذه الحالة يستخدم الجزء المفقود من الكتلة الحيوية؛
- ويوفر الجدول١٣ من المرفق ١ القيم الافتراضية لاستهلاك الكتلة الحيوية لتكون [$B_W \bullet (1- f_{BL})$] إذا لم توجد بيانات جيدة عن الحجم القائم للكتلة الحيوية؛
- ويوفر الجدول ١٤ من المرفق ١ القيم الافتراضية لكفاءة الاحتراق في الحالات التي تستخدم فيها الحرائق كوسيلة لتغيير استخدام الأرض.

المستوى ٢: في إطار أسلوب المستوى ٢، تؤخذ في الحسبان تغيرات الحجم القائم للكتلة الحيوية الناتجة عن الاضطرابات الرئيسية بحسب الفئات الحرجية ونوع الاضطراب وشدته. ويتم الحصول على متوسط أحجام الكتلة الحيوية من البيانات الوطنية.

المستوى ٣: يدرج تقدير معدل النمو باستخدام قائمتي الجرد والبيانات المتعلقة بفقد الكتلة الحيوية نتيجة الاضطرابات التي تحدث فيما بين فترات الجرد. وإذا كانت سنة الجرد غير معلومة، تكون النتيجة خفضا في متوسط معدل النمو أثناء تلك الفترة. وإذا حدثت الاضطرابات بعد آخر جرد، فسيتعين حساب الفواقد مثلما في أسلوب المستوى ٢.

ويمكن الاطلاع على قاعدة بيانات عن معدل وأثر الاضطرابات الطبيعية بحسب النوع في كل البلدان الأوروبية (Schelhaas *et al.*, 2001) على هذا الموقع: http://www.efi.fi/projects/dfde

ويمكن الاطلاع على قاعدة بيانات برنامج الأمم المتحدة للبيئة المتعلقة بالمساحة العالمية المحروقة على هذا الموقع:

http://www.grid.unep.ch/activities/earlywarning/preview/ims/gba/

على أنه ينبغي ملاحظة أن قاعدة بيانات برنامج الأمم المتحدة للبيئة لا تسري إلا على سنة ٢٠٠٠. وفي كثير من البلدان تكون التغيرات في المساحة المحروقة كبيرة فيما بين السنوات، ولذلك فإن هذه الأرقام لن توفر متوسطا إرشاديا.

٣-٢-١-١-١-٣ اختيار بيانات الأنشطة

مساحة الأرض الحرجية المدارة

تتطلب جميع المستويات معلومات عن مساحات الأراضي الحرجية المدارة.

المستوى١: يستخدم أسلوب المستوى ١ بيانات مساحة الأحراج التي يمكن الحصول عليها من الإحصائيات الوطنية، ومن الدوائر المعنية بالأحراج (التي قد تتوفر لديها معلومات عن مساحات الأراضي التي تخضع لمختلف ممارسات الإدارة)، ووكالات الصون (وبخاصة المساحات التي تخضع للإدارة من أجل التجديد الطبيعي)، والبلديات، ووكالات المسح ورسم الخرائط. وينبغي إجراء مقارنات لكفالة شمولية واتساق التمثيل من أجل تفادي السهو أو ازدواجية في الحساب كما هو محدد في الفصل الثاني. وإذا لم تتوفر بيانات قطرية، يمكن الحصول على معلومات مجملة من مصادر البيانات الدولية (منظمة الأغذية والزراعة، ١٩٩٥؛ منظمة الأغذية والزراعة، ٢٠٠١؛ تقييم موارد الأحراج المعتدلة والشمالية، ٢٠٠٠). ومن *الممارسة السليمة* التحقق من بيانات منظمة الأغذية والزراعة والتثبت منها استيفائها باستخدام المصادر الوطنية.

المستوى ٢: يستخدم أسلوب المستوى ٢ مجموعات البيانات المحددة على مستوى البلد بدرجة من الدقة تكفل التمثيل الملائم لمساحات الأراضي بما يتماشى مع أحكام الفصل الثاني من هذا التقرير.

المستوى ٣: يستخدم أسلوب المستوى ٣ البيانات الوطنية المستمدة من مختلف المصادر بشأن الأراضي الحرجية المدارة، وبخاصة القوائم الوطنية لجرد الأحراج، أو سجلات استخدام الأراضي وتغييرات استخدام الأراضي، أو الاستشعار من بعد. ويتوقع أن تغطي هذه البيانات كل الأراضي المحولة إلى أراض حرجية، وأن تتضمن معلومات مفصلة حسب أنواع المناخ والتربة والنبات.

٣-٢-١-١-١-٤ تقدير عدم التيقن

يبحث هذا القسم أوجه عدم التيقن المرتبطة بالمصادر المحددة ذات الصلة بتقديرات جرد الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية. ويتطلب تقدير القيم الخاصة بالبلدو/أو القيم التفصيلية الحصول على معلومات عن أوجه عدم التيقن تتسم بدقة أكبر مما هو وارد أدناه. ويوفر القسم ٥-٣ المتعلق بأخذ العينات في الفصل الخامس معلومات عن أوجه عدم التيقن المقترنة بالدراسات القائمة على العينات.

معاملات الانبعاث والإزالة

تقل أوجه عدم التيقن المقترنة بكثافة الخشب الأساسية لأشجار الصنوبر والتنوب والغوش (وهي في الأغلب الأعم من السيقان) عن ٢٠ في المائة حسب دراسات هاكيلا (Hakkila, 1968, 1979) في فنلندا. وينبغي أن تقل التغيرات بين المجموعات الحرجية الغابية عن التغيرات بين الأشجار أو تكون مثلها على الأكثر. وتشير النتائج إلى أن نسبة عدم التيقن الشامل المرتبط بقيم كثافة الخشب الأساسية في بلدان بعينها ينبغي أن تكون ٣٠ في المائة تقريبا.

وقام ليتونين وآخرون (Lehtonen *et al,* 2003.) بتحليل معاملات توسع الكتلة الحيوية على مستوى المجموعات الحرجية في الأحراج التي يغلب عليها الصنوبر والتنوب والغوش في فنلندة. وبلغت نسبة عدم التيقن في التقديرات نحو ١٠ في المائة. وقد أجريت الدراسة في الأغلب الأعم على الأحراج المدارة، وهكذا فإنها تقل مرتين تقريبا عن التغير بين أحراج المنطقة الشمالية. وبناء على ما سبق، كما هو محدد وفقا لتقديرات الخبراء، ينبغي أن تكون نسبة عدم التيقن الشامل المرتبط بمعاملات الانبعاث ٣٠ في المائة. ويرجح أن يبلغ عدم التيقن المرتبط بنسبة الجذور إلى الأغصان ٣٠ في المائة أيضا.

ويرتبط مصدر عدم التيقن الرئيسي عند استخدام كثافة الخشب ومعاملات الانبعاث الافتراضية بمدى انطباق تلك البارامترات على الأعمار المتنوعة وهياكل تكوين مجموعات حرجية محددة. ولتقليل عدم التيقن المقترن بهذه المسألة، يتم تشجيع البلدان على وضع معاملات انبعاث خاصة بها أو تقاسم الخبرة الإقليمية بشأن القيم المشتقة للمجموعات الحرجية التي تلائم ظروف تلك البلدان. وفي حالة عدم توفر قيم قطرية أو إقليمية، ينبغي التحقق من مصادر معاملات الانبعاث والإزالة الافتراضية وينبغي بحث مدى تطابقها مع الظروف المحددة في البلد. وينبغي بذل جهود لتطبيق القيم الافتراضية التي تحقق أعلى درجة تطابق مع التكوين الحرجي والظروف المناخية وظروف النمو في بلد معين.

ويقدم فيوكيلا وفالياهو((Vuokila and Väliaho (1980) قيما للزيادة في أحراج الصنوبر والتنوب المتجددة اصطناعيا في فنلندا، وهي قيم تتفاوت بنسبة ٥٠ في المائة عن المتوسط. وتشمل أسباب التفاوت المناخ وظروف النمو في الموقع وخصوبة التربة. وبالنظر إلى أن المجموعات الحرجية المتجددة اصطناعيا والخاضعة للإدارة تكون أقل تقلبا من الأحراج الشمالية الطبيعية، يتوقع أن تزيد التغيرات العامة للقيم الافتراضية للزيادة في هذه المنطقة المناخية بمقدار الضعف. واستنادا إلى التنوع البيولوجي الأعلى في الأحراج المعتدلة والمدارية، يمكن توقع أن تزيد قيمة الزيادة الافتراضية بمقدر الضعف أو الضعفين. وتقترن أهم طرق تحسين دقة التقديرات بتطبيق الزيادة القطرية أو الإقليمية المصنفة بحسب نوع الحرج. وإذا استخدمت القيم الافتراضية للزيادة، يتوقع تسجيل وتوثيق درجة عدم التيقن في التقديرات بوضوح.

وتعد البيانات المتعلقة بعمليات القطع التجارية دقيقة نسبيا. ولذلك فإن عدم التيقن المقترن بها يقل عن ٣٠ في المائة. على أن البيانات المتعلقة بمجموع عمليات القطع قد تكون ناقصة بسبب عمليات القطع غير القانونية و (أو) نقص الإبلاغ بسبب أنظمة الضرائب. ولا يرجح أن تتضمن الإحصائيات بيانات عن الأخشاب التي تستخدم مباشرة بدون بيعها أو معالجتها على يد أشخاص آخرين غير الشخص الذي يحصل عليها من الغابة. ومع ذلك، لابد من ملاحظة أن عمليات القطع غير القانونية ونقص الإبلاغ في

معظم الحالات يشكل جزءا ثانويا من أرصدة الكربون من الأحراج، ومن ثم ينبغي ألا يؤثر ذلك كثيرا على التقديرات العامة وما يقترن بها من أوجه عدم التيقن. ويتفاوت مقدار الخشب المزال من الأحراج في أعقاب هبوب العواصف وتفشي الآفات تفاوتا كبيرا من حيث الوقت والحجم. ولا يمكن توفير بيانات افتراضية عن هذا النوع من الفواقد. ويمكن للخبراء تقدير عدم التيقن المقترن بهذه الفواقد استنادا إلى مقدار الخشب التالف المأخوذ مباشرة من الحرج (إن وجد) أو على أساس البيانات المتعلقة بالخشب التالف المستخدم بعد ذلك في الأغراض التجارية وفي غيرها من الأغراض.

وإذا تم التعامل مع جمع خشب الوقود بشكل منفصل عن عمليات القطع فقد ترتفع درجة عدم التيقن ذات الصلة. وتوفر مصادر البيانات الدولية تقديرات لعدم التيقن يمكن استخدامها جنبا إلى جنب مع البيانات الملائمة المتعلقة بخشب الوقود. ويمكن الحصول على تقديرات عدم التيقن المقترن بالبيانات الوطنية المتعلقة بجمع خشب الوقود من الدوائر المعنية بالأحراج المحلية أو الوكالات الإحصائية أو يمكن تقديرها باستخدام تقديرات الخبراء.

بيانات الأنشطة

ينبغي الحصول على البيانات المتعلقة بالمساحة باستخدام الطرق المبينة في الفصل الثاني. وتتراوح أوجه عدم التيقن بين ١ و١٥ في المائة في ١٦ بلد أوروبي (Laitat *et al.*, 2000). ويبلغ عدم التيقن المرتبط بطرق الاستشعار من بعد ± ١٠–١٥ في المائة. ويزداد عدم التيقن في الوحدات الفرعية إلا إذا تمت زيادة عدد العينات. فإذا تركنا كل الأمور الأخرى ثابتة، واعتمدنا على توزيع منتظم للعينات، فإن عدد نقاط العينات في مساحة تبلغ عشر مجموع المساحة الإجمالية الوطنية هو عشر عدد نقاط العينات الكلي، وهكذا سترتفع درجة عدم التيقن في هذه المساحة الجزئية بنحو الجذر التربيعي للرقم ١٠ أو ٣,١٦ تقريبا. وفي حالة عدم توفر بيانات وطنية عن مساحة الأراضي الحرجية، ينبغي أن يشير القائمون بإعداد الجرد إلى مصادر البيانات الدولية وأن يستخدموا تقديرات عدم التيقن التي يقومون بإعدادها.

٣–٢–١–٢ التغير في رصيد كربون المادة العضوية الميتة

يتناول هذا القسم بالتفصيل *الممارسات السليمة* في تقدير تغيير رصيد الكربون المرتبط بمستجمعات المادة العضوية الميتة. وتفترض *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* أن تغييرات رصيد الكربون في تلك المستجمعات ليست كبيرة ويمكن افتراض أنها تساوي صفرا، أي أن المدخلات توازن الفواقد بحيث إن صافي التغير في رصيد كربون المادة العضوية الميتة يكون صفرا. على أن *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* تقول بأنه ينبغي النظر في المادة العضوية الميتة عند بحث طرق الجرد في المستقبل لأن كمية الكربون في المادة العضوية الميتة تمثل خزانا مهما في كثير من أحراج العالم. ويلاحظ أن مستجمعات المادة العضوية الميتة لا ينبغي تقديرها إلا في حالة اختيار أسلوب المستوى ٢ أو المستوى ٣.

ونقدم هنا إرشادات منفصلة بشأن نوعين من مستجمعات المادة العضوية الميتة،هما (١) الخشب الميت، و(٢) الفرش الحرجي. ويوفر الجدول ٣–١–٢ الوارد في القسم ٣–١–٣ من هذا التقرير تعاريف تفصيلية لتلك المستجمعات. وتلخص المعادلة ٣–٢–١٠ عملية حساب التغيير في مستجمعات كربون المادة العضوية الميتة.

المعادلة ٣–٢–١٠

التغير السنوي في رصيد كربون المادة العضوية الميتة في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية

$$\Delta C_{FF_{DOM}} = \Delta C_{FF_{DW}} + \Delta C_{FF_{LT}}$$

حيث:

$\Delta C_{FF_{DOM}}$ = التغير السنوي في رصيد كربون المادة العضوية الميتة (تشمل الخشب الميت والفرش الحرجي) في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية، أطنان كربون/ سنة؛

$\Delta C_{FF_{DW}}$ = التغير في رصيد كربون الخشب الميت في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية، أطنان كربون/ سنة؛

$\Delta C_{FF\,LT}$ = التغير في رصيد كربون الفرش الحرجي في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية، أطنان كربون/ سنة.

٣-٢-١-٢-١ القضايا المنهجية

الخشب الميت

يمثل الخشب الميت مستجمعا متنوعا ينطوي على كثير من مشاكل القياس العملية من حيث قياسه ميدانيا وأوجه عدم اليقين المقترنة بمعدلات التحويل إلى الفرش الحرجي أو التربة أو الانبعاثات المنطلقة إلى الغلاف الجوي. ويتفاوت الكربون الموجود في الخشب الميت تفاوتا كبيرا بين المجموعات الحرجية في مختلف المناطق، في الأحراج المدارة (Duvall and Grigal, 1999; Chojnacky and Heath, 2002) وغير المدارة على السواء (Spies *et al.*, 1988). وتتوقف مقادير الخشب الميت على وقت حدوث آخر اضطراب، ومقدار المدخلات (نسبة الأشجار الميتة) وقت حدوث الاضطراب (Spies *et al.*, 1988)، ومعدلات الموت الطبيعي، والتحلل، والإدارة. ويعترف النهج المقترح بالأهمية الإقليمية لنوع الأحراج، ونظام الاضطرابات، ونظام الإدارة على رصيد كربون الخشب الميت. ويتيح هذا النهج المقترح دمج المعارف والبيانات العلمية المتاحة.

الفرش الحرجي

يمثل تراكم الفرش الحرجي دالة للمقدار السنوي لتساقط الفرش الحرجي الذي يشمل كل الأوراق والأغصان والفروع الصغيرة، والثمار، والأزهار، واللحاء، مخصوما منه المعدل السنوي للتحلل. كما تتأثر كتلة الفرش الحرجي بوقت حدوث آخر اضطراب ونوع الاضطراب. وأثناء المراحل الأولى لتطور المجموعة الحرجية، يتزايد الفرش الحرجي بسرعة. وتتغير خصائص الفرش الحرجي بشدة جراء الإدارة، مثل قطع الأخشاب وحرق المخلفات وإعداد الموقع (Fisher and Binkley, 2000)، وإن كانت هناك بضع دراسات تتضمن توثيقا واضحا لآثار الإدارة على كربون الفرش الحرجي (Smith and Heath, 2002).

ويعترف النهج المقترح بالأثر المهم لنوع الغابة ونظم الاضطرابات وأنشطة الإدارة على الكربون الموجود في الفرش الحرجي، ويتيح هذا النهج دمج المعرفة والبيانات العلمية المتاحة. وتفترض المنهجية ما يلي:

- يصل الكربون الموجود في مستجمع الفرش الحرجي في نهاية المطاف إلى قيمة متوسطة مكانيا وثابتة خاصة بنوع الغابة ونظام الاضطراب وممارسات الإدارة؛
- تحدث التغييرات المفضية إلى قيمة جديدة ثابتة لكربون الفرش الحرجي خلال فترة انتقالية. ويبين أحد أعمدة الجدول ٣-٢-١ المعاملات الافتراضية المحدثة للفترة الانتقالية. وتستقر قيمة الكربون في الفرش الحرجي بصورة أسرع مما في حالة رصيد الكتلة الحيوية الظاهرة؛
- حجز الكربون أثناء الانتقال إلى حالة توازن جديدة يكون خطيا.

٣-٢-١-٢-١-١ اختيار الأسلوب

تبعا للبيانات المتاحة، قد يتوصل البلد إلى أسلوب مختلف لتقدير الخشب الميت ومستجمعات الفرش الحرجي.

إجراءات حساب تغير رصيد الكربون في الخشب الميت

لا تتطلب *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* تقدير الخشب الميت أو الفرش الحرجي أو الإبلاغ عنهما بافتراض أن المتوسط الزمني لقيمة هذه المستجمعات سيظل ثابتا بالنظر إلى أن المخرجات توازن المدخلات المضافة لمستجمعات المواد الميتة. وتلتزم *إرشادات الممارسات السليمة* بهذه الفرضية الأساسية ولكنها توفر المشورة بشأن الإبلاغ باستخدام طرق المستويات الأعلى لأغراض الاتفاقية ولتلبية المتطلبات المبينة في الفصل الرابع.

ويمكن حساب التغير في رصيد كربون الخشب الميت في مساحة من الأرض الحرجية باستخدام خيارين مبينين في المعادلة ٣-٢-١١ والمعادلة ٣-٢-١٢. وينبغي تصنيف مساحات الأراضي الحرجية بحسب نوع الغابة ونظام الاضطراب ونظام الإدارة أو

العوامل الأخرى التي تؤثر بشكل ملحوظ على مستجمعات كربون الخشب الميت. وينبغي حساب انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الإجمالية من الخشب الميت كجزء من المعادلة ٣-٢-١١ باستخدام أسلوب المستوى ٢ أو المستوى ٣.

المعادلة ٣-٢-١١

التغير السنوي في رصيد كربون الخشب الميت في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية

(الخيار الأول)

$$\Delta C_{FF_{DW}} = [A \bullet (B_{into} - B_{out})] \bullet CF$$

حيث:

$\Delta C_{FF_{DW}}$ = التغير السنوي في رصيد كربون الخشب الميت في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية، أطنان كربون/ سنة؛

A = مساحة الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية خاضعة للإدارة، بالهكتار؛

B_{into} = متوسط التحويل السنوي إلى الخشب الميت، أطنان مادة جافة/ هكتار/سنة؛

B_{out} = متوسط التحويل السنوي من الخشب الميت، أطنان مادة جافة/ هكتار/سنة؛

CF = جزء الكربون في المادة الجافة (القيمة الافتراضية ٠,٥)، أطنان كربون/(طن مادة جافة).

ويشمل التحويل السنوي إلى مستجمع الخشب الميت (B_{into}) الكتلة الحيوية المقطوعة للحصاد ولكن التي تترك في الموقع، والموت الطبيعي، والكتلة الحيوية للأشجار التي تدمرها الحرائق أو الاضطرابات الأخرى ولكن التي بم تنطلق حين حدوث الاضطراب. ومتوسط التحويل من مستجمع الخشب الميت (B_{out}) هو انبعاثات الكربون المنطلقة من مستجمع الخشب الميت. وتحسب هذه الانبعاثات بضرب رصيد كربون الخشب الميت في معدل التحلل. وتفترض *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* أن B_{into} وB_{out} متعادلان وبذلك فإن $\Delta C_{FF_{DW}}$ يساوي صفرا.

وتتوقف المعادلة المختارة على البيانات المتاحة. وقد يصعب قياس التحويل من وإلى مستجمع الخشب الميت في المعادلة ٣-٢-١١. ويستخدم أسلوب تغير الرصيد المبين في المعادلة ٣-٢-١٢ مع البيانات الاستقصائية المصنفة وفقا للمبادئ المحددة في القسم ٥-٣.

المعادلة ٣-٢-١٢

التغير السنوي في رصيد كربون الخشب الميت في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية

(الخيار الثاني)

$$\Delta C_{FF_{DW}} = [A \bullet (B_{t_2} - B_{t_1}) / T] \bullet CF$$

حيث:

$\Delta C_{FF_{DW}}$ = التغير السنوي في رصيد كربون الخشب الميت في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية، أطنان كربون/ سنة؛

A = مساحة الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية خاضعة للإدارة، بالهكتار؛

B_{t_1} = رصيد الخشب الميت في الوقت t_1 في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية خاضعة للإدارة، أطنان مادة جافة /هكتار؛

B_{t_2} = رصيد الخشب الميت في الوقت t_2 (الوقت السابق) في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية خاضعة للإدارة، أطنان مادة جافة/ هكتار؛

T (=t_2-t_1) = الفترة الزمنية بين التقدير الثاني للرصيد والتقدير الأول للرصيد، سنة؛

CF = جزء الكربون في المادة الجافة (القيمة الافتراضية ٠,٥)، أطنان كربون/ (طن مادة جافة).

ويساعد مخطط تسلسل القرارات المبين في الشكل ٣-١-١ (القسم ٣-١-٦) على اختيار المستوى الملائم لأسلوب تنفيذ إجراءات التقدير. ومن الناحية النظرية، ينبغي أن تحقق المعادلتان ٣-٢-١١ و٣-٢-١٢ نفس تقديرات الكربون. ومن الناحية العملية، يتحدد اختيار المعادلة بتوفر البيانات والدقة المطلوبة.

المستوى ١ (الأسلوب الافتراضي): تفترض *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*، وفقا لمبادئ الإبلاغ المستخدمة مع أسلوب المستوى ١، أن متوسط معدل التحويل إلى مستجمع الخشب الميت يساوي معدل التحويل من مستجمع الخشب الميت وبذلك يكون صافي التغير صفرا. ويعني هذا الافتراض عدم الحاجة إلى تحديد حجم مستجمع كربون الخشب الميت.ويتم تشجيع البلدان التي تحدث فيها تغييرات كبيرة في أنواع الأحراج أو نظم الاضطرابات أو الإدارة في أحراجها على وضع بيانات محلية لقياس هذا الأثر والإبلاغ عنه باستخدام منهجيات المستوى ٢ أو المستوى ٣.

المستوى ٢: تستخدم المعادلة ٣-٢-١١ أو المعادلة ٣-٢-١٢ تبعا لنوع البيانات المتاحة على المستوى الوطني. ويحدد البلد بيانات الأنشطة بحسب أنواع الأحراج المهمة ونظم الاضطرابات والإدارة أو المتغيرات المهمة الأخرى المؤثرة على مستجمعات الخشب الميت. وفي الحالات التي تستخدم فيها المعادلة ٣-٢-١١، يتم تحديد معدلات التحويل في البلد أو يتم الحصول عليها عن طريق مضاهاة المصادر الإقليمية، مثل البيانات التي يتم الحصول عليها من البلدان القريبة. وتستخدم معدلات التحلل القطرية لتقدير انبعاثات الكربون من رصيد الخشب الميت. وتستخدم المعادلة ٣-٢-١٢ عندما يكون القيم الافتراضية الخاصة بالبلد لرصيد كربون الخشب الميت معلومة.

المستوى ٣: تستخدم طرق المستوى ٣ عندما توجد معاملات انبعاث خاصة بالبلد وعندما يكون لدى البلد منهجية وطنية أساسية. وقد تستند المنهجية التي يحددها البلد إلى قوائم الجرد التفصيلية للعينات الثابتة للأحراج المدارة و/أو النماذج. ووفقا للمبادئ المبينة في الفصل الخامس، يوفر تصميم الجرد معلومات عن أوجه عدم التيقن المقترنة بالجرد. وتلتزم النماذج المستخدمة بالمبادئ المحددة في الفصل الخامس. وتستخدم المعادلة ٣-٢-١١ أو المعادلة ٣-٢-١٢ تبعا للبيانات والمنهجية المتاحة.

الفرش الحرجي

إجراءات حساب التغير في رصيد كربون الفرش الحرجي

يتمثل النهج المفاهيمي لتقدير التغييرات التي تطرأ على رصيد كربون الفرش الحرجي في حساب صافي التغييرات السنوية في رصيد الفرش الحرجي في مساحة من الأرض الحرجية التي تنتقل من الحالة *i* إلى الحالة *j* مثلما في المعادلة ٣-٢-١٣:

المعادلة ٣-٢-١٣

التغير السنوي في رصيد كربون الفرش الحرجي في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية

$$\Delta C_{FF_{LT}} = \sum_{i,j} [(C_j - C_i) \bullet A_{ij}] / T_{ij}$$

حيث:

$$C_i = LT_{ref(i)} \bullet f_{man\ intensity(i)} \bullet f_{dist\ regime(i)}$$

حيث:

$\Delta C_{FF_{LT}}$ = التغير السنوي في رصيد كربون الفرش الحرجي، أطنان كربون/ سنة؛

C_i = الرصيد الثابت للفرش الحرجي في الحالة السابقة *j*، أطنان كربون /هكتار؛

C_j = الرصيد الثابت للفرش الحرجي في الحالة الجارية*i*، أطنان كربون/هكتار؛

A_{ij} = مساحة الأحراج التي تنتقل من الحالة *i* إلى الحالة *j*، هكتار؛

T_{ij} = الفترة الزمنية للانتقال من الحالة *i* إلى الحالة *j*، سنة. المدة الافتراضية ٢٠ سنة؛

$LT_{ref(i)}$ = الرصيد المرجعي للفرش الحرجي المقابل للحالة *i* في الأحراج الوطنية المدارة، أطنان كربون/هكتار؛

$f_{man\ intensity(i)}$ = معامل التكييف الذي يعبر عن تأثير كثافة أو ممارسات الإدارة على LT_{ref} في الحالة i، بدون أبعاد؛

$f_{dist\ regime(i)}$ = معامل التكييف الذي يعبر عن التغيير في نظام الاضطرابات في LT_{ref} في الحالة i ، بدون أبعاد.

وقيمة معاملات التكييف الافتراضية التي تعبر عن تأثير كثافة الإدارة أو نظام الاضطراب هي ١. وتجمع في بعض الأحيان بيانات مستجمعات الفرش الحرجي المتعلقة بالمادة الجافة وليس الكربون. ولتحويل كتلة المادة الجافة للفرش الحرجي إلى الكربون، تضرب الكتلة في قيمة افتراضية مقدارها ٠,٣٧٠ (Smith and Heath, 2002)، وليس جزء الكربون المستخدم في الكتلة الحيوية.

ويفترض أن الانتقال من C_i إلى C_j يحدث في الفترة الانتقالية T (المدة الافتراضية = ٢٠ عاما). ويساوي مجموع التغييرات في مستجمعات كربون الفرش الحرجي في أي سنة حاصل جمع الانبعاثات/الإزالة السنوية في كل الأراضي الحرجية التي تعرضت لتغييرات في الأنواع الحرجية أو ممارسات الإدارة أو نظم الاضطراب لمدة زمنية أقصر من الفترة T. ويتضمن الجدول ٣-٢-١ القيم الافتراضية المحدثة لرصيد كربون الفرش الحرجي في الأراضي الحرجية المكتملة النمو التي تظل أراض حرجية، وصافي معدلات التراكم أثناء السنوات العشرين الافتراضية، والمدد الافتراضية المحدثة لفترات الانتقال، وصافي معدلات التراكم في مدد الفترات الانتقالية الافتراضية المحدثة.

ويساعد مخطط تسلسل القرارات المبين في الشكل ٣-١-١ (القسم ٣-١-٦) على اختيار مستوى الأسلوب الملائم لتنفيذ إجراءات التقدير.

المستوى ١ (الأسلوب الافتراضي): تفترض *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*، وفقا لمبادئ الإبلاغ في إطار المستوى ١، أن متوسط معدل التحويل إلى مستجمع الفرش الحرجي يساوي معدل التحويل من مستجمع الفرش الحرجي وبذلك يكون صافي التغير صفرا. ويعني هذا الافتراض عدم الحاجة إلى تحديد حجم مستجمع كربون الفرش الحرجي.ويتم تشجيع البلدان التي تحدث فيها تغييرات كبيرة في أنواع الأحراج أو نظم الاضطرابات أو الإدارة في أحراجها على وضع بيانات محلية لقياس هذا الأثر والإبلاغ عنه باستخدام منهجيات المستوى ٢ أو المستوى ٣.

المستوى ٢: تستخدم المعادلة ٣-٢-١٣ أو صيغة من المعادلة ٣-٢-١١ لتقدير كربون الفرش الحرجي، تبعا لنوع البيانات المتاحة على المستوى الوطني. ويحدد البلد بيانات الأنشطة بحسب أنواع الأحراج المهمة ونظم الاضطرابات والإدارة أو المتغيرات المهمة الأخرى المؤثرة على مستجمعات الخشب الميت. وتستخدم المعادلة ٣-٢-١١ في الحالات التي يتم فيها تحديد معدلات التحويل في البلد أو يتم الحصول عليها عن طريق مضاهاة المصادر الإقليمية، مثل البيانات التي يتم الحصول عليها من البلدان القريبة. وتستخدم المعادلة ٣-٢-١١ لتقدير كربون الفرش الحرجي. وتستخدم معدلات التحلل الخاصة بالبلد لتقدير انبعاثات الكربون من رصيد الخشب الميت. وتستخدم المعادلة ٣-٢-١٢ عندما تقاس متجمعات كربون الفرش الحرجي بشكل متسق على مر الزمن.

المستوى ٣: تشمل منهجية تقدير تغييرات كربون الفرش الحرجي وضع مخطط أو نظام للجرد المحلي والتحقق منه وتنفيذه جنبا إلى جنب مع استخدام النماذج. ويُستخدم هذا الأسلوب مع المستجمعات الأكثر ارتباطا بين بعضها، ربما عن طريق أخذ القياسات أو العينات لكل المستجمعات الحرجية في نفس الموقع. وبالنظر إلى التغيرات وعدم التيقن في كربون الفرش الحرجي من حيث المكان والزمان على السواء يتم تشجيع البلدان التي تمثل فيها تغييرات كربون الفرش الحرجي من الأحراج المدارة فئة رئيسية على التحديد الكمي للتغييرات باستخدام قوائم الجرد المصممة إحصائيا أو النماذج المتقدمة التي ثبتت قدرها على التنبؤ الدقيق بالتغييرات التي تحدث في مواقع محددة. ووفقا للمبادئ المبينة في الفصل الخامس فإن التصميم الإحصائي للجرد يوفر معلومات

عن أوجه عدم التيقن المقترنة بهذا الجرد. وسوف تلتزم النماذج المستخدمة بالمبادئ المبينة في الفصل الخامس. وتبعا للبيانات والمنهجية المتاحة، تستخدم المعادلة ٣-٢-١٣ أو صيغة من المعادلة ٣-٢-١١ للفرش الحرجي.

الجدول ٣-٢-١

القيم الافتراضية المحدثة لرصيد كربون الفرش الحرجي (أطنان كربون/هكتار) ومدة الانتقال (بالسنوات)

(صافي التراكم السنوي لكربون الفرش الحرجي يستند في معظمه إلى البيانات المتعلقة بالأحراج المدارة ومدة العشرين عاما الافتراضية)

المناخ	نوع الغابة							
	العريضة الأوراق النفضية	الإبرية الأوراق الدائمة الخضرة	العريضة الأوراق النفضية	الإبرية الأوراق الدائمة الخضرة	العريضة الأوراق النفضية	الإبرية الأوراق الدائمة الخضرة	العريضة الأوراق النفضية	الإبرية الأوراق الدائمة الخضرة
	رصيد كربون الفرش الحرجي في الأحراج الكاملة النمو (أطنان من الكربون للهكتار)		طول مدة الانتقال (بالسنوات)		صافي معدل التراكم السنوي لكربون الفرش الحرجي أثناء مدة الانتقال ب ج (أطنان من الكربون للهكتار في السنة)		صافي معدل التراكم السنوي لكربون الفرش الحرجي على أساس مدة افتراضية ٢٠ سنة (أطنان من الكربون للهكتار في السنة)	
الشمالية الجافة	٢٥ (١٠-٥٨)	٣١ (٦-٨٦)	٥٠	٨٠	٠,٥	٠,٤	١,٢	١,٦
الشمالية الرطبة	٣٩ (١١-١١٧)	٥٥ (٧-١٢٣)	٥٠	٨٠	٠,٨	٠,٧	٢,٠	٢,٨
المعتدلة الباردة الجافة	٢٨ (٢٣-٣٣)[أ]	٢٧ (١٧-٤٢)[أ]	٥٠	٨٠	٠,٦	٠,٤	١,٤	١,٤
المعتدلة الباردة الرطبة	١٦ (٥-٣١)[أ]	٢٦ (١٠-٤٨)[أ]	٥٠	٥٠	٠,٣	٠,٥	٠,٨	١,٣
المعتدلة الدافئة الجافة	٢٨,٢ (٢٣,٤-٣٣,٠)[أ]	٢٠,٣ (١٧,٣-٢١,١)[أ]	٧٥	٧٥	٠,٤	٠,٣	١,٤	١,٠
المعتدلة الدافئة الرطبة	١٣ (٢-٣١)[أ]	٢٢ (٦-٤٢)[أ]	٥٠	٣٠	٠,٣	٠,٧	٠,٦	١,١
شبه المدارية	٢,٨ (٢-٣)	٤,١	٢٠	٢٠	٠,١	٠,٢	٠,١	٠,٢
المدارية	٢,١ (١-٣)	٥,٢	٢٠	٢٠	٠,١	٠,٣	٠,١	٠,٣

المصدر:

ويتم تحويلها من الكتلة Siltanen *et al.*, 1997; and Smith and Heath, 2002; Tremblay *et al.*, 2002; and Vogt *et al.*,1996, (Smith and Heath, 2002). الحيوية إلى الكربون عبر معامل يساوي ٠,٣٧

ملحوظة: تحدد الأعمار وفقا لسميث وهيث (Smith and Heath, 2002).

(أ) القيم الواردة بين الأقواس المميزة بالحرف "أ" العلوي هي المئويان الخامس والخامس والتسعون من عمليات محاكاة المساحات التي تخضع للجرد، وأما القيم غير المميزة بالحرف "أ" العلوي فتشير إلى النطاق بأسره.

(ب) تشير هذه الأعمدة إلى الزيادة السنوية في كربون الفرش الحرجي عند البدء من الأرض الجرداء في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية.

(ج) يلاحظ أن معدلات التراكم تتعلق بالكربون الممتص من الغلاف الجوي. على أن هذه المعدلات قد تمثل عمليات تحويل من المستجمعات الأخرى تبعا للمنهجية المستخدمة.

٣-٢-١-٢-١-٢ اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة

الخشب الميت

المستوى ١: يفترض أن رصيد كربون الخشب الميت ثابت في كل الأراضي الحرجية المدارة التي تظل أراض حرجية.

المستوى ٢: يمكن اشتقاق قيم تحويل الكربون في الأشجار الحية المقطوعة إلى بقايا الحصاد المقطوع في كل بلد على حدة من معاملات التوسع المحلية مع مراعاة نوع الأحراج (النفضية/العريضة الأوراق/المختلطة) ومعدل استخدام الكتلة الحيوية وممارسات القطع ومقدار الأشجار التالفة أثناء عمليات القطع. يمكن اشتقاق القيم الخاصة بالبلد فيما يتعلق بنظم الاضطراب من الدراسات العلمية. وإذا تم اشتقاق معاملات المدخلات في البلد المحدد، فيمكن أيضا اشتقاق معاملات الفقد المقابلة المتعلقة بالقطع ونظم الاضطرابات من البيانات المحددة في البلد.

المستوى ٣: عند استخدام أسلوب المستوى ٣، ينبغي على البلدان أن تضع المنهجيات والبارامترات الخاصة بها لتقدير التغييرات في الخشب الميت. وينبغي اتباع هذه النهج كجزء من الجرد الوطني للأحراج، مع أخذ عينات دورية وفقا للمبادئ المحددة في القسم ٥-٣ جنبا إلى جنب مع دراسات النمذجة لمعرفة ديناميات كل المستجمعات المرتبطة بالأحراج. ويوفر أسلوب المستوى ٣ تقديرات تتسم بقدر أكبر من التيقن عما في طرق المستويات الأدنى وتظهر ارتباطا أقوى بين المستجمعات الحرجية الفردية. وقد وضعت بعض البلدان مصفوفات للاضطراب، وتوفر لكل نوع من الاضطرابات نمطا من أنماط إعادة توزيع الكربون بين مختلف المستجمعات (Kurz and Apps, 1992). وتشمل البارامترات المهمة الأخرى في ميزانية كربون الخشب الميت معدلات التحلل التي قد تتفاوت تبعا لنوع الخشب والظروف المناخية الدقيقة، وإجراءات إعداد الموقع (مثل الحرق المبرمج المراقب أو حرق الأكوام). ويمكن استخدام المعادلة ٣-٢-١٢ مع ما يتم الحصول عليه من عينات البيانات المتسقة مع المبادئ المحددة في القسم ٥-٣. ويوفر الجدول ٣-٢-٢ بيانات قد تفيد في إجراء مقارنات بين النماذج ولكن ليس من المناسب استخدامها كقيم افتراضية.

الجدول ٣-٢-٢

القيم الافتراضية المحدثة لمعدلات الوفاة الطبيعية ورصيد الخشب الميت ونسب الخشب الحي إلى الخشب الميت

(يلاحظ أن هذه القيم تستند في معظمها إلى الأحراج شبه الطبيعية والقريبة من الطبيعية)

معامل التغير/عدد المجموعات الحرجية	متوسط معدل الموت	المنطقة الأحيائية [أ]
٦١/٠,٦١٦	٠,٠١٧٧	غابة مدارية
٤٩/١,٠٥٩	٠,٠١١٦	غابة دائمة الخضرة
٢٩/٠,٦٨٢	٠,٠١١٧	غابة نفضية
معامل التغير/عدد المجموعات الحرجية	**متوسط (وسيط) رصيد الخشب الميت**	
٣٧/٢,١٢	١٨,٢	غابة مدارية
٦٤/١,١٢	٤٣,٤	غابة دائمة الخضرة
٦٢/١,٠٠	٣٤,٧	غابة نفضية
معامل التغير/عدد المجموعات الحرجية	**متوسط (وسيط) نسبة الخشب الميت: الخشب الحي**	
١٠/٠,٧٥	٠,١١	غابة مدارية
١٨/١,٣٣	٠,٢٠	غابة دائمة الخضرة
١٩/٠,٧٧	٠,١٤	غابة نفضية

المصادر:

Harmon, M. E., O. N. Krankina, M. Yatskov, and E. Matthews. 2001.

الذي يقدم توقعات عريضة لأرصدة كربون النفايات الخشبية من البيانات المجمعة على قطع الأراضي في الصفحات ٥٣٣٣-٥٥٢:

Lal, R., J. Kimble, B. A. Stewart, Assessment Methods for Soil Carbon, CRC Press, New York

(أ) لمعرفة المنطقة الأحيائية، انظر الشكل ٣-١-٣.

الفرش الحرجي

المستوى ١ (الأسلوب الافتراضي): وفقا لمبادئ الإبلاغ باستخدام أسلوب المستوى ١ الواردة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*، يفترض تعادل مدخلات ومخرجات الفرش الحرجي، ولذلك يمكن أن تعتبر المستجمعات ثابتة. ويتم تشجيع البلدان التي تطرأ فيها تغييرات كبيرة على أنواع الأحراج أو نظم الاضطرابات أو نظم الإدارة على إعداد بيانات محلية لقياس هذا الأثر والإبلاغ عنه باستخدام منهجيات المستوى ٢ أو المستوى ٣. وترد القيم الافتراضية في الجدول ٣-٢-١. ويمكن استخدام هذه القيم كحساب تقريبي لتقدير ما إن كان كربون الفرش الحرجي يمثل فئة رئيسية أو كاختبار للتحقق من القيم المحددة في البلد.

المستوى ٢: من *الممارسة السليمة* استخدام البيانات المحددة على المستوى القطري بشأن الفرش الحرجي في مختلف فئات الأحراج جنبا إلى جنب مع القيم الافتراضية إذا لم توجد قيم قطرية أو إقليمية لبعض الفئات الحرجية. ويبين الجدول ٣-٢-١ البيانات الافتراضية المحدثة المتعلقة برصيد الفرش الحرجي، ولكن هذه البيانات ليست بديلا عن البيانات الوطنية، إن وجدت.

المستوى ٣: تتوفر تقديرات تفصيلية لكربون الفرش الحرجي في مختلف أنواع الأحراج ونظم الاضطرابات والإدارة على المستوى الوطني استنادا إلى القياسات المأخوذة من قوائم الجرد الوطنية للأحراج أو من البرامج المخصصة لجرد غازات الدفيئة.

٣-٢-١-٢-١-٣ اختيار بيانات الأنشطة

تتألف بيانات الأنشطة من مساحات الأحراج التي تظل أحراجا وتكون مصنفة بحسب أنواع الأحراج الرئيسية وممارسات الإدارة ونظم الاضطرابات. وينبغي ألا يتعارض مجموع مساحة الأحراج مع المساحات التي يتم الإبلاغ عنها في إطار الأقسام الأخرى من هذا الفصل، ولاسيما القسم ٣-٢-١-١. ويسهل كثيرا تقدير التغييرات في المادة العضوية الميتة إذا أمكن استخدام هذه المعلومات جنبا إلى جنب مع البيانات الوطنية المتعلقة بالتربة والمناخ وقوائم جرد النباتات وغير ذلك من البيانات الجيوفيزيائية. وقد يختلف تجميع مساحات مستجمعات الفرش الحرجي عن تجميع مساحات مستجمعات الخشب الميت عندما يكون معلوما أن معاملات الانبعاث لا تتفاوت في بعض بيانات الأنشطة، مثل ممارسات الإدارة.

وتبعا لنظام إدارة الأحراج في البلد، تتراوح مصادر البيانات من بعض الموردين أو الشركات إلى الهيئات التنظيمية والوكالات الحكومية المسؤولة عن جرد الأحراج وإدارتها، ومؤسسات البحوث. وتتفاوت أشكال البيانات تفاوتا كبيرا لتشمل، من بين جملة أمور، تقارير الأنشطة المقدمة بانتظام في إطار برامج التحفيز أو حسب ما تقتضيه الأنظمة وقوائم جرد نظم إدارة الأحراج والصور المستشعرة من بعد.

٣-٢-١-٢-١-٤ تقدير عدم التيقن

ترتفع مستويات عدم التيقن المرتبط بطرق المستوى ١ لدرجة وجوب طرح فرضية بسيطة تقول بأن مستجمعات المادة العضوية الميتة تكون ثابتة في حين تنمو مساحات الأحراج المدارة. ويفترض كذلك أن المخلفات الناتجة عن عمليات قطع الأشجار تتحلل في نفس الوقت الذي تجري فيه عمليات القطع، مما يؤدي إلى انطلاق كل كتلتها في شكل ثاني أكسيد الكربون. وتهمل انبعاثات المادة العضوية الميتة بسبب الاضطرابات، من قبيل الحرائق البرية أو الحشرات أو تفشي الأمراض. وتُهمل أيضا ديناميات مستجمع كربون الفرش الحرجي. وعندما يفترض أن الانبعاثات تساوي صفرا فإن وصف عدم التيقن من حيث النسبة المئوية للانبعاثات يكون غير محددا. وحاصل ضرب أي نسبة في صفر يساوي صفرا.

الخشب الميت

يبلغ الحد الأقصى للكربون في الخشب الميت ٢٥ في المائة من مقدار الكربون في مستجمعات الكتلة الحيوية الحية. وتبلغ القيمة المطلقة الحقيقية القصوى للكربون في الخشب الميت ٢٥ في المائة من مقدار الكربون في مستجمعات الكتلة الحيوية الحية مقسوما على خمسة. والقسمة على خمسة تحاكي تحلل الخشب الميت في خمس سنوات. ويساعد استخدام بيانات ونماذج الجرد الخاصة بالبلد أو الإقليم باستخدام المستويين ٢ و٣ على التقليل كثيرا من عدم التيقن. وقد يتم إجراء استقصاء للخشب الميت لتحقيق أي درجة معينة من الضبط. وقد تكون القيم المحددة على المستوى الوطني في حدود ± ٣٠ في المائة معقولة للخشب الميت.

الفرش الحرجي

يمكن تحليل النطاقات الواردة في الجدول ٣-٢-١ لتحديد عدم التيقن المرتبط بالقيم الافتراضية للفرش الحرجي. وفيما يتعلق بمستجمعات الفرش الحرجي، يبلغ عدم التيقن تقريبا معاملا قيمته ١. كما يبلغ عدم التيقن معاملا قيمته ١ تقريبا في حالة الانبعاثات أو معدلات العزل. ويساعد استخدام بيانات ونماذج الجرد المحددة إقليميا وقطريا باستخدام المستويين ٢ و٣ على التقليل كثيرا من عدم التيقن.

٣-٢-١-٣ التغير في رصيد كربون التربة

يتناول هذا القسم بالتفصيل إجراءات التقدير *والممارسات السليمة* في تقدير التغير في رصيد الكربون من وإلى التربة الحرجية. ونقدم إرشادات منفصلة بشأن نوعين من مستجمعات كربون التربة الحرجية، هما (١) الجزء العضوي في التربة الحرجية المعدنية؛ (٢) التربة العضوية. ويساوي التغير في رصيد كربون تربة الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية ($\Delta C_{FF_{Soils}}$) مجموع التغييرات في رصيد كربون التربة المعدنية ($\Delta C_{FF_{Mineral}}$) والتربة العضوية ($\Delta C_{FF_{Organic}}$).

ولا يتناول هذا التقرير مستجمع كربون التربة غير العضوية، ولكنه يأخذ في الحسبان الحاجة إلى إجراءات تحليلية للتمييز بين الأجزاء العضوية وغير العضوية التي تكون فيها الأجزاء غير العضوية كبيرة.

المادة العضوية في التربة

تشير المادة العضوية في التربة إلى مركب من جزئيات وجسيمات عضوية كبيرة وغير بلورية مشتقة من تدبيل الفرش الحرجي الظاهر والتحتي والتي تندمج في التربة سواء كجزيئات حرة أو مرتبطة بجزيئات التربة المعدنية. كما تشمل المادة العضوية في التربة أحماضا عضوية وكائنات دقيقة ميتة وحية، والمواد المجمعة من نواتجها المتجزئة (Johnson *et al.*, 1995).

ومن *الممارسة السليمة* فصل المعادن من التربة الحرجية العضوية نظرا لاختلاف أسلوب التقدير الافتراضي.

المادة العضوية في التربة الحرجية المعدنية

يتراوح المحتوى من الكربون العضوي في التربة الحرجية المعدنية (بعمق متر) على المستوى العالمي بين أقل من ١٠ ونحو ٢٠ كيلو غراما من الكربون في المتر$^{-2}$، مع وجود انحرافات معيارية كبيرة (Jobbagy and Jackson, 2000). وتحتوي التربة الحرجية المعدنية عند هذا العمق على ما يقرب من ٧٠٠ بيتا غرام كربون (Dixon *et al.*, 1994). وبالنظر إلى أن مدخلات المادة العضوية مستمدة في معظمها من الفرش الحرجي الظاهر فإن المادة العضوية في التربة الحرجية تميل إلى التركز في طبقات التربة الأعلى ويحتجز ما يقرب من نصف الكربون العضوي الموجود في المائة سنتيمترا العلوية من التربة المعدنية في الطبقة الأعلى التي يبلغ عمقها ٣٠ سنتيمترا. وفي كثير من الأحيان يكون الكربون المحتجز في الطبقة الأعلى الأكثر قابلية للتحلل الكيمائي والأكثر تعرضا بشكل مباشر للاضطرابات الطبيعية والبشرية.

وبالنظر إلى عدم اتساق التصنيفات، لا يوجد أي تقدير عالمي للمحتوى من الكربون في التربة العضوية المحرجة. وتشير تقديرات Zoltai وMartikainen (١٩٩٧) إلى أن مجموع الأراضي الخثية الحرجية تمتد فيما بين ٧٠ و٨٨ مليون هكتار (إذا كان الحد الأدنى للعمق ٣٠ سنتيمترا) ويبلغ المحتوى العالمي من الكربون نحو ٥٠٠ بيتا غرام.

الإطار ٣-٢-١

التربة العضوية والأراضي الخثية والأراضي الرطبة

يستخدم التعبيران "التربة العضوية" و "الأرض الخثية" بالتبادل في بعض الأحيان على الرغم من أن مصطلح "الخث" الذي يشيع استخدامه في الكتابات الايكولوجية قلما يشير إلى أصل المادة العضوية التي تتألف أساسا من أجزاء من الطحالب التي تتكون بمعزل عن الهواء. ومجرد وجود الخث لا يكفي لتعريف التربة بأنها عضوية. ويلاحظ أن التربة العضوية قد يغطيها (الفرش الحرجي والتربة المتخمرة والدبال)، وإن كانت هذه الطبقات العضوية لا توجد بمعزل عن الهواء.

وتحدد الأراضي الرطبة وتصنف على أساس خواصها الهيدرولوجية، أي أن الظروف اللاهوائية هي الظروف السائدة. وتعتبر المستنقعات أراض رطبة تحتوي على طبقات تحتية عضوية.

ولأغراض هذه الوثيقة، ينبغي أن تدرج في التقدير كل أنواع التربة العضوية الموجودة في الأحراج المدارة، بغض النظر عن أصل المادة العضوية أو النظام الهيدرولوجي للتربة.

٣-٢-١-٣-١ القضايا المنهجية

تتسم المادة العضوية في التربة بالتوازن الدينامي بين مدخلات ومخرجات الكربون العضوي. وتتحدد المدخلات إلى حد كبير بإنتاجية الغابة وتحلل الفرش الحرجي واندماجه في التربة المعدنية، ومعدلات تحلل المادة العضوية وعودة الكربون إلى الغلاف الجوي من خلال مخرجات التحكم في التنفس (Pregitzer, 2003). وتحدث الفواقد الأخرى في الكربون العضوي في التربة من خلال تآكل أو انحلال الكربون العضوي، ولكن هذه العمليات قد لا تسفر فورا عن إطلاق انبعاثات الكربون.

وعموما فإن الأنشطة البشرية والاضطرابات الأخرى تغير ديناميات الكربون في التربة الحرجية. ويمكن للتغيرات في أنواع الأحراج، والإنتاجية، ومعدلات التحلل، والاضطرابات أن تعدل بفعالية من المحتوى الكربوني في التربة الحرجية. وتؤثر مختلف أنشطة إدارة الأحراج، مثل مدة التناوب، وممارسة القطع (الأشجار الكاملة أو الأخشاب المنشورة، أو التجدد، أو القطع الجزئي أو الخف الحراجي)، وأنشطة إعداد الموقع، (الحرائق المتعمدة، وخدش التربة)، والتخصيب، بشكل ما بقوة على الكربون العضوي في التربة (Harmon and Marks, 2002; Liski *et al.*, 2001; Johnson and Curtis, 2001). كما يتوقع أن يتغير مستجمع كربون التربة الحرجية بسبب التغيرات التي تطرأ على نظم الاضطرابات، وبخاصة في حالة اندلاع حرائق الأحراج الهائلة أو تفشي الآفات وغيرها من الاضطرابات التي تؤدي إلى إحلال المجموعات الحرجية (Li and Apps, 2002; de Groot *et al.*, 2002).

التربة المعدنية

على الرغم من تزايد ما يكتب حول تأثير أنواع الأحراج وممارسات الإدارة والاضطرابات الأخرى على الكربون العضوي في التربة، فإن الدلائل المتاحة تتعلق إلى حد بعيد بمواقع ودراسات معينة، وهي في معظمها تتأثر بالظروف المناخية وخصائص التربة والمقياس الزمني المعني، وعمق التربة موضوع البحث، وكثافة العينات (Johnson and Curtis, 2001; Hoover, 2003; Page-Dumroese *et al.*, 2003). ومازالت المعرفة الحالية غير جازمة بالنسبة لحجم واتجاه التغييرات في رصيد الكربون في التربة الحرجية المعدنية بحسب نوع الغابة ونظام الإدارة والاضطرابات الأخرى، ولا يمكن الاستناد إلى هذه المعرفة في التوصل إلى تعميمات واسعة.

ويعترف النهج المقترح بالتأثير الإقليمي المهم لنوع الغابة أو أنشطة الإدارة أو نظم الاضطرابات على ميزانية كربون التربة الحرجية المعدنية ويتيح دمج المعارف والبيانات العلمية المتاحة. على أنه بسبب عدم اكتمال الأساس العلمي وعدم التيقن الناشئ عن ذلك تظل الفرضية الواردة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* بشأن ثبات رصيد كربون التربة الحرجية قائمة، ولن تقدم أي بيانات افتراضية على مستوى الأسلوب ١.

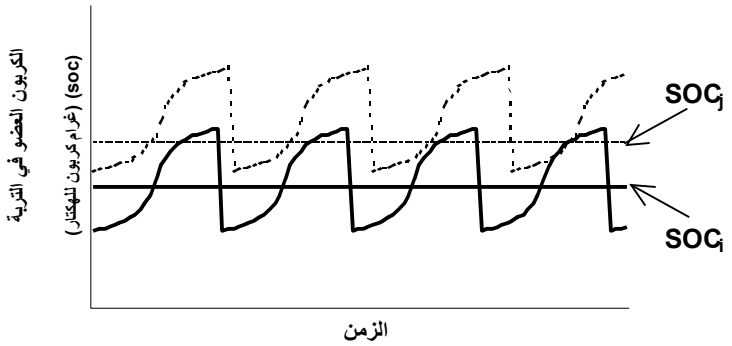
ومن الناحية المفاهيمية، يفترض النهج الافتراضي أن المحتوى من الكربون في التربة المعدنية ثابت وله قيمة متوسطة مكانيا في أنواع معينة من الأحراج وممارسات الإدارة ونظم الاضطرابات. وتتغير قيمة التوازن عندما تتغير هذه الحالات أو الظروف. ويطرح هذا النهج الافتراضات التالية:

'١' يصل الكربون العضوي في التربة الحرجية إلى قيمة ثابتة ومتوسطة مكانيا في أنواع محددة من التربة والأحراج وممارسات الإدارة (مثل مزارع الأشجار المخروطية المدارية في التربة المنخفضة النشاط). وتمثل هذه القيمة متوسطا للكربون العضوي في التربة الحرجية يتم تقديره على أفضل وجه على عدة دورات حرجية أو من خلال العديد من دورات الاضطرابات (الشكل ٣-٢-١).

'٢' تحدث التغييرات في نوع الأحراج أو الإدارة التي تفضي إلى قيمة ثابتة جديدة للكربون العضوي في التربة الحرجية خلال فترة انتقالية تساوي طول دورة المناوبة أو الفترة الفاصلة بين ارتداد الاضطرابات الطبيعية بالسنوات.

'٣' يحدث حجز/إطلاق الكربون العضوي من التربة الحرجية أثناء الانتقال إلى حالة جديدة من توازن الكربون العضوي في تربة الأرض الحرجية بصورة خطية.

الشكل ٣-٢-١ قيمتان متوسطتان زمنيا للكربون العضوي في التربة الحرجية تقابلان مختلف مجموعات التربة الحرجية وممارسات الإدارة ونظم الاضطرابات



التربة العضوية

مثلما في التربة المعدنية فإن تراكم أو فقد الكربون في التربة العضوية ينشأ عن التوازن بين المدخلات والمخرجات. وعندما تعرقل ظروف البلل أو الرطوبة تحلل المواد العضوية بدرجات متفاوتة فإن مدخلات المواد العضوية قد تفوق الفواقد الناجمة عن التحلل وتتراكم جراء ذلك المواد العضوية. وينطلق معظم الكربون من التربة العضوية المشبعة إلى الغلاف الجوي في شكل ميثان في حين أن تدفق الكربون إلى الغلاف الجوي في الظروف الهوائية يغلب عليه ثاني أكسيد الكربون. وترتبط ديناميات الكربون في التربة العضوية ارتباطا وثيقا بالنظم الهيدرولوجية في الموقع: الرطوبة المتاحة وعمق طبقة الماء، وظروف الاختزال والأكسدة (Clymo, 1984; Thormann *et al.*, 1999)، ولكنها ترتبط أيضا بتكوين الأنواع وكيمياء الفرش الحرجي (Yavitt *et al.*, 1997). ويستجيب مستجمع الكربون بسهولة للأنشطة أو الأحداث التي تؤثر على ظروف التهوية والتحلل.

ويؤدي صرف المياه من التربة العضوية إلى إطلاق ثاني أكسيد الكربون عن طريق أكسدة المادة العضوية في الطبقة الهوائية على الرغم من أن هذا الكربون المفقود يمكن تعويضه جزئيا أو كليا عن طريق (١) زيادة مدخلات المادة العضوية من أعلى، أو (٢) تقليل تدفقات الميثان الطبيعية. ويرتبط مقدار انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بعمق الصرف وخصوبة الخث وتجانسه ودرجة الحرارة (Martikainen *et al.*, 1995). ويؤدي إهمال الصرف في التربة العضوية إلى تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، بل وقد يحدد مرة أخرى صافي إمكانية خزن الكربون في التربة العضوية المحرجة (انظر أيضا القسم ٣(أ)-٣-٢ (التربة العضوية المستغلة في استخلاص الخث) في التذييل ٣ (أ)-٣ والقسم ٣-٢-١-٤ (انبعاثات غازات الدفيئة غير ثاني أكسيد الكربون)). وتعتبر انبعاثات

ثاني أكسيد الكربون من أكسدة المواد العضوية بعد عمليات الصرف بشرية المنشأ. وتعتبر الانبعاثات المنطلقة من الأراضي الخثية الحرجية غير المدارة وغير المصرفة من المياه انبعاثات طبيعية ولذلك لا تدخل في الحساب.

ويرجح أن تؤدي أنشطة الإدارة الأخرى إلى أرباك ديناميات الكربون في التربة العضوية التحتية. ومثال ذلك أن قطع الأشجار قد يسبب ارتفاعا في منسوب المياه بسبب انخفاض الصد والتبخير والنتح (Dubé *et al.*, 1995).

وبينما توجد بعض الشواهد على تأثير الأنشطة البشرية على التربة العضوية الحرجية، فإن البيانات والمعارف تتعلق بمواقع محددة ويكاد يتعذر تعميمها. ويقدر في العادة صافي تدفق الكربون من التربة العضوية مباشرة من قياسات الغرف أو أبراج التدفقات (Lafleur, 2002).

٣-٢-١-٣-١-١ اختيار الأسلوب

إجراءات حساب تغير رصيد الكربون في التربة

التربة المعدنية

يمكن نظريا حساب انبعاثات أو عمليات إزالة الكربون من مستجمعات التربة الحرجية المعدنية كتغييرات سنوية في رصيد الكربون العضوي في التربة في مساحة من الأرض الحرجية التي تمر بانتقال من الحالة i إلى الحالة j حيث تعبر كل حالة عن تركيبة معينة من أنواع الأحراج وكثافة الإدارة ونظام الاضطراب. ويتضح ذلك من المعادلة ٣-٢-١٤:

المعادلة ٣-٢-١٤

التغير السنوي في رصيد كربون التربة المعدنية في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية

$$\Delta C_{FF_{MINERAL}} = \sum_{ij} [(SOC_j - SOC_i) \bullet A_{ij}] / T_{ij}$$

حيث:

$$SOC_i = SOC_{ref} \bullet f_{forest\ type\ (i)} \bullet f_{man\ intensity\ (\ )} \bullet f_{dist\ regime\ (i)}$$

حيث:

$\Delta C_{FF_{MINERAL}}$ = التغير السنوي في رصيد الكربون في التربة المعدنية في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية، أطنان كربون/ سنة؛

SOC_i = رصيد الكربون العضوي الثابت في التربة في الحالة السابقة i، أطنان كربون/هكتار؛

SOC_j = رصيد الكربون العضوي الثابت في التربة في الحالة القائمة j، أطنان كربون/هكتار؛

A_{ij} = مساحات الأحراج التي تمر بانتقال من الحالة i إلى الحالة j، هكتار؛

T_{ij} = الفترة الزمنية للانتقال من SOC_i إلى SOC_j، سنة. والمدة الافتراضية ٢٠ سنة؛

SOC_{ref} = الرصيد المرجعي للكربون، في غابة أصلية غير مدارة في تربة معينة، أطنان كربون/هكتار؛

$f_{forest\ type\ (i)}$ = معامل التكيف الذي يعبر عن تأثير التغير من الغابة الأصلية إلى نوع الغابة في الحالة i، بدون أبعاد؛

$f_{man\ intensity\ (i)}$ = معامل التكيف الذي يعبر عن تأثير كثافة أو ممارسات الإدارة في الغابة في الحالة i، بدون أبعاد؛

$f_{dist\ regime\ (i)}$ = معامل التكيف الذي يعبر عن تأثير التغير في نظام الاضطراب إلى الحالة i في الغابة الأصلية، بدون أبعاد.

ويفترض أن الانتقال من SOC_i إلى SOC_j يحدث في فترة انتقال مدتها T من السنوات (المدة الافتراضية = ٢٠ عاما). وبعبارة أخرى، فإن ΔC > صفر طالما أن مدة أقل من T من السنوات قد مرت منذ بدء التغييرات في النوع الحرجي أو ممارسات الإدارة أو نظم الاضطرابات. ويساوي مجموع تغييرات SOC في أي سنة مجموع الانبعاثات/الإزالة السنوية في كل الأراضي الحرجية التي تعرضت لتغييرات في أنواع الأحراج أو ممارسات الإدارة أو نظم الاضطرابات لمدة زمنية أقل من T من السنوات.

ويساعد مخطط تسلسل القرارات المبين في الشكل ٣-١-١ (القسم ٣-١) على اختيار مستوى الأسلوب الملائم لتنفيذ إجراءات التقدير.

المستوى ١: تطبق هذا الأسلوب في البلدان التي تستخدم الإجراء الافتراضي الوارد في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* أو التي تكون فيها هذه الفئة الفرعية غير مهمة وتقل أو تنعدم فيها البيانات الخاصة بالبلد المتعلقة بالكربون العضوي في التربة الحرجية المعدنية فيما يسود من أنواع الأحراج أو ممارسات الإدارة أو نظم الاضطرابات. وفي إطار أسلوب المستوى ١، يفترض أنه في حالة الأحراج التي تظل أحراجا لا يتغير رصيد الكربون في المادة العضوية في التربة بغض النظر عما يطرأ من تغييرات على أنواع إدارة الأحراج ونظم الاضطرابات (أي أن $SOC_n = \ldots = SOC_i = SOC_j$)، أي أن رصيد الكربون في التربة المعدنية يظل ثابتا طالما أن الأرض تظل حرجية.

المستوى ٢: ينبغي على البلدان التي تكون فيها هذه الفئة الفرعية مهمة أن تضع أو تختار معاملات التكييف التمثيلية $f_{forest\ type}$ ، و $f_{manintensity}$ و $f_{dist\ regime}$ التي تعبر عن أثر مختلف أنواع الأحراج أو ممارسات الإدارة أو نظم الاضطرابات على الكربون العضوي في التربة المعدنية، و SOC_{ref} في النظم الايكولوجية الحرجية الوطنية غير المدارة. وينبغي وضع قيم افتراضية لفترة الانتقال T ويمكن تعديل فرضية المعدلات الخطية للتغير في الكربون العضوي في التربة لتعبر بشكل أفضل عن الديناميات الزمنية الفعلية لعزل أو إطلاق كربون التربة.

المستوى ٣: يلائم أسلوب المستوى٣ البلدان التي تكون فيها الانبعاثات/الإزالة في التربة المعدنية في الأحراج المدارة مهمة، بينما تتيح المعارف القائمة والبيانات المتاحة وضع منهجية محلية دقيقة وشاملة لإجراء التقديرات. ويشمل ذلك وضع مخطط محلي للرصد/أداة للنمذجة وما يقترن بها من بارامترات والتثبت منها وتنفيذها. وفيما يلي العناصر الأساسية لأي نهج محدد في بلد بعينه (بتصرف من : Webbnet Land Resource Services Pty ltd, 1999):

- التقسيم إلى طبقات حسب المناطق المناخية وأنواع الأحراج الرئيسية ونظم الإدارة المتسقة مع ما هو مستخدم في الأقسام الأخرى من الجرد، وبخاصة مستجمعات الكربون الأخرى في إطار هذا القسم ٣-٢-١؛
- تحديد أنواع التربة الغالبة في كل طبقة؛
- توصيف مستجمعات كربون التربة المناظرة، وتحديد العمليات المحددة في معدلات مدخلات ومخرجات الكربون العضوي في التربة والظروف التي تحدث فيها هذه العمليات؛
- تحديد وتنفيذ الطرق المناسبة لتقدير انبعاثات/إزالة الكربون من التربة الحرجية في كل طبقة على أساس تشغيلي، بما في ذلك إجراءات التثبت. وينبغي أن تشمل الاعتبارات المنهجية أنشطة الرصد، مثل عمليات الجرد المتكررة للتربة الحرجية، ودراسات النمذجة، ووضع مواقع مرجعية. ويمكن الاطلاع على مزيد من الإرشادات بشأن الممارسات السليمة المتعلقة برصد التربة في الكتابات العلمية(Kimble *et al.*, 2003; Lal *et al.*, 2001; McKenzie *et al.*, 2000). ويوفر القسم ٥-٣ إرشادات عامة بشأن تقنيات أخذ العينات. وينبغي أن تخضع النماذج التي يتم تطويرها أو تكييفها لهذا الغرض لاستعراض النظراء وأن يتم التحقق منها بمشاهدات تمثل النظم الايكولوجية قيد الدراسة والمستقلة عن بيانات المعايرة.

وينبغي أن تكون المنهجية شاملة، وأن تشمل كل الأراضي الحرجية المدارة وكل التأثيرات البشرية على ديناميات الكربون العضوي في التربة. وبعض الفرضيات التي تشكل أساس إجراء التقدير باستخدام أسلوب المستوى ٣ قد تنحرف عن الفرضيات المتأصلة في المنهجية الافتراضية، شريطة أن تستند الفرضيات الجديدة إلى أسس علمية سليمة. كما قد ينطوي أسلوب المستوى ٣ على عوامل تؤثر على انبعاثات وإزالة الكربون من التربة الحرجية، وهي عوامل لا يشملها الأسلوب الافتراضي. وأخيرا يتوقع أن

تكون الحسابات التي يتم إجراؤها باستخدام أسلوب المستوى ٣ أكثر تطورا زمانا ومكانا. ومن *الممارسة السليمة* على مستوى المحاسبة باستخدام أسلوب المستوى ٣ إدراج الكربون العضوي في تقييم متكامل للنظم الايكولوجية في كل مستجمعات كربون الأحراج، مع الربط بوضوح بين التربة والكتلة الحيوية ومستجمعات المادة العضوية الميتة.

وينبغي أن تشمل المنهجية الوطنية عنصرا قويا للتحقق يتم من خلاله جمع البيانات المستقلة للتحقق من إمكانية تطبيق القيم الافتراضية والبارامترات الوطنية. وينبغي إجراء أنشطة التحقق على عدد من النطاقات المكانية والزمنية، وقد تشمل بيانات مستمدة من طرق الجرد الأساسية ومن الاستشعار من بعد ومن النمذجة. ويبين الفصل الخامس بالتفصيل النهج العامة للتحقق من تقديرات الجرد.

التربة العضوية

تعوق حدود المعرفة والبيانات الجارية وضع منهجية افتراضية لتقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من وإلى التربة العضوية في الأراضي الحرجية المصرفة من المياه. وسوف تقتصر الإرشادات على تقدير انبعاثات الكربون المقترنة بصرف المياه من التربة العضوية في الأحراج المدارة (المعادلة ٣-٢-١٥).

المعادلة ٣-٢-١٥

انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من التربة العضوية الحرجية المصرفة من المياه

$$\Delta C_{FF_{Organic}} = A_{Drained} \bullet EF_{Drainage}$$

حيث:

$\Delta C_{FF_{Organic}}$ = انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من التربة الحرجية العضوية المصرفة من المياه، أطنان كربون/ سنة؛

$A_{Drained}$ = مساحة التربة الحرجية العضوية المصرفة من المياه بالهكتار؛

$EF_{Drainage}$ = معامل الانبعاث لثاني أكسيد الكربون المنطلق من التربة الحرجية العضوية المصرفة من المياه، أطنان كربون/هكتار سنة (انظر الجدول ٣-٢-٣).

الجدول ٣-٢-٣
القيم الافتراضية لمعامل انبعاث ثاني أكسيد الكربون المنطلق من التربة العضوية المصرفة من المياه في الأحراج المدارة

المناطق الأحيائية	معاملات الانبعاثات (أطنان كربون/هكتار/سنة)	
	القيم	النطاقات
الأحراج المدارية	١,٣٦	٣,٨٢ – ٠,٨٢
الأحراج المعتدلة	٠,٦٨	١,٩١ – ٠,٤١
الأحراج الشمالية	٠,١٦	١,٠٩ – ٠,٠٨

ويفترض استمرار انطلاق الانبعاثات طالما بقيت الطبقة العضوية الهوائية وطالما اعتبرت التربة عضوية.

المستوى ١: تشمل إجراءات الحساب باستخدام أسلوب المستوى ١ إعداد بيانات قطرية عن مساحة التربة الحرجية العضوية المصرفة من المياه واستخدام معامل الانبعاث الافتراضي الملائم. وتلائم هذا الأسلوب البلدان التي لا تكون فيها هذه الفئة الفرعية مهمة وفي الحالات التي لا تتوفر فيها قيم تمثيلية بخصوص $EF_{Drainage}$.

المستوى ٢: يناسب أسلوب المستوى ٢ البلدان التي تكون فيها هذه الفئة الفرعية مهمة. وينبغي على هذه البلدان أن تضع أو تختار قيما تمثيلية بخصوص $EF_{Drainage}$.

المستوى ٣: تشمل منهجية المستوى ٣ تقدير انبعاثات وإزالة ثاني أكسيد الكربون في كل مساحة التربة العضوية المحرجة، بما في ذلك كل الأنشطة البشرية التي يرجح أن تغير النظام الهيدرولوجي ودرجة الحرارة السطحية وتكوين الغطاء النباتي في التربة

العضوية المحرجة، والاضطرابات الرئيسية، مثل الحرائق. ومن *الممارسة السليمة* في إجراءات التقدير باستخدام المستوى ٣ أن يتم إجراء موازنة كاملة للكربون في التربة العضوية المحرجة، بما في ذلك تدفقات كل من ثاني أكسيد الكربون والميثان. كما ينبغي ألا تتعارض منهجيات المستوى ٣ مع إجراءات تقدير غازات الدفيئة غير ثاني أكسيد الكربون الواردة في القسم ٣-٢-١-٤. وتعتبر إجراءات التقدير باستخدام أسلوب المستوى ٣ ملائمة إذا كانت الغابة المدارة في بلد ما تشمل مساحات واسعة من التربة العضوية.

ويوفر الشكل ٣-١-١ (القسم ٣-١) إرشادات بشأن اختيار مستويات تقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في التربة الحرجية العضوية المصرفة من المياه.

٣-٢-١-٣-١-٢ اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة

التربة المعدنية

البارامترات التي يتعين تقديرها هي $SOC_{i,j}$ و T_{ij} و SOC_{ref} و $f_{forest\ type}$ و $f_{man\ intensity}$ و $f_{dist\ regime}$.

المستوى ١: لا تتيح المعرفة القائمة بشأن التربة الحرجية المدارة اشتقاق البارامترات الافتراضية لرصيد كربون التربة ($SOC_{i,j}$). ويبين الجدول ٣-٢-٤ القيم الافتراضية بخصوص SOC_{ref} ، وهو المحتوى من الكربون العضوي في التربة الحرجية المعدنية في الغطاء النباتي في البلد على عمق يتراوح بين صفر و٣٠ سنتيمترا.

المستوى ٢: توفر البلدان قيم SOC_{ref} الخاصة بها من الدراسات المنشورة أو الاستقصاءات التي تمثل أنواع الأحراج والتربة الوطنية الرئيسية. ويتم الحصول في العادة على هذه القيم من خلال وضع و/أو تجميع قواعد بيانات واسعة عن صورة التربة (Scott *et al.*, 2002; NSSC, 1997; Siltanen *et al.*, 1997).

وينبغي الإبلاغ عن المحتوى من الكربون في مساحة كل وحدة (أو أرصدة الكربون) بأطنان من الكربون للهكتار عند عمق أو طبقة معينة للتربة (مثلا على عمق ١٠٠ سنتيمترا أو في الطبقة التي يتراوح عمقها بين صفر و٣٠ سنتيمترا). وكما تبين المعادلة ٣-٢-١٦، يتم الحصول على مجموع المحتوى من SOC عن طريق إيجاد مجموع محتويات SOC في طبقات التربة. ويحسب المحتوى من SOC بضرب تركيز الكربون العضوي لعينة ما (غرام كربون (كيلو غرام/ تربة)) بالعمق والكثافة الحجمية المناظرة (ميغا غرام /متر مكعب) وتكييف المعادلة حسب حجم التربة الذي تشغله الشظايا الخشنة:

الجدول ٣-٢-٤
الرصيد المرجعي الافتراضي (في الغطاء النباتي الوطني) لرصيد الكربون العضوي في التربة (SOC_{REF})
(أطنان كربون لكل هكتار على عمق صفر-٣٠ سنتيمترا)

تربة الأراضي الرطبة [٦]	التربة البركانية[٥]	التربة الجدباء[٤]	التربة الرملية[٣]	التربة المنخفضة النشاط[٢]	التربة المرتفعة النشاط[١]	المنطقة
١٤٦	#٢٠	١١٧	#١٠	لا يوجد	٦٨	الشمالية
٨٧	#٢٠	لا يوجد	٣٤	٣٣	٥٠	المعتدلة الباردة الجافة
	١٣٠	١١٥	٧١	٨٥	٩٥	المعتدلة الباردة الرطبة
٨٨	#٧٠	لا يوجد	١٩	٢٤	٣٨	المعتدلة الدافئة الجافة
	٨٠	لا يوجد	٣٤	٦٣	٨٨	المعتدلة الدافئة الرطبة
٨٦	#٥٠	لا يوجد	٣١	٣٥	٣٨	المدارية الجافة
	#٧٠	لا يوجد	٣٩	٤٧	٦٥	المدارية الرطبة
	#١٣٠	لا يوجد	٦٦	٦٠	٤٤	المدارية المطيرة

ملحوظة: أخذت البيانات من قواعد بيانات التربة (Jobbagy and Jackson (2000) and Bernoux *et al.* (2002). ويبين الجدول متوسط الأرصدة. ويفترض وجود خطأ افتراضي في التقدير بنسبة ٩٥ % (يعبر عنه كانحرافين معياريين 2X كنسبة مئوية من المتوسط لأنواع التربة-المناخ. وتعني عبارة "لا يوجد" لأن هذه الأنواع من التربة لا تظهر في العادة في بعض المناطق المناخية.

تشير إلى الحالات التي لا تتوفر فيها أي بيانات ويتم فيها الاحتفاظ بالقيم الافتراضية المحددة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*.

[١] التربة التي تحتوي على معادن طينية عالية النشاط هي تربة مفككة بدرجة تتراوح بين خفيفة ومعتدلة وتغلب عليها معادن طينية سليكاوية بنسبة ١:٢ (تشمل في تصنيف قاعدة المراجع العالمية لموارد التربة: Leptosols, Vertisols, Kastanozems, Chernozems, Phaeozems, Luvisols, Alisols, Albeluvisols, Solonetz, Calcisols, Gypsisols, Umbrisols, Cambisols, Regosols؛ وتشمل في تصنيف وزارة الزراعة الأمريكية

(Mollisols, Vertisols, high- base status Alfiso ls, Aridisols, Inceptisols)

[٢] التربة الطينية المنخفضة النشاط هي تربة عالية التفكك وتغلب عليها المعادن الطينية وأكاسيد الحديد والألومنيوم اللابلورية بنسبة ١:١ (تشمل في تصنيف قاعدة المراجع العالمية لموارد التربة: Acrisols, Li xisols, Nitisols, Ferralsols, Durisols؛ وتشمل في تصنيف وزارة الزراعة الأمريكية: Ultis ols, Oxisols, acidic Alfiso ls)

[٣] تشمل كل أنواع التربة (بغض النظر عن التصنيف الأحيائي) التي تحتوي على أكثر من ٧٠ في المائة من الرمل و أقل من ٨ في المائة من الطين على أساس التحليلات القياسية لقوام التربة (تشمل في تصنيف قاعدة المراجع العالمية لموارد التربة Ar enosols وتشمل في تصنيف وزارة الزراعة الأمريكية Psamments).

[٤] التربة التي تتسم بدرجة تحمض عالية (تشمل في قاعدة المراجع العالمية لموارد التربة Podzols وتشمل في تصنيف وزارة الزراعة الأمريكية Spodosols).

[٥] التربة المشتقة من الرماد البركاني وتتسم بأشكال معدنية متعددة (تشمل في تصنيف قاعدة المراجع العالمية لموارد التربة Andosols، وتشمل في تصنيف وزارة الزراعة الأمريكية Andisols).

[٦] التربة ذات الصرف المحدود الذي يفضي إلى الفيضان الدوري والظروف اللاهوائية (تشمل في تصنيف قاعدة المراجع العالمية لموارد التربة Gl eysols وتشمل في تصنيف وزارة الزراعة الأمريكية الفصائل المائية).

المعادلة ٣-٢-١٦

المحتوى من الكربون العضوي في التربة

$$SOC = \sum_{horizon=1}^{horizon=n} SOC_{horizon} = \sum_{horizon=1}^{horizon=n} \left([SOC] \cdot BulkDensity \cdot Depth \cdot (1 - frag) \cdot 10\right)_{horizon}$$

حيث:

SOC = المحتوى من الكربون العضوي في التربة الذي يمثل كل أنواع الأحراج والتربة المعنية، أطنان كربون /هكتار؛

$SOC_{horizon}$ = المحتوى من الكربون العضوي في طبقة ما من الطبقات التي تتكون منها التربة، أطنان كربون /هكتار؛

[SOC] = تركيز الكربون العضوي في التربة في كتلة معينة من التربة يتم الحصول عليها من خلال التحليلات المعملية، غرام كربون /(كيلو غرام تربة)؛

Bulk Density = كتلة التربة في حجم العينة، أطنان تربة/متر مكعب (تعادل ميغا غرام/متر مكعب)؛

Depth = عمق الطبقة أو سمكها، متر؛

frag = النسبة المئوية لحج الشظايا الخشنة/١٠٠، بدون أبعاد.[٢]

وينبغي وضع قيم SOC_i ، وSOC_j الثابتة على المستوى القطري أو الإقليمي في المجموعات الرئيسية لأنواع الأحراج وممارسات الإدارة ونظم الاضطرابات. وينبغي إيلاء الأولوية للعوامل التي تنطوي على أكبر تأثير، مع مراعاة التأثير على الكربون العضوي في التربة الحرجية ومدى تأثر الأحراج. ويمكن تصنيف ممارسات الإدارة عموما إلى كثيفة (مثل الحراجة الزراعية التي تتسم بكثافة إعداد المواقع وتخصيبها) أو واسعة (الأحراج الطبيعية التي لا يحدث فيها إلا الحد الأدنى من التدخلات). كما يمكن إعادة تحديد هذه الفئات وفقا للظروف الوطنية. ويرجح أن يستند تحديد معاملات التكييف إلى دراسات مكثفة في مواقع تجريبية وقطع تجريبية تشمل مقارنات موقعية مكررة وتزاوجية (Johnson et al., 2002; Olsson et al., 1996; see also the reviews by Johnson & Curtis, 2001 and Hoover, 2003). ومن الناحية العملية، قد لا يكون ممكنا في كل الحالات فصل تأثيرات الأنواع الحرجية المختلفة وممارسات الإدارة الكثيفة ونظم الاضطرابات المتغيرة، وفي هذه الحالات يمكن جمع بعض معاملات التكييف في معدل واحد. وإذا توفرت في البلد بيانات جيدة التوثيق عن مختلف أنواع الأحراج التي تخضع لمختلف نظم الإدارة، فقد يكون من الممكن اشتقاق SOC_i مباشرة بدون استخدام أرصدة الكربون المرجعية ومعاملات التكييف. وقد يؤدي تقدير تأثير تغير نظم الاضطرابات في مساحات واسعة من خلال دراسات المعاينة إلى إيجاد مشاكل لوجستية عسيرة. وتوفر دراسات النمذجة نهجا بديلا لاشتقاق معاملات التكييف تلك (Bhatti et al., 2001).

[(?)] تحدد قيمة[SOC] في المعتاد بجزء التراب الناعم (وهو في العادة أقل من ٢ مم). وينبغي تصحيح الكثافة الحجمية لنسبة حجم التربة التي تحتلها الشظايا الخشنة (مثل الجزئيات التي يزيد قطرها عن ٢ مم).

ويمكن تقدير فترات الانتقال T بين قيم SOC_i الثابتة من الرصد الطويل الأجل لتغييرات الكربون العضوي في التربة الحرجية. كما يمكن إعادة تقييم فرضية المعدل الخطي لتغييرات رصيد الكربون أثناء الانتقال من أحد أنواع الأحراج/نظم الإدارة إلى آخر.

المستوى ٣: يتوقع أن تستند المنهجيات والبارامترات المستخدمة في بلدان بعينها إلى برامج الرصد الدقيق، جنبا إلى جنب مع الدراسات العملية و/أو دراسات نمذجة العمليات. ويجب أن يمثل النظام الوطني كل أنواع الأحراج المهمة وممارسات الإدارة ونظم الاضطرابات. ولابد من التثبت من النماذج بالمشاهدات المستقلة من خلال الدراسات القطرية أو الإقليمية التي تغطي مجموعة الظروف المناخية وأنواع التربة وممارسات الإدارة. وتنطبق نفس معايير الجودة المبينة في أسلوب المستوى ٢ على البيانات المتعلقة بالكربون العضوي في التربة (SOC). كما ينبغي أن تتوفر وثائق عن البنية، ومرات وإجراءات التحديث، وإجراءات ضمان ومراقبة الجودة في قواعد البيانات المتعلقة بالكربون العضوي في التربة.

التربة العضوية

البارامترات التي سيتم تقديرها هي معامل (معاملات) انبعاث ثاني أكسيد الكربون من التربة الحرجية العضوية المصرفة من المياه: $EF_{Drainage}$

المستوى ١: يوفر الجدول ٣-٢-٣ قيما افتراضية بخصوص $EF_{Drainage}$ مشتقة من القيم المقابلة للتحويل إلى مراع/أحراج في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* (الدليل المرجعي، القسم ٥-٣-٩). وتنطبق هذه القيم طالما بقيت التربة العضوية المصرفة من المياه.

المستوى ٢: ينبغي على البلدان التي تضع معاملات انبعاث خاصة بها أو تستخدم معاملات انبعاث مختلفة عن القيم الافتراضية أن تقدم أدلة علمية على موثوقية تلك المعاملات وشمولها التمثيلي، وأن توثق الإجراءات التجريبية المستخدمة في اشتقاق تلك القيم، وتقدم تقديرات بشأن أوجه عدم التيقن.

٣-٢-١-٣-١-٣ اختيار بيانات الأنشطة

من *الممارسة السليمة* التمييز بين الأحراج المدارة المعدنية التربة والعضوية التربة. وترد في قائمة المصطلحات المعايير المحددة للتربة العضوية. ولأغراض هذا التقييم فإن عمق الطبقة العضوية نفسها ليس على نفس درجة أهمية وجود هذه الطبقة. ولذلك يتم تشجيع البلدان على استخدام معاييرها الوطنية الخاصة المتعلقة بتحديد العمق للتمييز بين التربة العضوية والتربة المعدنية. وتضم التربة المعدنية كل أنواع التربة التي لا ينطبق عليها تعريف التربة العضوية.

وتعتبر قوائم جرد الأحراج مصادر بيانات مفضلة عندما تتضمن توصيفا للتربة. ويمكن لبرامج المعاينة الإحصائية المصنفة أن توفر تقديرات لنسبة الأحراج المدارة العضوية التربة، ولكنها لن تشير إلى موقعها. على أنها تعتبر خطوة أولى مقبولة في تحديد أهمية التربة العضوية الحرجية. ويمكن بدلا عن ذلك اشتقاق تقدير مساحة التربة العضوية الحرجية من وضع المعلومات على خرائط التربة وخرائط الغطاء الأرضي واستخدام الأراضي. على أن المستوى النسبي لعدم التيقن المرتبط بهذا النوع من عمليات نظام المعلومات الجغرافية يكون مرتفعا لأنها تجمع بين أخطاء الفعل أو السهو في كل الخرائط المستخدمة. وتوفر كتب نظام المعلومات الجغرافية القياسية إرشادات عن معالجة الأخطاء في عمليات وضع المعلومات على الخرائط.

التربة المعدنية

المستوى ٢: تتألف بيانات الأنشطة من أنواع الأحراج الرئيسية وممارسات الإدارة ونظم الاضطرابات والمساحات التي تنطبق عليها هذه البيانات بما يتفق مع الإرشادات الواردة في الفصل الثاني من هذا التقرير. ويفضل أن ترتبط البيانات بقائمة جرد الأحراج الوطنية، إن وجدت، أو بقواعد البيانات الوطنية المتعلقة بالتربة والمناخ.

والتغييرات المعتادة هي: تحويل الأحراج غير المدارة إلى أحراج مدارة، وتحويل الأحراج في بلد ما إلى نوع حرجي جديد، وتكثيف أنشطة إدارة الأحراج، مثل إعداد المواقع وغرس الأشجار واستخدام دورات زراعية أقصر، والتغييرات التي تطرأ على

ممارسات القطع (جذوع الأشجار في مقابل قطع الأشجار الكاملة، ومقدار البقايا المتخلفة عن القطع في الموقع)، ووتيرة الاضطرابات (تفشي الآفات والأمراض، والفيضانات، والحرائق، إلخ). وتتفاوت مصادر البيانات تبعا لنظام إدارة الأحراج المطبق في البلد، ولكنها قد تشمل بعض الموردين أو الشركات، والسلطات التنظيمية المعنية بالأحراج، ومؤسسات البحوث، والوكالات المسؤولة عن جرد الأحراج. وتتفاوت أشكال البيانات تفاوتا كبيرا، وتشمل، من بين جملة أمور، تقارير الأنشطة، وقوائم جرد إدارة الأحراج، والصور المستشعرة من بعد.

وينبغي توسيع السجلات لتشمل التغييرات المهمة التي حدثت على مدى السنوات T التي وقع الاختيار عليها لتكون فترة الانتقال، أو سيلزم إجراء تنبؤ استشرافي.

المستوى ٣: من *الممارسة السليمة* استخدام نفس أنواع الأحراج وممارسات الإدارة ونظم الاضطرابات المستخدمة في تقدير الانبعاثات/الإزالة في مستجمعات الأحراج الأخرى.

التربة العضوية

تتألف بيانات الأنشطة من $A_{Drainage}$، وهي مساحة التربة العضوية المصرفة من المياه (بما في ذلك الأرض الخثية) التي تغطيها الغابة. وتشمل مصادر البيانات المحتملة سجلات إدارة الأحراج لدى سلطات صناعة أو تنظيم الأحراج. وقد يستعان بدلا من ذلك بمعلومات الخبراء في هذه الهيئات.

٣-٢-١-٣-١-٤ تقدير عدم التيقن

التربة المعدنية

ينشأ أكبر قدر من عدم التيقن من تحديد قيم SOC (أطنان كربون /هكتار) في المساحات الكبيرة (المعادلة ٣-٢-١٤). وتنطوي القيم الافتراضية على نسبة كبيرة من عدم التيقن عند تطبيقها على بلدان محددة. ويبين الجدول ٣-٢-٤ الانحرافات المعيارية لأرصدة كربون التربة المرجعية في الغطاء النباتي الوطني.

وفي البلدان التي تضع قيم SOC الخاصة بها، يتمثل أهم مصدرين لعدم التيقن في الكثافة الحجمية للتربة وحجم التربة الذي تشغله الشظايا الخشنة. وعند حساب قيم SOC في الأراضي الحرجية، يفترض أن نسبة عدم التيقن في قيم الكثافة الحجمية تبلغ ٤٠ في المائة وأن عدم التيقن في حجم التربة الذي تشغله الشظايا الخشنة يبلغ معاملا قيمته ٢. ويفترض أن الثلاثين سنتيمترا العلوية المؤلفة من التربة الحرجية المعدنية تحتوي على ٥٠ في المائة من مجموع SOC. ويمكن تقليل عدم التيقن المقترن بالعينات السطحية عن طريق تقديم أدلة علمية على ما يلي: (١) نسبة مجموع SOC المحتوى في عمق عينة التربة، (٢)العمق الذي يستجيب عنده SOC للتغييرات في أنواع الأحراج وممارسات الإدارة ونظم الاضطرابات. ويوفر الإطار ٥-٢-٤ في الفصل الخامس إرشادات عامة بشأن معالجة عدم التيقن عندما تشتق التقديرات من مخرجات النماذج.

التربة العضوية

تنشأ أعلى مستويات عدم التيقن من معاملات انبعاث ثاني أكسيد الكربون في التربة العضوية المصرفة من المياه. ويفترض أن $EF_{Drainage}$ يتفاوت بمقدار الضعفين. ويطرح قياس رصيد الكربون في التربة العضوية تحديا كبيرا بسبب التغيرات الكبيرة في الكثافة الحجمية (من ٠,٠٥ إلى ٠,٢ غرام للسنتيمتر المكعب، بفارق أربعة أضعاف)، وفي مجموع عمق الطبقة العضوية (وهو ما يمثل مصدرا كبيرا للتغيرات). وتنشأ أوجه عدم تيقن أخرى لأن التغيرات في رصيد الكربون لا تفرق بين نقل الكربون خارج الموقع كمادة عضوية منحلة في مقابل الانبعاثات المنطلقة إلى الغلاف الجوي.

٣-٢-١-٤ انبعاثات غازات الدفيئة غير ثاني أكسيد الكربون

يتناول هذا القسم انبعاثات أكسيد النيتروز من التربة الحرجية وانبعاثات غازات الدفيئة غير ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن حرق الكتلة الحيوية. ويتكون أكسيد النيتروز وأكاسيد النيتروجين أساسا في التربة كنواتج ثانوية لعمليات إضافة أو إزالة النيتروجين.

وتنطلق الانبعاثات المباشرة بسبب تخصيب الأحراج بالنيتروجين وصرف التربة الحرجية الرطبة (التذييل ٣(أ)٢)، وتنطلق الانبعاثات غير المباشرة من خلال ترسب النيتروجين من الغلاف الجوي والتبييض والصرف. ويتناول فصل الزراعة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* انبعاثات أكسيد النيتروز غير المباشرة، ولذلك فإننا لا نتناولها هنا من أجل تفادي ازدواجية في الحساب. وقد يؤدي تجيير التربة الحرجية إلى تقليل انبعاثات أكسيد النيتروز في بعض البيئات، ولكنه يزيد الانبعاثات في بيئات أخرى (Klemedtsson *et al.*, 1997, Mosier *et al.*, 1998, Papen and Butterbach-Bahl, 1999). وقد تزداد انبعاثات أكسيد النيتروز بسبب إدارة الأحراج، مثل إزالة النباتات والخف. على أن البيانات المتاحة غير كافية ومتناقضة في بعض الأحيان، ولذلك لا يتناول هذا القسم أثر تلك الممارسات.

وقد تزداد انبعاثات أكسيد النيتروز في جزء كبير من عمر الغابة بسبب زراعة الأنواع الشجرية المثبتة للنيتروجين، ولكن البيانات المتاحة لا تكفي لتوفير منهجية افتراضية.

وتمثل مصارف الميثان في الأحراج المعرضة للتهوية وغير المعرضة للاضطرابات عملية طبيعية وتقدر في المتوسط بنحو ٢,٤ كيلو غراما من الميثان/هكتار/سنة (Smith *et al.*, 2000). وقد يتغير كثيرا مصرف الميثان هذا بسبب إدارة الأحراج، وبخاصة التخصيب بالنيتروجين. ولا تتوفر حاليا طرق وبيانات لتقدير التغييرات التي تطرأ على أكسدة الميثان. وحالما تتوفر معلومات إضافية، قد يكون من الممكن إجراء بحث كامل لمختلف الأنشطة وما تنطوي عليه من آثار على أكسدة الميثان في الأراضي المخصبة.

أكسيد النيتروز

يشمل الفصل الرابع الذي يتناول الزراعة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* انبعاثات أكسيد النيتروز من التخصيب بالنيتروجين كما يأخذ في الحسبان انبعاثات أكسيد النيتروز من ترسب النيتروجين الذي يعد "انبعاثات غير مباشرة لأكسيد النيتروز." ونقدم أدناه إرشادات محددة بشأن تطبيق الأسلوب المأخوذ من الفصل الرابع من *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* لتقدير انبعاثات أكسيد النيتروز من الأحراج بسبب استخدام المخصبات. ويعرض التذييل ٢ الملحق بالفصل الثالث المنهجية المتبعة في تقدير انبعاثات أكسيد النيتروز نتيجة صرف المياه من التربة الحرجية الرطبة. وتصل ترسبات النيتروجين إلى الأحراج من الغلاف الجوي والصرف وعمليات التبييض في الحقول الزراعية المجاورة. وقد تناول بالفعل الفصل الخاص بالزراعة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* انبعاثات أكسيد النيتروز الناتجة عن ترسب النيتروجين والصرف والتبييض باعتبارها "انبعاثات غير مباشرة." ولا نتناول هذه الانبعاثات هنا لتفادي ازدواجية في الحساب. ويفترض أن التبييض والصرف في الأحراج حيث تستخدم الأسمدة النيتروجينية في المناطق غير الحرجية المجاورة أو المناطق الحرجية غير المسمدة ليس له تأثير يذكر. وسبب ذلك هو أن التبييض والصرف يكون أقل في الأحراج عنه في الأراضي الزراعية ويبدو أن معامل الانبعاث المستخدم في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* مرتفع.

٣-٢-١-٤-١ القضايا المنهجية

يماثل أسلوب تقدير انبعاثات أكسيد النيتروز من التربة الحرجية الأسلوب الوارد في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* الخاصة بالزراعة والمبينة في *دليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠*. وتبين المعادلة ٣-٢-١٧ المعادلة الأساسية المأخوذة من دليل الممارسات *السليمة لعام ٢٠٠٠*.

المعادلة ٣-٢-١٧

انبعاثات أكسيد النيتروز المباشرة من الأحراج المدارة

$$N_2O\ direct\text{-}N_{FF} = (N_2O\ direct\text{-}N_{fertiliser} + N_2O\ direct\text{-}N_{drainage})$$

حيث:

N_2O direct-N_{FF} = انبعاثات أكسيد النيتروز المباشرة من الأحراج المدارة بوحدات النيتروجين، جيغا غرام نيتروجين؛

N_2O direct-$N_{fertiliser}$ = انبعاثات أكسيد النيتروز المباشرة الناتجة عن تسميد الأحراج بوحدات النيتروجين، جيغا غرام نيتروجين؛

N_2O direct-$N_{drainage}$ = انبعاثات أكسيد النيتروز المباشرة الناتجة عن صرف المياه من التربة الحرجية الرطبة بوحدات النتروجين، جيغا غرام نيتروجين.

وتبين المعادلة ٣-٢-١٨ في الأقسام الواردة أدناه أسلوب تقدير انبعاثات أكسيد النيتروز نتيجة استخدام الأسمدة في الأحراج. ويبين التذييل ٣(أ) ٢ أسلوب تقدير انبعاثات أكسيد النيتروز من صرف المياه من التربة الحرجية الرطبة، ويمكن تطبيقها اختياريا حيثما تتوفر البيانات.

٣-٢-١-٤-١-١ اختيار الأسلوب

يعرض الشكل ٣-١-١ مخططا لتسلسل القرارات المتعلقة باختيار مستوى الأسلوب ذي الصلة بانبعاثات أكسيد النيتروز من الأراضي الحرجية. وكما يتضح من المعادلة ٣-٢-١٧، تشمل انبعاثات أكسيد النيتروز مصدرين، هما تسميد الأحراج وصرف المياه من التربة الحرجية الرطبة.

المستوى ١: معدلات انبعاث أكسيد النيتروز من تسميد الأحراج هي نفسها في المناطق الزراعية. وبذلك ينبغي استخدام *الممارسة السليمة* المأخوذة عن *دليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠* لتقدير انبعاثات أكسيد النيتروز من مدخلات النيتروجين كأسمدة معدنية أو عضوية في الأحراج. وترد تقارير الإبلاغ عن انبعاثات أكسيد النيتروز من الروث الذي ترسبه حيوانات الرعي في المناطق الحرجية في الجزء الذي يتناول التربة الزراعية في الفصل المتعلق بالزراعة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* ضمن انبعاثات المراعي/المراعي المفتوحة/الحظائر وينبغي عدم تقديرها على حدة في القسم الخاص بالأحراج.

وتحسب انبعاثات أكسيد النيتروز المباشرة الناتجة عن تسميد الأراضي الحرجية مثلما في المعادلة ٣-٢-١٨:

المعادلة ٣-٢-١٨

انبعاثات أكسيد النيتروز المباشرة من تخصيب الأحراج

$$N_2O\ direct\text{-}N_{fertiliser} = (F_{SN} + F_{ON}) \bullet EF_1)$$

حيث:

$N_2O\ direct\text{-}N_{fertiliser}$ = انبعاثات أكسيد النيتروز المباشرة من تسميد الأحراج بوحدات النيتروجين، جيغا غرام نيتروجين؛

F_{SN} = المقدار السنوي من نيتروجين الأسمدة التركيبية المستخدم في التربة الحرجية بعد تعديله لمراعاة المقدار المتطاير على شكل أمونيا وأكاسيد نيتروجين، جيغا غرام نيتروجين؛

F_{ON} = المقدار السنوي من نيتروجين الأسمدة العضوية المستخدم في التربة الحرجية بعد تعديله لمراعاة المقدار المتطاير على شكل أمونيا وأكاسيد نيتروجين، جيغا غرام نيتروجين؛

EF_1 = معامل انبعاث أكسيد النيتروز من مدخلات النيتروجين، كيلو غرام أكسيد النيتروز بوحدات النيتروجين/كيلو غرام من مدخلات النيتروجين.

ولحساب انبعاثات أكسيد النيتروز باستخدام هذه المعادلة لابد من تقدير مقادير مدخلات النيتروجين ومقادير F_{SN} وF_{ON}. ومن *الممارسة السليمة* تعديل المقدار المتطاير على شكل أمونيا وأكاسيد نيتروجين باستخدام نفس معاملات التطاير المستخدمة في الفصل المتعلق بالزراعة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*. وتحسب انبعاثات أكسيد النيتروز غير المباشرة الناتجة عن النيتروجين المتطاير مثلما في الفصل المتعلق بالزراعة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*.

المستوى ٢: في إطار أسلوب المستوى ٢، يمكن إدراج المعلومات الخاصة بالبلد وأنشطة الإدارة الإضافية عند تقدير انبعاثات أكسيد النيتروز:

يمكن للبلدان أن تستخدم المعادلة ٣-٢-١٨ مع معامل انبعاث EF_1 يتم تحديده وفقا لظروف البلد. ويتضمن الإطار ٤-١ المعنون "الممارسة السليمة في اشتقاق معاملات الانبعاث الخاصة بالبلد" إرشادات محددة بشأن *الممارسات السليمة* المتعلقة باشتقاق معاملات الانبعاث في كل بلد على حدة. وإضافة إلى ذلك، يمكن للبلدان توسيع التقدير ليشمل أثر تجيير وإدارة الأحراج (الخف والقطع) على انبعاثات أكسيد النيتروز. ويمكن أن يقلل التجيير انبعاثات أكسيد النيتروز من الأحراج في بعض البيئات ويزيدها في بيئات أخرى.

المستوى ٣: توجد بعض النماذج لتقدير انبعاثات أكسيد النيتروز(Renault, 1999, Conen *et al.*, 2000, Stange and Butterbach-Bahl, 2002). وتطبق النماذج المتقدمة القادرة على تمثيل آثار ممارسات الإدارة وغيرها من المتغيرات المؤثرة الأخرى ذات الصلة. ومن *الممارسة السليمة* التثبت من النماذج في مقابل القياسات وإجراء توثيق دقيق لبارامترات النموذج ومعايرته.

وتحسب معظم النماذج انبعاثات أكسيد النيتروز التي تشمل أكثر من الانبعاثات المنطلقة بفعل الإنسان. ويمكن تقدير الانبعاثات البشرية المباشرة عن طريق تشغيل النموذج مع أو بدون التخصيب وصرف المياه، واستخدام الفرق باعتباره عنصر الانبعاثات الناشئ عن فعل الإنسان مباشرة.

٣-٢-١-٤-١-٢ اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة

المستوى ١: كما جاء في *دليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠* فإن معامل الانبعاث الافتراضي (EF_1) هو ١,٢٥ في المائة من النيتروجين المستخدم، وينبغي استخدام هذه القيمة في أسلوب المستوى ١.

المستوى ٢: قد تضع البلدان معاملات انبعاث محددة تكون ملائمة أكثر لها. ويتضمن الإطار ٤-١ (الممارسة السليمة في اشتقاق معاملات الانبعاث الخاصة بالبلد) في الصفحة ٧١ من الفصل الرابع من *دليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠* إرشادات محددة بشأن *الممارسات السليمة* المتعلقة بكيفية اشتقاق معاملات الانبعاث في كل بلد على حدة. ويعد توفر معاملات في كل بلد على حدة أساسيا إذا كانت تأثيرات التجيير والإدارة ستؤخذ في الحسبان.

المستوى ٣: في حالة تقدير انبعاثات أكسيد النيتروز باستخدام النماذج، يلزم التأكد من أن هذه النماذج تميز بين "انبعاثات أكسيد النيتروز غير المباشرة" من ترسب النيتروجين (التي يتناولها الفصل الخاص بالزراعة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*) والتخصيب. ومثال ذلك أن نموذج PnET-N-DNDC هو نموذج موجه نحو العمليات ويمكن استخدامه بالفعل في تقدير انبعاثات أكسيد النيتروز من التربة الحرجية (Butterbach-Bahl *et al.*, 2001; Li *et al.*, 2000).

٣-٢-١-٤-١-٣ اختيار بيانات الأنشطة

تحسب انبعاثات أكسيد النيتروز من الأحراج المدارة على أساس مدخلات النيتروجين المعدنية والعضوية في التربة الحرجية. وبعض البلدان لديها بيانات عن تخصيب الأحراج والزراعة كل على حدة، وسوف تستطيع إجراء التقديرات. على أن كثيرا من البلدان قد لا يوجد لديها سوى إحصائيات عن مبيعات الأسمدة الوطنية. وإذا لم تتوفر هذه البيانات، يمكن للبلدان أن تتبع الإرشادات الواردة أدناه لفصل المقدار المستخدم في التربة الزراعية والتربة الحرجية، أو قد تقوم بالإبلاغ عن كل الانبعاثات في إطار أسلوب المستوى ١ في قطاع الزراعة. ومع ذلك، ينبغي الإشارة بوضوح إلى ذلك في قائمة الجرد.

F_{SN}: هو نفس المصطلح المستخدم في الفصل المتعلق بالزراعة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* للإشارة إلى النيتروجين التركيبي المستخدم في التربة الزراعية بعد تعديله لمراعاة المقدار المتطاير على شكل أمونيا وأكاسيد نيتروجين، باستخدام نفس معاملات التطاير المستخدمة في فصل الزراعة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*. ويوجد لدى كثير من البلدان إحصائيات عن مبيعات الأسمدة الوطنية. ويمكن للبلدان أن تحدد مقدار الأسمدة النيتروجينية التركيبية المستخدمة في الأحراج عن طريق خصم مقدار الأسمدة المستخدمة في الزراعة من المجموع الوطني للأسمدة النيتروجينية المستخدمة. ويمكن بدلا من ذلك تقدير استخدام الأسمدة في الأحراج باعتباره ناتج المساحة المقدرة للأحراج المخصبة ومتوسط معدل التخصيب.

وفي البلدان القادرة على التمييز بين الأسمدة المستخدمة في الأحراج المزروعة حديثا مقابل الأحراج القديمة، يمكن استخدام أسلوب المستوى ٢ لتقدير F_{SN}. وبالنسبة للأسمدة المستخدمة في المزارع الحرجية التي لم تبلغ بعد الظلة الحرجية المغلقة، ينبغي تعديل الفواقد الناجمة عن التطاير وفقا للفصل المتعلق بالزراعة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*، أي مراعاة جزء النيتروجين المستخدم الذي يفقد بالتطاير. وبالنسبة للأسمدة المستخدمة في الأحراج ذات الظلة الحرجية المغلقة، يمكن افتراض أن التعديل يساوي صفرا، أي افتراض أن كل النيتروجين المتطاير يبقى داخل الغابة.

F_{ON}: يقدر النيتروجين العضوي المستخدم في تربة الأحراج استنادا إلى كمية النفايات العضوية المنتشرة في الأحراج ومحتواها من النتروجين. وتعدل الفواقد الناتجة عن التطاير وفقا للإرشادات الواردة بشأن تقدير F_{SN} .

٣-٢-١-٤-١-٤ تقدير عدم التيقن

يمكن أن تنطوي تقديرات انبعاثات أكسيد النيتروز الناتجة عن تخصيب الأحراج على درجة عالية من عدم التيقن للأسباب التالية: (أ) التغيرات المكانية والزمنية الكبيرة للانبعاثات؛ (ب) ندرة القياسات الطويلة الأجل وقلة الشمول التمثلي للبيانات المتعلقة بالأقاليم الكبرى؛ (ج) عدم التيقن المرتبط بالتجميع المكاني وعدم التيقن المتأصل في معاملات الانبعاث وبيانات الأنشطة.

المستوى ١: فيما يتعلق بقيم EF_1 وF_{SN} وF_{ON}، من *الممارسة السليمة* تطبيق نطاق عدم التيقن المطبق على فئة مصادر الزراعة ما لم تتوفر تحليلات تفصيلية.

معاملات الانبعاث: لا يوجد سوى القليل من البيانات المقاسة المتعلقة أساسا بآثار التسميد والتجيير وإدارة الأحراج في الأقاليم الشمالية والمعتدلة في أوروبا. وتتسم المعاملات المقاسة المتعلقة بانبعاث أكسيد النيتروز بتوزيع ملتو يرجح أن يكون توزيعا طبيعيا لوغاريتميا.

EF_1 : استنادا إلى آخر البيانات (Smith *et al*., 1999; Mosier and Kroeze, 1999)، يقترح *دليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠* أن أفضل تقدير لعدم اليقين المرتبط بمعامل الانبعاث EF_1 والبالغ ١,٢٥ في المائة يتراوح بين ٠,٢٥ في المائة و٦ في المائة. ويفترض أن نفس نطاق عدم التيقن ينطبق على الانبعاثات المنطلقة من الأحراج.

بيانات الأنشطة: إذا كان لدى البلد إحصائيات منفصلة عن الأسمدة المستخدمة في الأحراج والمستخدمة في الزراعة، فيمكن افتراض أن عدم اليقين المرتبط بإحصائيات الأسمدة المستخدمة في الأحراج يشبه عدم اليقين المرتبط بإحصائيات الأسمدة المستخدمة في الزراعة. وفي هذه الحالة، تستخدم نفس درجة عدم التيقن في هاتين الفئتين من فئات المصادر، حيث تستخدم مثلا نسبة ١٠ في المائة أو أقل لمقدار الأسمدة المعدنية و٢٠ في المائة أو أقل لمقدار الأسمدة العضوية (الفصل الرابع، الزراعة، من *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي، ودليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠*). وإذا كان البلد يشتق مقدار الأسمدة المستخدمة في الأحراج وفي الزراعة من مجموع وطني، فيلزم إجراء تقدير منفصل إضافي لعدم التيقن المرتبط بالتقسيم. وسوف يرتبط مجموع عدم اليقين ببلد بعينه وسيكون أعلى مما في الإحصائيات المنفصلة.

المستوى ٢: يبين الإطار ٤-١ (الممارسة السليمة في اشتقاق معاملات الانبعاث الخاصة بالبلد) في الصفحة ٧١ من الفصل الرابع من *دليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠ الممارسات السليمة المتعلقة* باشتقاق معاملات الانبعاث في بلدان بعينها.

المستوى ٣: من المحتمل أن توفر النماذج القائمة على العمليات تقديرا أكثر واقعية ولكن يلزم معايرتها والتثبت منها في مقابل القياسات. ويلزم الحصول على قياسات تمثيلية كافية لأغراض التثبت. وترد في القسم ٥-٢ المعنون "تحديد أوجه عدم التيقن وقياسها كميا" إرشادات عامة بشأن تقدير عدم التيقن في الطرق المتقدمة. وقد تم إجراء تقدير لعدم التيقن المرتبط بنموذج PnET-N-DNDC (Stange *et al*., 2000). ويمكن أن يعتبر ذلك مثالا لكيفية المضي قدما في هذا العمل.

انبعاثات غازات الدفيئة من حرق الكتلة الحيوية

يحدث حرق الكتلة الحيوية في كثير من أنواع استخدامات الأراضي وينجم عنه انطلاق انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز وأكاسيد النيتروجين. ويتناول هذا القسم نوعين عامين من أنواع حرق الكتلة الحيوية، هما الحرق في الأحراج المدارة، والحرق أثناء تحويل استخدام الأرض. ويستخدم نفس النهج الأساسي في تقدير انبعاثات غازات الدفيئة من حرق الكتلة الحيوية بغض النظر عن النوع المحدد لاستخدام الأرض. ونعرض هنا النهج الأساسي ونشير إليه في أقسام هذا الفصل الأخرى ذات الصلة (مثل الأراضي المحولة إلى أراض زراعية). ويوفر هذا القسم إرشادات بشأن *الممارسات السليمة* المتعلقة بتقدير الانبعاثات الناتجة عن حرق الكتلة الحيوية في:

- الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية؛

- الأراضي المحولة إلى أراض حرجية؛
- الأراضي المحولة إلى أرض زراعية؛
- الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية.

وتتناول *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* نوعي حرق الكتلة الحيوية كليهما في قطاع استخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي والحراجة (الفصل الخامس). وتعالج الانبعاثات الناتجة عن الحرق لتحويل استخدام الأراضي في إطار "تحويلات الأراضي الحرجية والمروج الطبيعية"، ويتم تناول الانبعاثات الناتجة عن الحرق لإدارة الأراضي في "حرق الكتلة الحيوية الحرجية في مواقعها." وتستخدم *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* نفس الأسلوب ونفس المعاملات الافتراضية لتقدير الانبعاثات على الرغم من عرض كل على حدة. وفي *إرشادات الممارسات السليمة* هذه، لم تتغير منهجية تقدير الانبعاثات الناتجة عن الحرق لتحويل الأراضي من حيث الجوهر عن المنهجية الواردة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*، ولكن نطاق تغطية الانبعاثات الناتجة عن الحرق لإدارة الأراضي يتسع في حالة الأحراج المدارة ليشمل تأثير كل من الحرائق المتعمدة والحرائق البرية على انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والغازات غير ثاني أكسيد الكربون في كل الأراضي الحرجية غير المدارة.[٣]

ويغطي *دليل الممارسة السليمة لعام ٢٠٠٠* الحرق لإدارة الأراضي في الزراعة. وترد إرشادات بشأن تقدير الانبعاثات الناتجة عن الحرق المقصود للسافانا وحرق البقايا الزراعية في الحقول في إطار قطاع الزراعة. ويفترض أن ثاني أكسيد الكربون المنبعث يزيله التمثيل الضوئي للنباتات السنوية التي تنمو أثناء السنة التالية ولذلك لا تؤخذ في الاعتبار سوى الغازات غير ثاني أكسيد الكربون.

٣-٢-١-٤-٢ القضايا المنهجية

يمكن عموما تصنيف الحرائق إلى حرائق متعمدة (أو تخضع للسيطرة) وحرائق برية. فأما الحرائق المقترنة بتطهير الأراضي وأنشطة إدارة النظم الايكولوجية فإنها تخضع في العادة للسيطرة. وتشمل أهم أنواع الحرائق المتعمدة '١' حرائق تطهير الأراضي أثناء تحويل الأحراج؛ '٢' زراعة القطع والحرق؛ '٣' حرق البقايا المتخلفة عن قطع جذوع الأشجار (القطع)؛ '٤' الحرائق المتعمدة المنخفضة النشاط لإدارة حمولات الوقود. والغرض من هذه الحرائق في العادة هو التخلص من الكتلة الحيوية غير المطلوبة. وتتم السيطرة على متوسط درجة حرارة الحريق وتكون ظروف الحرق أكثر اتساقا والانبعاثات أقل تغيرا. وفي المقابل، فإن الخصائص التي تتسم بها الحرائق البرية تكون عالية التغيرات من حيث درجة الحرارة وكميات الكتلة الحيوية المتوفرة واكتمال الاحتراق وأثره على المجموعات الحرجية. ومن بين الحرائق البرية تعتبر الحرائق الأرضية أقل كثافة وأقل تأثيرا على الأشجار من حرائق الغطاء التاجي. وعندما تحرق الأراضي المدارة، ينبغي الإبلاغ عن الانبعاثات الناتجة عن كل من الحرائق المتعمدة والحرائق البرية حتى يمكن أن تؤخذ في الاعتبار فواقد الكربون في الأراضي المدارة.[٤]

ويعد تقدير أثر الحرائق، وبخاصة الحرائق البرية المرتفعة الحرارة، أكثر صعوبة من الحرائق الخاضعة للسيطرة. ونتيجة لذلك تعرف تأثيرات الحرائق الخاضعة للسيطرة بشكل أفضل من الحرائق البرية.

وفي الأحراج المدارة، يلزم تقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن الاحتراق لأن امتصاص الكربون في النباتات التي تنمو من جديد يؤخذ في الحساب (Kirschbaum, 2000)- انظر المعادلتين ٣-٢-٢ و٣-٢-٦. ولذلك من *الممارسة السليمة* تقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وغير ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن حرق الكتلة الحيوية في الأراضي الحرجية المدارة. وتتضمن الأجزاء التي تتناول المعادلة ٣-٢-٩ من القسم ٣-٢-١-١ الأسلوب المستخدم في إجراء هذه التقديرات. ولا يتزامن إطلاق انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الحرائق مع معدل الامتصاص في الأحراج التي تنمو من جديد وقد يستغرق عزل كميات الكربون المنطلقة من الحرائق البرية أو المتعمدة سنوات كثيرة. وإذا طبقت طرق لا تأخذ في الحساب عمليات الإزالة الناتجة عن النمو من

---

[٣] لا يشمل ذلك إلا الأراضي الحرجية لأن الحرق لأغراض إدارة الأرض في الأراضي الزراعية والمروج الطبيعية يتناوله قطاع الزراعة في *دليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠*.

[٤] ينبغي عدم الإبلاغ عن تأثير الحرائق في الأراضي الحرجية غير المدارة.

جديد بعد الاضطرابات الطبيعية، فلا يلزم حينئذ الإبلاغ عن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المقترنة بالاضطرابات الطبيعية. ومن *الممارسة السليمة* توثيق ذلك على نحو يتسم بالشفافية.

ويمكن استخدام المنهجية المبينة أدناه لتقدير انبعاثات الميثان وأكسيد النيتروز وأول أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين الناتجة عن حرق الكتلة الحيوية في الأراضي الحرجية المدارة وانبعاثات هذه الغازات الناتجة عن الحرائق المرتبطة بتحويل استخدام الأراضي.

٣-٢-١-٤-٢-١ اختيار الأسلوب

يُستخدم الأسلوب القائم المبين في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* لتقدير انطلاق الكربون أثناء اندلاع الحرائق كنسبة٥٠ في المائة (على فرض أن هذا يمثل المحتوى من الكربون في الكتلة الحيوية) من كتلة الوقود المحترق بالفعل وتستخدم هذه النسبة كأساس لحساب انبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون (انظر المعادلة ٣-٢-٦). ويبقى بعض الوقود المحترق جزئيا في شكل فحم يكون ثابتا نسبيا على مر الزمن (Houghton, 1999).

ويحسب انطلاق الكربون من الكتلة الحيوية المحترقة كجزء من تحويل الأرض الحرجية/المروج الطبيعية باستخدام منهجية بسيطة مبينة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* (القسم ٥-٣). ونوسع أدناه هذه المنهجية لتشمل كل أنواع النبات.

ويمكن تقدير انبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون استنادا إلى مجموع الكربون المنطلق باستخدام المعادلة ٣-٢-١٩ (Crutzen and Andreae, 1990; Andreae and Merlet, 2002):

المعادلة ٣-٢-١٩

تقدير انبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون من الكربون المنطلق

انبعاثات الميثان = (الكربون المنطلق) ● (نسبة الانبعاثات) ● ١٦/١٢

انبعاثات أول أكسيد الكربون = (الكربون المنطلق) ● (نسبة الانبعاثات) ●٢٨/١٢

انبعاثات أكسيد النيتروز = (الكربون المنطلق) ● (نسبة النيتروجين/الكربون) ●(نسبة الانبعاثات) ● ٤٤/٢٨

انبعاثات أكاسيد النيتروجين = (الكربون المنطلق) ● (نسبة النيتروجين/الكربون) ●(نسبة الانبعاثات) ● ٤٦/١٤

وتلخص المعادلة التالية المنهجية الموسعة لتقدير غازات الدفيئة (ثاني أكسيد الكربون والغازات غير ثاني أكسيد الكربون) المنطلقة مباشرة من الحرائق:

المعادلة ٣-٢-٢٠

تقدير غازات الدفيئة المنبعثة مباشرة من الحرائق

$$L_{fire} = A \bullet B \bullet C \bullet D \bullet 10^{-6}$$

حيث:

L_{fire} = كمية غاز الدفيئة المنبعث بسبب الحريق، أطنان من غاز الدفيئة؛

A = المساحة المحروقة، بالهكتار؛

B = كتلة الوقود "المتاح"، كيلو غرام مادة جافة/هكتار؛

C = كفاءة الاحتراق (أو جزء الكتلة الحيوية المحترقة)، بدون أبعاد. (انظر الجدول ١٢ في المرفق ١).

D = معامل الانبعاث، غرام / (كيلو غرام مادة جافة).

ويتم إجراء عمليات الحساب الخاصة بكل غاز من غازات الدفيئة على حدة باستخدام معامل الانبعاث الملائم.

وتتوقف دقة التقديرات على البيانات المتاحة. ويحدد تطبيق مخطط تسلسل القرارات المبين في الشكل ٣-١-١ الأسلوب من ١ إلى ٣ الذي سيستخدم. وفي أسلوب المستوى ١، يمكن استخدام النهجين المشار إليهما أعلاه لتقدير انبعاثات كل غاز من غازات الدفيئة باستخدام البيانات الافتراضية. وفي أسلوب المستوى ٢، تستخدم بيانات الأنشطة أو معاملات الانبعاث الخاصة بالبلد، بينما تستخدم البيانات والطرق الخاصة بالبلد على السواء في المستوى ٣.

٣-٢-١-٤-٢-٢ اختيار معاملات الإزالة/الانبعاث

المستوى ١: يجب أولا تقدير كمية الوقود المحترق. وإذا لم تتوفر أي بيانات محلية فيمكن تقديرها باستخدام الجدول ١٣ من المرفق ١ الذي يبين نواتج B (الوقود المتاح أو كثافة الكتلة الحيوية في الأرض قبل الاحتراق) وضرب C (كفاءة الاحتراق). وإذا توفرت "كثافات الوقود المتاح)، يمكن استخدام كفاءات الاحتراق المبينة في الجدول ١٤ في المرفق ١. وإذا كان يلزم الحصول على كفاءة الاحتراق ولم تتوفر نصائح محددة ، ينبغي استخدام القيمة ٠,٥ الافتراضية التي حددها الفريق الحكومي الدولي. وعندما تستخدم المعادلة ٣-٢-١٩ لتقدير انبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون سيلزم تحديد نسبة الانبعاث ونسبة النيتروجين/الكربون. ونسبة النيتروجين/الكربون للوقود المحترق تبلغ تقريبا ٠,٠١ (Crutzen and Andreae, 1990). وتمثل هذه النسبة قيمة افتراضية عامة تنطبق على الفرش الحرجي الورقي، ولكن القيم الأقل تلائم الوقود الذي يزيد فيه المحتوى الخشبي، إذا توفرت البيانات. ويتضمن الجدولان ١٥ و١٦ في المرفق ١ معاملات الانبعاث المستخدمة مع المعادلتين ٣-٢-١٩ و٣-٢-٢٠ على التوالي.

المستويان ٢ و٣: تستخدم في هاتين الطريقتين البيانات والطرق المحددة على مستوى كل بلد من خلال التجارب الميدانية.

٣-٢-١-٤-٢-٣ اختيار بيانات الأنشطة

ينبغي اختيار بيانات الأنشطة وفقا للإرشادات الواردة في القسم ٣-٢-١-١ "فواقد الكربون الأخرى" في حرائق الأحراج المدارة.

المستوى ١: تتفاوت مساحة الحرائق البرية تفاوتا ملحوظا فيما بين البلدان ومع مرور الوقت. وفي سنوات الجفاف الشديد، تزداد الحرائق البرية زيادة كبيرة. وهكذا فإن البيانات المتعلقة بالحرائق البرية تحدد وفقا لكل بلد وفي كل سنة على حدة ولا يمكن تعميمها بحسب المناطق. وتوجد قاعدة بيانات عالمية عن مساحة للغطاء النباتي الذي تلتهمه الحرائق كل سنة على هذا الموقع:

http://www.grid.unep.ch/activities/earlywarning/preview/ims/gba.

المستويان ٢ و٣: تستخدم تقديرات المساحة المحروقة على مستوى كل بلد. وتستند هذه التقديرات عموما إلى طرق الاستشعار من بعد.

٣-٢-١-٤-٢-٤ تقدير عدم التيقن

المستوى ١: يمكن أن تنطوي تقديرات انبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن حرائق الأحراج على درجة عالية من عدم التيقن للأسباب التالية: (أ) التغيرات المكانية والزمنية الكبيرة للانبعاثات؛ (ب) ندرة القياسات وقلة الشمول التمثيلي للبيانات المتعلقة بالأقاليم الكبرى؛ (ج) عدم التيقن المرتبط بالتجميع المكاني وعدم التيقن المتأصل في معاملات الانبعاث وبيانات الأنشطة.

معاملات الانبعاث: لا يوجد سوى القليل من البيانات المقاسة، ويقترح استخدام نطاق ٧٠ في المائة لعدم التيقن المقترن بمعاملات الانبعاثات.

بيانات الأنشطة: يقل عدم التيقن نسبيا ليتراوح بين ٢٠ و٣٠ في المائة نظرا لتزايد الدقة والتغطية العالمية للمساحة المحروقة بالحرائق.

المستوى ٢: سينخفض عدم التيقن انخفاضا كبيرا بتطبيق البيانات الخاصة بالبلد على معاملات الانبعاث.

المستوى ٣: من المحتمل أن توفر النماذج القائمة على العمليات تقديرا أكثر واقعية ولكن يلزم معايرتها والتثبت منها في مقابل القياسات. ويلزم الحصول على قياسات تمثيلية كافية لأغراض التثبت.

٣-٢-٢ الأراضي المحولة إلى أراض حرجية

تحول الأراضي المدارة إلى أراض حرجية بالتحريج وإعادة التحريج، سواء بالتجدد الطبيعي أو الاصطناعي (بما في ذلك المزارع). وترد هذه الأنشطة تحت الفئات ٥-ألف، و٥-جيم، و٥-دال من *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*. وينطوي التحويل على تغير في استخدام الأراضي. ولا يقدم هذا القسم أي إرشادات بشأن إعادة تجديد الأحراج غير المدارة. وتعتبر المناطق المحولة أحراج إذا كانت تطابق تعريف الغابة المستخدم في البلد. وتظل الأراضي المحولة إلى أحراج في حالة تحول لمدة ٢٠ عاما.[٥] وبعد ٢٠ عاما يتم التعامل معها في إطار القسم ٣-٢-١ المعنون "الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية" على الرغم من الحاجة إلى تتبع ديناميات الاستعادة الأطول أجلا لما يقرب من ١٠٠ عام عقب إنشاء الغابة.

وينقسم تقدير انبعاثات وإزالة الكربون الناتجة عن تحويلات استخدام الأراضي إلى أراض حرجية إلى أربعة أقسام فرعية، هي: تغير رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية (القسم ٣-٢-٢-١)، وتغير رصيد كربون المادة العضوية الميتة (القسم ٣-٢-٢-٢)، وتغير رصيد كربون التربة (القسم ٣-٢-٢-٣)، وانبعاثات غازات الدفيئة غير ثاني أكسيد الكربون (القسم ٣-٢-٢-٤). ويقدم كل قسم فرعي إرشادات على مستوى كل مستجمع بشأن أسلوب *الممارسة السليمة* التي يتم انتهاجها في تقديرات الانبعاثات والإزالة. وتلخص المعادلة ٣-٢-٢١ انبعاثات وإزالة ثاني أكسيد الكربون في الأراضي المحولة إلى أحراج:

المعادلة ٣-٢-٢١

التغير السنوي في رصيد الكربون في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية[٦]

$$\Delta C_{LF} = \Delta C_{LF_{LB}} + \Delta C_{LF_{DOM}} + \Delta C_{LF_{Soils}}$$

حيث:

ΔC_{LF} = التغير السنوي في رصيد كربون الأرض المحولة إلى أرض حرجية، أطنان كربون/ سنة؛

$\Delta C_{LF_{LB}}$ = التغير السنوي في رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية (تشمل الكتلة الحيوية الظاهرة والتحتية) في الأرض المحولة إلى أرض حرجية؛ أطنان كربون/ سنة؛

$\Delta C_{LF_{DOM}}$ = التغير السنوي في رصيد كربون المادة العضوية الميتة (تشمل الخشب والفرش الحرجي الميت) في الأرض المحولة إلى أرض حرجية؛ أطنان كربون/ سنة؛

$\Delta C_{LF_{Soils}}$ = التغير السنوي في رصيد كربون التربة في الأرض المحولة إلى أرض حرجية؛ أطنان كربون/ سنة؛

ولتحويل أطنان الكربون إلى جيغا غرام من ثاني أكسيد الكربون، تضرب القيمة في ٤٤/١٢ و ١٠$^{-٣}$. ولمعرفة مصطلحات الإشارات، يمكن الرجوع إلى القسم ٧ أو المرفق ٢ (جداول الإبلاغ وصحائف العمل).

---

[٥] تحدد *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* المدة الافتراضية بعشرين عاما ولكنها تسمح بمدة ١٠٠ عام عند اللزوم لمراعاة ديناميات الكربون الطويلة الأجل في مستجمعات الكتلة الحيوية والتربة والفرش الحرجي.

[٦] تقول الفرضية الأساسية الواردة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* إن الكربون لا يتراكم في مستجمعات منتجات الخشب المقطوع على الرغم من أن البلدان قد تقوم بالإبلاغ عن مستجمعات منتجات الخشب المقطوع إذا كان يمكنها أن تثبت بالوثائق أن المخزون القائم للمنتجات الغابية الطويلة الأجل تتزايد في الواقع (الإطار ٥ من *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*). وتبحث حاليا اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ معالجة منتجات الخشب المقطوع في المستقبل (أي أن مؤتمر الأطراف ومؤتمر الأطراف السابع قد قررا أن أي تغييرات في معالجة منتجات الخشب المقطوع لابد وأن تسير وفقا لما يتخذه مؤتمر الأطراف من قرارات في المستقبل [الفقرة ٤ من القرار ١١/م أ-٧]. وعلى ضوء تلك الخلفية، ترد في التذييل ٣ (أ) ١ المداولات بشأن القضايا المنهجية المتعلقة بمنتجات الخشب المقطوع.

٣-٢-٢-١ تغير رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية

٣-٢-٢-١-١ القضايا المنهجية

يقدم هذا القسم نهج *الممارسة السليمة* في حساب انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون من خلال تغييرات الكتلة الحيوية في الأراضي المدارة المحولة إلى أرض حرجية. ويتناول هذا القسم فئات الإبلاغ الواردة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* "التغييرات في أرصدة الكتلة الحيوية الحرجية والخشبية الأخرى" و"إهمال الأراضي المدارة" المستخدمة في الأراضي الحرجية الجديدة.

٣-٢-٢-١-١-١ اختيار الأسلوب

استنادا إلى بيانات الأنشطة والموارد المتاحة، يمكن للقائمين بإعداد قوائم جرد غازات الدفيئة استعمال ثلاث طرق لتقدير التغيرات في أرصدة الكتلة الحيوية. ويبين مخطط تسلسل القرارات المبين في الشكل ٣-١-٢ *الممارسة السليمة* المتبعة في اختيار أسلوب حساب عمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون وانبعاثاته في الكتلة الحيوية في الأراضي المحولة إلى أحراج.

المستوى ١: تقدر التغيرات السنوية في رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية باتباع النهج الافتراضي المحدد في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*. وأما الكتلة الحيوية الحية في الأرض المحولة إلى أحراج من خلال التجدد الاصطناعي والطبيعي فتقدر تغيرات رصيد الكربون فيها باستخدام المعادلة ٣-٢-٢٢:

المعادلة ٣-٢-٢٢

التغير السنوي في رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية في الأرض المحولة إلى أرض حرجية

(المستوى ١)

$$\Delta C_{LF_{LB}} = \Delta C_{LF_{GROWTH}} - \Delta C_{LF_{LOSS}}$$

حيث:

$\Delta C_{LF_{LB}}$ = التغير السنوي في رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية في الأرض المحولة إلى أرض حرجية، أطنان كربون/سنة؛

$\Delta C_{LF_{GROWTH}}$ = الزيادة السنوية في رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية بسبب النمو في الأرض المحولة إلى أرض حرجية، أطنان كربون/ سنة؛

$\Delta C_{LF_{LOSS}}$ = النقص السنوي في رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية بسبب الفواقد الناتجة عن القطع وجمع خشب الوقود والاضطرابات في الأرض المحولة إلى أرض حرجية، أطنان كربون/ سنة.

ويمكن استخدام أسلوب المستوى ١ حتى في الحالات التي تكون فيها استخدامات الأراضي السابقة غير معروفة، وهو ما قد يحدث إذا قدرت المساحات باستخدام النهج ١ أو ٢ الوارد في الفصل الثاني. ويستخدم هذا النهج البارامترات الافتراضية الواردة في المرفق ١ (الجداول الافتراضية للكتلة الحيوية).

الخطوة الأولى: الزيادة السنوية في رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية ($\Delta C_{LF_{GROWTH}}$). يستخدم هذا الأسلوب المعادلة ٣-٢-٤ الواردة في القسم ٣-٢-١ المعنون "الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية" الذي يشير إلى الفئة ٥-ألف "التغييرات في أرصدة الكتلة الحيوية الحرجية والخشبية الأخرى" الواردة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*. وبالنظر إلى أن معدل نمو الأحراج يعتمد بشدة على نظام الإدارة، يتم التمييز بين الأحراج الكثيفة الإدارة (مثل المزارع الحرجية التي تتسم بكثافة إعداد الموقع والتسميد) والأحراج الواسعة الإدارة (مثل الأحراج التي تتجدد طبيعيا بأقل تدخل من الإنسان). ويتم إجراء الحسابات وفقا للمعادلة ٣-٢-٢٣:

المعادلة ٣-٢-٢٣

الزيادة السنوية في رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية

$$\Delta C_{LF_{GROWTH}} = [\sum_k A_{INT_MAN_k} \bullet G_{Total\ INT_MAN_k} + \sum_m A_{EXT_MAN_m} \bullet G_{Total\ EXT_MAN_m}] \bullet CF$$

حيث:

$\Delta C_{LF_{GROWTH}}$ = الزيادة السنوية في رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية بسبب النمو في الأراضي المحولة أراض حرجية، أطنان كربون/ سنة؛

$A_{INT_MAN_k}$ = مساحة الأرض المحولة إلى أحراج كثيفة الإدارة في الظروف k (بما في ذلك المزارع)، بالهكتار؛

$G_{Total\ INT_MAN_k}$ = معدل النمو السنوي للكتلة الحيوية في الأحراج المدارة بكثافة في الظروف k (بما في ذلك المزارع)، أطنان مادة جافة /هكتار /سنة؛

$A_{EXT_MAN_m}$ = مساحة الأرض المحولة إلى أحراج كثيفة الإدارة في الظروف m، بالهكتار؛

$G_{Total\ EXT_MAN_m}$ = معدل النمو السنوي للكتلة الحيوية في الأحراج المدارة بكثافة في الظروف m، أطنان مادة جافة /هكتار/سنة (تشمل التجدد الطبيعي)؛

k, m = تمثلان مختلف الظروف التي تنمو فيها الأحراج الكثيفة والواسعة الإدارة.

CF = جزء الكربون في المادة الجافة (القيمة الافتراضية = ٠,٥)، أطنان كربون/ (طن مادة جافة).

وتحسب الزيادة السنوية في الكتلة الحيوية في كل من الأحراج الكثيفة الإدارة ($G_{Total\ INT_MAN}$) والواسعة الإدارة ($G_{Total\ EXT_MAN}$) طبقا للمعادلة ٣-٢-٥ في القسم ٣-٢-١ المعنون "الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية" وباستخدام القيم الافتراضية الواردة في الجداول ٥، و٦، ٧، و٨، و٩، و١٠ في المرفق ١ وينبغي استخدام الجداول لاختيار القيم المتعلقة بتركيب أنواع الأشجار، والمنطقة المناخية. وينبغي الحصول على البيانات المتعلقة بالأحراج الواسعة الإدارة من الجدول ٥ في المرفق ١ والبيانات المتعلقة بالأحراج المدارة بكثافة من الجدول ٦ أو الجدول ٧ في المرفق ١.

الخطوة الثانية: النقص السنوي في رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية بسبب الفواقد ($\Delta C_{LF_{LOSS}}$).في الحالة التي يمكن فيها عزو قطع الأشجار وجمع خشب الوقود والاضطرابات إلى الأراضي المحولة إلى أراض حرجية، ينبغي تقدير الفواقد السنوية في الكتلة الحيوية باستخدام المعادلة ٣-٢-٢٤ التي تكرر نهج *الممارسة السليمة* الوارد في المعادلة ٣-٢-٦ في القسم ٣-٢-١ "الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية":

المعادلة ٣-٢-٢٤

النقص السنوي في رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية بسبب الفواقد في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية

$$\Delta C_{LF_{LOSS}} = L_{fellings} + L_{fuelwood} + L_{other\ losses}$$

حيث:

$\Delta C_{LF_{LOSS}}$ = النقص السنوي في رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية بسبب الفواقد في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية، أطنان كربون/ سنة؛

$L_{fellings}$ = فقد الكتلة الحيوية بسبب قطع الأخشاب الصناعية والأخشاب المنشورة في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية، أطنان كربون/ سنة؛

$L_{fuelwood}$ = فقد الكتلة الحيوية بسبب جمع خشب الوقود في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية، أطنان كربون/ سنة.

$L_{other\ losses}$ = فقد الكتلة الحيوية بسبب الحرائق والاضطرابات الأخرى في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية، أطنان كربون/ سنة.

ويقدر فقد الكتلة الحيوية ($L_{fellings}$) بسبب القطع باستخدام المعادلة ٣-٢-٧ الواردة في القسم ٣-٢-١ "الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية" وباستخدام قيم كثافة الخشب الأساسية الافتراضية ومعامل توسع الكتلة الحيوية الواردة في الجدولين ٩، و١٠ من المرفق ١. كما يصف القسم ٣-٢-١ (الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية) نهج *الممارسة السليمة* المتبعة في تقدير فواقد الكتلة الحيوية الناتجة عن جمع خشب الوقود ($L_{fuelwood}$)، والحرائق، والاضطرابات الأخرى ($L_{disturbance}$). وإذا لم تتوفر أي بيانات عن الفواقد في هذه الفئة من الأراضي، ينبغي تحديد كل قيم الفواقد بالقيمة صفر، وهكذا أيضا فإن قيمة $\Delta C_{LF_{LOSS}}$ تساوي حينئذ صفرا. ومن *الممارسة السليمة* كفالة اتساق الإبلاغ عن فواقد الكتلة الحيوية بين هذه الفئة وبين القسم ٣-٢-١ المعنون "الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية" لتفادي ازدواجية في الحساب أو السهو عن حساب فقد الكتلة الحيوية.

المستوى ٢: يشبه أسلوب المستوى ٢ أسلوب المستوى ١، ولكنها تستعمل نهجا أكثر تفصيلا وتسمح بإجراء تقديرات أدق للتغيرات التي تطرأ على رصيد كربون الكتلة الحيوية. ويحسب الصافي السنوي لعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون في الكتلة الحيوية على أساس أنها تمثل مجموع عمليات الإزالة الناتجة عن نمو الكتلة الحيوية في مساحة الأراضي المحولة إلى أحراج، والتغيرات في الكتلة الحيوية بسبب التحويل الفعلي (تقدير الفرق بين الأرصدة الأولية في الكتلة الحيوية في الأراضي غير الحرجية قبل وبعد التحويل إلى أحراج عن طريق التجدد الطبيعي مثلا)، والفواقد في مساحات الأراضي المحولة إلى أحراج (المعادلة ٣-٢-٢٥):

المعادلة ٣-٢-٢٥

التغير السنوي في رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية

(المستوى ٢)

$$\Delta C_{LF_{LB}} = \Delta C_{LF_{GROWTH}} + \Delta C_{LF_{CONVERSION}} - \Delta C_{LF_{LOSS}}$$

حيث:

$\Delta C_{LF_{LB}}$ = التغير السنوي في رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية، أطنان كربون/ سنة؛

$\Delta C_{LF_{GROWTH}}$ = الزيادة السنوية في رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية بسبب النمو في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية، أطنان كربون/ سنة؛

$\Delta C_{LF_{CONVERSION}}$ = التغير السنوي في رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية بسبب التحويل الفعلي إلى أراض حرجية، أطنان كربون/ سنة؛

$\Delta C_{LF_{LOSS}}$ = النقص السنوي في رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية بسبب الفواقد الناتجة عن قطع الأشجار وجمع خشب الوقود والاضطرابات في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية، أطنان كربون/ سنة.

وبالإضافة إلى القيم الافتراضية، يتطلب نهج المستوى ٢ بيانات وطنية عن : '١' المساحة المحولة إلى أحراج؛ '٢' متوسط الزيادة السنوية في كل هكتار بالحجم القابل للبيع في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية، ويتم الحصول عليها مثلا من قوائم جرد الأحراج (لا يمكن توفير قيم افتراضية)؛ '٣' تغير الكربون في الكتلة الحيوية عندما تتحول الأرض غير الحرجية إلى أرض حرجية (مثلا عن طريق التجدد الاصطناعي)؛ '٤' الانبعاثات الناتجة عن فقد الكتلة الحيوية في الأراضي المحولة. وقد يحتاج هذا النهج إلى معرفة مصفوفة تغيرات استخدامات الأراضي، ومن ثم توزيع استخدامات الأراضي السابقة.

الخطوة الأولى: الزيادة السنوية في رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية ($\Delta C_{LF_{GROWTH}}$). يطبق في هذا الأسلوب نهج المستوى ١ باستخدام المعادلة ٣-٢-٢٣ الموضحة أعلاه. ويحسب المتوسط السنوي للزيادة في الكتلة الحيوية الحية لكل الأحراج المدارة بكثافة ($G_{Total\ INT_MAN}$) والواسعة الإدارة ($G_{Total\ EXT_MAN}$) طبقا لنهج *الممارسة السليمة* المستخدم في نهج المستوى ٢ المبين في القسم ٣-٢-١ المعنون "الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية" وباستخدام البيانات الخاصة بالبلد المتعلقة بمتوسط الزيادة السنوية لكل هكتار بالحجم القابل للبيع في الأرض المحولة إلى أحراج (يتم الحصول عليها مثلا من قوائم جرد الأحراج) وكثافة الخشب الأساسية الافتراضية، ومعاملات توسع الكتلة الحيوية، نسبة الكتلة الحيوية التحتية إلى الكتلة الحيوية الظاهرة الواردة في الجداول ٧، و٨، و٩، و١٠ في المرفق ١ من الفصل الثالث.

الخطوة الثانية: تغير رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية بسبب التحويل ($\Delta C_{LF_{CONVERSION}}$). قد يحدث تغير في رصيد الكتلة الحيوية أثناء التحويل نتيجة تغير الأرض غير الحرجية إلى أرض حرجية (مثلا عن طريق إعادة التجدد الاصطناعي الذي يشمل إزالة النبات من الأرض غير الحرجية). وتحسب التغيرات في رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية بسبب تغير استخدام الأراضي باستخدام المعادلة ٣-٢-٢٦:

المعادلة ٣-٢-٢٦

التغير في رصيد الكربون في الكتلة الحيوية الحية في الأراضي المحولة سنويا إلى أراض حرجية

$$\Delta C_{LF_{CONVERSION}} = \sum_i [B_{AFTER_i} - B_{BEFORE_i}] \bullet \Delta A_{TO_FOREST_i} \bullet CF$$

حيث:

$\Delta C_{LF_{CONVERSION}}$ = تغير رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية في الأراضي المحولة سنويا إلى أراض حرجية، أطنان كربون/ سنة؛

B_{BEFORE_i} = رصيد الكتلة الحيوية في نوع الأرض i قبل التحويل مباشرة، أطنان مادة جافة /هكتار؛

B_{AFTER_i} = رصيد الكتلة الحيوية في نوع الأرض i بعد التحويل، أطنان مادة جافة /هكتار (أي رصيد الكتلة الحيوية الأولية بعد التجدد الاصطناعي أو الطبيعي)؛

$\Delta A_{TO_FOREST_i}$ = المساحة المستخدمة من نوع الأرض i المحولة سنويا إلى أرض حرجية، هكتار/ سنة؛

CF = جزء الكربون في المادة الجافة (القيمة الافتراضية = ٠,٥)، أطنان كربون/(أطنان مادة جافة)؛

i = مختلف أنواع الأرض المحولة إلى أرض حرجية.

ملحوظة: ينبغي تقسيم أنواع الأراضي في كل رصيد الكتلة الحيوية قبل التحويل.

ويمكن توسيع $\Delta C_{LF_{CONVERSION}}$ لمراعاة مختلف المحتويات الكربونية قبل الانتقال. وقد يطبق أسلوب المستوى ٢ الحسابات على التقسيمات الفرعية لمساحات الأراضي (الأقاليم، النظم الايكولوجية، أنواع المواقع، إلخ.)

الخطوة الثالثة: تغير رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية بسبب الفواقد ($\Delta C_{LF_{LOSS}}$). تقدر الفواقد السنوية في الكتلة الحيوية باستخدام المعادلة ٣-٢-٢٤. وتكرر هذه المعادلة نهج *الممارسة السليمة* الوارد في المعادلة ٣-٢-٦ في القسم ٣-٢-١ المعنون "الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية."

ويقدر فقد الكتلة الحيوية بسبب قطع الأشجار ($L_{fellings}$) باستخدام المعادلة ٣-٢-٧ الواردة في القسم ٣-٢-١ المعنون "الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية." ويعرض الجدولان ٩، و١٠ في المرفق ١ البيانات الافتراضية المتعلقة بكثافة الخشب الأساسية ومعاملات توسع الكتلة الحيوية. وفي طرق المستوى ٢ والمستويات العليا، يتم تشجيع خبراء الجرد على وضع قيم قطرية لكثافة الخشب الأساسية ومعامل توسع الكتلة الحيوية للزيادة في المخزون القائم وعمليات قطع الأشجار. كما يبين القسم ٣-٢-١ المعنون

"الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية" نهج *الممارسة السليمة* لتقدير فواقد الكتلة الحيوية الناتجة عن جمع خشب الوقود ($L_{fuelwood}$) والحرائق والاضطرابات الأخرى ($L_{disturbance}$). وإذا لم تتوفر بيانات عن الفواقد في هذه الفئة من فئات الأراضي، ينبغي تحديد كل قيم الفقد بالقيمة صفر، وهكذا أيضا تساوي قيمة $\Delta C_{LF_{LOSS}}$ حينئذ صفرا. ومن *الممارسة السليمة* كفالة اتساق الإبلاغ عن فواقد الكتلة الحيوية بين هذه الفئة وبين القسم ٣-٢-١ المعنون "الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية" لتفادي الإفراط أو التفريط في التقديرات بسبب ازدواجية في الحساب أو السهو.

المستوى ٣: يستخدم أسلوب المستوى ٣ نفس المعادلات والخطوات المتبعة في أسلوب المستوى ٢، ولكن ينبغي تطبيق منهجية وطنية دقيقة واستخدام البيانات الخاصة بالبلد فقط. وينبغي استخدام أسلوب المستوى ٣ عندما يمثل تحويل الأرض إلى أحراج فئة رئيسية. ويتم في الجرد توسيع المعادلتين ٣-٢-٢٥ و٣-٢-٢٦ فيما يتعلق بالنطاق الجغرافي الدقيق والتصنيفات وفقا للنظم الايكولوجية، وأنواع النبات، والتقسيمات الفرعية لمستجمعات الكتلة الحيوية، وأنواع الأراضي قبل التحويل. وقد تستند المنهجيات المحددة قطريا إلى القوائم المنتظمة المتعلقة بجرد الأحراج أو قد تستخدم البيانات الجغرافية و/أو النماذج لإجراء المحاسبة المتعلقة بتغييرات الكتلة الحيوية. وينبغي أن تتسم بيانات الأنشطة الوطنية بدرجة كبيرة من الدقة وأن تتوفر بانتظام لكل فئات الأراضي المحولة والأنواع الحرجية المنشأة عليها. وينبغي وصف المنهجية وتوثيقها كما هو محدد في القسم ٥-٥-٦ المعنون "التوثيق والأرشفة والإبلاغ."

٣-٢-٢-١-١-٢ اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة

الزيادة في رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية (ΔC_{LF_G})

تميز الحسابات بين ممارستين عامتين للإدارة، وهي ممارسات الإدارة الكثيفة (مثل الزراعة الحرجية التي تتسم بكثافة إعداد المواقع والتسميد) وممارسات الإدارة الواسعة (مثل الغابة المتجددة طبيعيا بأقل تدخل بشري). ويمكن أيضا تطوير هاتين الفئتين وفقا للظروف الوطنية وذلك مثلا على أساس أصل المجموعة الحرجية، مثل التجدد الطبيعي أو الاصطناعي.

المستوى ١: توفر *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* منهجية افتراضية لا تستخدم إلا في حساب الكتلة الحيوية الظاهرة. ويوفر هذا التقرير نهجا قائما على *الممارسات السليمة* لتقدير الكتلة الحيوية على أساس أنها تمثل مجموع مستجمعات الكتلة الحيوية الظاهرة والتحتية (لوصف المستجمع، يمكن الرجوع إلى المقدمة في القسم ٣-١). ويمثل الجدولان ٥ و٦ في المرفق ١ من الفصل الثالث قيم متوسط الزيادة السنوية الافتراضية في الكتلة الحيوية الظاهرة في الأحراج الكثيفة والواسعة الإدارة (المزارع والأحراج المتجددة طبيعيا). وينبغي استخدام نسب الكتلة الحيوية التحتية إلى الكتلة الحيوية الظاهرة (نسبة الجذور إلى الأغصان) الواردة في الجدول ٨ في المرفق ١ لحساب الكتلة الحيوية في تقديرات الكتلة الحيوية. وتتيح كثافة الخشب الأساسية (الجدول ٩-المرفق ١) ومعاملات توسع الكتلة الحيوية (الجدول ١٠-المرفق ١) حساب الكتلة الحيوية على النحو المحدد في القسم ٣-٢-١ "الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية".

المستوى ٢: من *الممارسة السليمة* أن تحدد، حيثما أمكن، قيم الزيادة السنوية، ونسب الجذور إلى الأغصان، وكثافة الخشب الأساسية، ومعاملات توسع الكتلة الحيوية وفقا للظروف الوطنية، وأن تستخدم تلك البيانات في الحسابات باستخدام أسلوب المستوى ٢. وتشمل التصنيفات الممكنة تكوين أنواع الأشجار، ونظام الإدارة، وعمر المجموعة الحرجية أو حجمها، والمنطقة المناخية، ونوع التربة. ويتم تشجيع البلدان على الحصول على معاملات محددة لعزل وتوسع الكتلة الحيوية من خلال الجهود البحثية. وترد إرشادات أخرى في القسم ٣-٢-١ المعنون "الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية."

المستوى ٣: ينبغي تنفيذ محاسبات إزالة الكربون في الكتلة الحيوية استنادا إلى معدلات النمو السنوي وجزء الكربون في الكتلة الحيوية من قوائم جرد الأحراج و/أو النماذج الخاصة بكل بلد. وينبغي أن يحرص خبراء الجرد على وصف بيانات النماذج والجرد بما يتماشى مع إجراءات أخذ العينات والإجراءات الأخرى المبينة في الفصل الخامس المعنون "القضايا الشاملة" من هذا التقرير.

تغير رصيد الكتلة الحيوية في الأرض قبل وبعد التحويل ($\Delta C_{LF_{CONVERSION}}$)

من *الممارسة السليمة* استخدام قيم رصيد الكتلة الحيوية في استخدامات الأراضي السابقة للتحويل بما يتماشى مع القيم المستخدمة في حسابات فئات الأراضي الأخرى. ومثال ذلك، إذا كانت القيم الافتراضية لمخزون الكربون تستخدم لتقدير تغيرات رصيد الكربون في المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية، ينبغي حينئذ استخدام نفس القيم لتقدير رصيد الكربون في المروج الطبيعية قبل تحويلها إلى أراض حرجية.

المستوى ١: لا تشمل *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* تقدير تغيرات الكتلة الحيوية أثناء عملية التحويل. ولا تتضمن الحسابات التي يتم إجراءها باستخدام أسلوب المستوى ١ $\Delta C_{LF_{CONVERSION}}$.

المستوى ٢: من *الممارسة السليمة* الحصول، كلما أمكن، على البيانات الخاصة بالبلد المتعلقة بمخزون الكتلة الحيوية في الأرض قبل وبعد التحويل واستعمال تلك البيانات. وينبغي ألا تتعارض التقديرات مع التقديرات المستخدمة في حساب تغيرات رصيد الكربون في فئات المروج الطبيعية والأراضي الزراعية والأراضي الرطبة والمستوطنات والأراضي الحرجية، وأن يتم الحصول على تلك البيانات من الوكالات الوطنية أو عن طريق أخذ العينات. وقد يستخدم نهج المستوى ٢ مجموعة ما من البيانات الخاصة بالبلد والافتراضية المتعلقة بمخزون الكتلة الحيوية (الواردة في الجدولين ٢، و٣ في المرفق ١). وللحصول على القيم الافتراضية لمخزون الكتلة الحيوية في استخدامات الأراضي قبل التحويل، يمكن الرجوع إلى فئات الأراضي الأخرى المبينة في هذا التقرير.

المستوى ٣: ينبغي إجراء التقديرات والحسابات على أساس الاستقصاءات وبيانات النماذج الخاصة بالبلد. وينبغي أن تستند الاستقصاءات إلى المبادئ المبينة في القسم ٥-٣ والنماذج والبيانات الموثقة التي تتماشى مع الإجراءات المحددة في الفصل الخامس المعنون "القضايا الشاملة" من هذا التقرير.

تغير رصيد الكربون في الكتلة الحيوية الحية بسبب الفواقد (ΔC_{LF_L})

يمكن أن يسفر قطع الأشجار، والاضطرابات الطبيعية، مثل الرياح والحرائق والحشرات، عن حدوث فواقد في الكربون في الأراضي المحولة إلى أحراج. ومن *الممارسة السليمة* الإبلاغ عن تلك الفواقد. ويوفر القسم ٣-٢-١ (الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية) نهج *الممارسة السليمة* لتقدير فواقد الكربون بسبب قطع الأشجار والاضطرابات الطبيعية وهو نهج منطبق تماما وينبغي استخدامه لإجراء الحسابات الملائمة في إطار القسم ٣-٢-٢-١-١-١ أعلاه. وإذا اشتقت أرصدة الكربون من قوائم الجرد المكررة، فسيتم تغطية الفواقد الناتجة عن القطع والاضطرابات الطبيعية بدون الحاجة إلى الإبلاغ عنها على حدة. ومن *الممارسة السليمة* كفالة اتساق الإبلاغ عن فواقد الكتلة الحيوية بين هذه الفئة وبين القسم ٣-٢-١ (الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية) لتفادي ازدواجية في الحساب أو السهو عن جزء من فواقد الكتلة الحيوية.

٣-٢-١-١-٣ اختيار بيانات الأنشطة

مساحة الأراضي المحولة (A_{INT_MAN}, A_{EXT_MAN}, ΔA_{TO_FOREST})

تتطلب جميع المستويات معلومات عن مساحات الأراضي المحولة إلى أراض حرجية لمدة تبلغ ٢٠ عاما. وبعد ٢٠ عاما، تحسب المساحات في إطار القسم ٣-٢-١ (الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية). ونتناول هنا الأراضي التي يتم تحويلها في الاستخدام السائد. وهكذا، ينبغي أن يحسب تجدد الأحراج القائمة التي أزيلت مؤخرا نتيجة مثلا لقطع الأشجار أو الاضطرابات الطبيعية في إطار القسم ٣-٢-١ (الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية) لأن ذلك لا ينطوي على أي تغيير في استخدام الأرض. وينبغي استخدام نفس البيانات المتعلقة بالمساحات مع القسم ٣-٢-٢-٢ (تغير رصيد كربون المادة العضوية الميتة) والقسم ٣-٢-٢-٣ (تغير رصيد كربون التربة) والقسم ٣-٢-٢-٤ (انبعاثات غازات الدفيئة غير ثاني أكسيد الكربون). وينبغي أن يراعى، إن أمكن، في تقدير مساحة أنواع التربة الرئيسية وكثافات الكتلة الحيوية في الأراضي قبل وبعد التحويل.

وينبغي التمييز بين مساحات الأحراج المتجددة طبيعيا في الأراضي المهملة وبين أنواع التحويل الأخرى إلى أحراج من أجل كفالة الاتساق مع فئات البلاغات المحددة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*. ويتم تشجيع خبراء الجرد على البحث عن

معلومات عن استخدامات الأراضي السابقة لإجراء هذا التمييز. وعندما يستخدم نهج المستوى ١ المبين في الفصل الثاني، قد يلزم الحصول على بيانات إضافية للتمييز بين مساحات الأحراج المتجددة طبيعيا والأحراج المتجددة اصطناعيا.

المستوى ١: يمكن الحصول على بيانات الأنشطة من الإحصائيات الوطنية والدوائر المعنية بالأحراج (التي قد تتوفر لديها معلومات عن مساحات الأراضي التي تطبق فيها مختلف ممارسات الإدارة)، ووكالات الصون (وبخاصة المساحات المدارة للتجدد الطبيعي)، والبلديات ووكالات الاستقصاء ورسم الخرائط. وينبغي التحقق باستخدام مختلف المصادر لكفالة الشمول والاتساق التمثيلي لتفادي السهو أو ازدواجية في الحساب كما هو محدد في الفصل الثاني. وإذا لم تتوفر أي بيانات قطرية، يمكن الحصول على معلومات مجملة من مصادر المعلومات الدولية (منظمة الأغذية والزراعية، ١٩٩٥، و٢٠٠١؛ تقييم موارد الأحراج المعتدلة والقطبية لعام ٢٠٠٠).

ويمكن الاستعانة بتقديرات الخبراء حول ما إن كانت الأحراج الجديدة تعتبر في أغلبها كثيفة أو واسعة الإدارة. وفي تلك الحالة، يمكن الحصول على بيانات A_{INT_MAN} وA_{EXT_MAN} عن طريق ضرب تغييرات المساحة السنوية في kha أو مدة التحويل (المدة الافتراضية ٢٠ عاما). وإذا أمكن تقدير نسب الأحراج الكثيفة الإدارة والواسعة الإدارة، فيمكن استعمال هذه المعلومات لتقسيم المساحات إلى فئات أخرى للحصول على تقديرات أدق.

المستوى ٢: ينبغي توفر بيانات عن المساحات المندرجة تحت مختلف فئات الأراضي التي تخضع للتحويل في سنة معينة أو على مدى عدة سنوات. وتستمد هذه البيانات من مصادر البيانات الوطنية ومصفوفة تغييرات استخدامات الأراضي أو ما يعادلها لتغطية كل حالات التحويل الممكنة إلى أراض حرجية. وينبغي أن تتسم مجموعات البيانات الوطنية المحددة قطريا بدرجة كافية من الدقة لكفالة التمثيل الملائم لمساحات الأراضي بما يتفق مع الشروط المنصوص عليها في الفصل الثاني من هذا التقرير.

المستوى ٣: يمكن الحصول على بيانات الأنشطة الوطنية المتعلقة بتحويل استخدامات الأراضي إلى أحراج من خلال التجدد الطبيعي والاصطناعي من مختلف المصادر، وبخاصة من القوائم الوطنية لجرد الأحراج، وسجلات استخدام الأراضي وتغييرات استخدام الأراضي، والاستشعار من بعد، كما هو مبين في الفصل الثاني من هذا التقرير. وينبغي أن توفر هذه البيانات وصفا كاملا لكل تحويلات استخدامات الأراضي إلى أراض حرجية وأن تكون مفصلة بحسب أنواع المناخ والتربة والنبات.

٣-٢-٢-١-١-٤ تقدير عدم التيقن

معاملات الانبعاث والإزالة: قد يقترن بالقيم الافتراضية غير الصفرية لكثافة الخشب ومعاملات التوسع عدم تيقن عامله اثنان. وتقترن المصادر الرئيسية لعدم التيقن في البيانات الافتراضية والخاصة بالبلد بتحديد متوسط الأعداد الأولية العالية التغير واستقراء متوسط القيم في المساحات الواسعة. ويمكن التقليل كثيرا من عدم التيقن باستخدام بيانات ونماذج الجرد المحددة إقليميا وقطريا في إطار المستويات ٢ و٣. وبذلك قد يقع عدم التيقن المقترن بالقيم المحددة على المستوى الوطني في حدود ± ٣٠ في المائة (Zagreev *et al.*, 1992; Filipchuk *et al.*, 2000). وتشمل تدابير تقليل عدم التيقن ما يلي: زيادة عدد عينات القطع التمثيلية والقياسات التي يتم إجراؤها فيها؛ وتصنيف التقديرات على أساس تشابه النمو والمناخ على النطاق الضيق، وغير ذلك من السمات البيئية؛ ووضع بارامترات محلية وإقليمية على أساس الاستقصاءات الشاملة وتبادل المعلومات. وإذا استخدمت نماذج معقدة، ينبغي أن يحرص خبراء الجرد على التحقق منها وتوثيقها طبقا للفصل الخامس من هذا التقرير.

بيانات الأنشطة: يتوقف عدم التيقن المرتبط ببيانات الأنشطة على مصادر المعلومات المستخدمة على المستوى الوطني والنهج المطبقة في تحديد مساحات الأراضي المبينة في الفصل الثاني من هذا التقرير. ويعتبر الجمع بين البيانات المستشعرة من بعد والاستقصاءات الأرضية من أكثر الطرق الفعالة من حيث التكلفة لقياس مساحات التغير في استخدام الأراضي. ويشترط في هذا الأسلوب أن يتراوح عدم التيقن بين ± ١٠ و١٥ في المائة وينبغي تطبيقها باستخدام طرق المستويات العليا. ويتمثل الأسلوب الرئيسي لتقليل عدم التيقن المرتبط بتقديرات تغير المساحة في التطبيق الواسع النطاق لتقنيات مسح الأراضي المتقدمة على النطاق الإقليمي والمحلي. على أن القدرات المحددة لبلدان معينة قد تعوق تطبيق هذه التقنيات. ولتقليل كل من أوجه عدم التيقن المرتبطة بتقديرات المساحة وتكاليف استخدام الطرق الدقيقة، يمكن إنشاء مراكز بيانات إقليمية للاستشعار من بعد في العديد من البلدان لتقاسم واستخدام المعلومات التي يتم الحصول عليها لأغراض إدارة الأراضي المستدامة.

٣-٢-٢-٢ تغير رصيد كربون المادة العضوية الميتة

٣-٢-٢-٢-١ القضايا المنهجية

تتطلب طرق قياس انبعاثات وإزالة الكربون في مستجمعات المادة العضوية الميتة بعد تحويل الأراضي إلى أراض حرجية تقديرات لأرصدة الكربون قبل وبعد التحويل مباشرة، وتقديرات مساحات الأراضي المحولة أثناء تلك الفترة. ولا يوجد في معظم استخدامات الأراضي الأخرى مستجمعات للخشب الميت أو الفرش الحرجي، ولذلك يمكن افتراض أن مستجمعات الكربون المقابلة قبل التحويل تساوي صفرا. ويمكن أن تحتوي الأحراج غير المدارة المحولة إلى أحراج مدارة على كميات كبيرة من الكربون في تلك المستجمعات، فضلا عن الأراضي الرعوية والأراضي الرطبة، وكذلك مساحات الأحراج حول المستوطنات التي قد تحدد بأنها مستوطنات على أساس الاستخدامات في الأراضي القريبة وليس على أساس الغطاء الأرضي. ولذلك ينبغي التحقق من القيمة الافتراضية الصفرية في طرق المستويين ٢ و٣. وقد يحدث تحويل الأراضي غير الحرجية إلى أراض حرجية ببطء شديد بحيث يتعذر معرفة الوقت الذي يحدث فيه التحويل فعليا. على أن هذه المساحات، إن كانت مدارة، قد تعتبر أحراج مدارة تبعا للغطاء التاجي والعتبات الأخرى.

٣-٢-٢-٢-١-١ اختيار الأسلوب

إجراءات حساب تغير رصيد الكربون في الخشب الميت

من الناحية النظرية، حالما يصل رصيد الكربون إلى القيمة قبل التحويل مباشرة إلى أرض حرجية (القيمة الافتراضية تساوي في كثير من الأحيان صفرا كما جاء في الفقرة السابقة)، يمكن استخدام المعادلة ٣-٢-٢٧ لتقدير التغييرات السنوية في المساحات المحولة إلى مزارع وفي المواقع المدارة للتجدد الطبيعي والمصنفة حسب استخدامات الأراضي السابقة وأنواع الأحراج:

المعادلة ٣-٢-٢٧

التغير السنوي في رصيد كربون الخشب الميت في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية

$$\Delta C_{LF_{DW}} = \{[A_{NatR} \bullet (B_{into_{NatR}} - B_{out_{NatR}})] + [A_{ArtR} \bullet (B_{into_{ArtR}} - B_{out_{ArtR}})]\} \bullet CF$$

where

$$B_{into_{NatR}} = B_{standing_{NatR}} \bullet M_{NatR} \text{ and } B_{into_{ArtR}} = B_{standing_{ArtR}} \bullet M_{ArtR}$$

حيث:

$\Delta C_{LF_{DW}}$ = التغير السنوي في رصيد كربون الخشب الميت في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية، أطنان كربون/سنة؛

A_{NatR} = مساحة الأراضي المحولة إلى أراض حرجية من خلال التجدد الطبيعي، بالهكتار؛

A_{ArtR} = مساحة الأراضي المحولة إلى أراض حرجية من خلال إنشاء المزارع، بالهكتار؛

B_{into} = المتوسط السنوي لتحول الكتلة الحيوية إلى خشب ميت في مساحة الأراضي الحرجية NatR أو ArtR، أطنان مادة جافة /هكتار/سنة؛

B_{out} = المتوسط السنوي لتحول الكتلة الحيوية من خشب ميت في مساحة الأراضي الحرجية NatR أو ArtR، أطنان مادة جافة /هكتار/ سنة؛

$B_{standing}$ = المخزون القائم للكتلة الحيوية، أطنان مادة جافة/هكتار؛

M = معدل الموت، أي نسبة $B_{standing}$ المنقولة سنويا إلى مستجمع الخشب الميت، بدون أبعاد؛

CF = جزء الكربون في المادة الجافة (القيمة الافتراضية ٠,٥) أطنان كربون /(طن مادة جافة).

ويصعب قياس الانتقال من وإلى مستجمعات الخشب الميت وقد يكون استخدام أسلوب تغير المخزون المبينة في المعادلة ٣-٢-٢٨ أسهل من المعادلة السابقة إذا توفرت البيانات الاستقصائية التي يتم جمعها مثلا جنبا إلى جنب مع قوائم الجرد الوطنية:

المعادلة ٣-٢-٢٩

التغير السنوي في رصيد كربون الخشب الميت في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية

$$\Delta C_{LF_{DW}} = [(B_{t_2} - B_{t_1}) / T] \bullet CF$$

حيث:

$\Delta C_{LF_{DW}}$ = التغير السنوي في رصيد كربون الخشب الميت في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية، أطنان كربون/هكتار/سنة؛

B_{t_2} = رصيد الخشب الميت في الزمن t_2، أطنان مادة جافة /هكتار؛

B_{t_1} = رصيد الخشب الميت في الزمن السابق t_1، أطنان مادة جافة /هكتار؛

$T = (t_1 - t_2)$ = الفترة الزمنية بين وقت تقدير المخزون الثاني وتقدير المخزون الأول، سنة؛

CF = جزء الكربون في المادة الجافة (القيمة الافتراضية ٠,٥) أطنان كربون/(طن مادة جافة).

ويساعد مخطط تسلسل القرارات المبين في الشكل ٣-٢-١ (القسم ٣-١-٦) على اختيار مستوى الأسلوب الملائم لتنفيذ إجراءات التقدير. وتختلف في كثير من الأحيان تقديرات كربون الخشب الميت اختلافا كبيرا بحسب الاستخدام السابق للأراضي، ونوع الغابة، ونوع التجدد. ومن الناحية النظرية، ينبغي أن تعطي المعادلتين ٣-٢-٢٧ و٣-٢-٢٨ نفس التقديرات. ومن الناحية العملية، يتحدد اختيار المعادلة بتوفر البيانات والدقة المطلوبة.

المستوى ١ (الأسلوب الافتراضي): وفقا لأسلوب الإبلاغ باستخدام المستوى ١، تفترض *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* عدم حدوث أي تغير في رصيد كربون الخشب الميت في الأراضي المحولة إلى أحراج. ويتفق ذلك مع المعادلة ٣-٢-٢٧ إذا افترضنا أن المعدل السنوي للتحول إلى مستجمعات الخشب الميت هو نفس معدل التحول من مستجمعات الخشب الميت، كما يتماشى مع المعادلة ٣-٢-٢٨ إذا كان جرد رصيد الكربون يتم إجراؤه في مختلف الأوقات.

المستوى ٢: يستخدم أسلوب المستوى ٢ المعادلة ٣-٢-٢٧ عندما تقدر معدلات الانتقال من وإلى مستجمعات الخشب الميت باستخدام البيانات المستمدة من القطع التجريبية في المواقع المحددة على المستوى الوطني أو في البلدان ذات الظروف المتشابهة، كما يستخدم هذا الأسلوب المعادلة ٣-٢-٢٨ عندما تقاس أرصدة الكربون. ولأغراض المقارنة، ينبغي تحديد موقع القطع التجريبية الجديدة، إن وجدت، على أساس مبادئ المعاينة المحددة في القسم ٥-٣ مع تصنيفها حسب نوع الغابة ونظام التحويل.

المستوى ٣: يمكن استخدام طرق المستوى ٣ عندما يكون لدى البلدان قوائم جرد مفصلة على أساس عينات قطع الأراضي في الأحراج المدارة، أو عندما يوجد لديها نماذج تفصيلية يتم التثبت من صحتها في مقابل البيانات التمثيلية لتراكم الفرش الحرجي. وينبغي أن يتفق التصميم الإحصائي للجرد (أو جمع العينات للتثبت من النماذج) مع المبادئ الواردة في القسم ٥-٣، مما يسهل التوصل إلى نتائج غير متحيزة ويوفر معلومات عن أوجه عدم التيقن المقترنة بذلك.

إجراءات حساب تغير رصيد كربون الفرش الحرجي

يعبر النهج المستخدم في تقدير تغير الكربون في الفرش الحرجي عن الفروق المتوقعة في أنماط ومدة تغيرات كربون الفرش الحرجي في المزارع الكثيفة الإدارة والأحراج المتجددة طبيعيا في الأراضي المحولة إلى أحراج.

من الناحية النظرية، حالما يصل رصيد الكربون إلى القيمة قبل التحويل مباشرة إلى أرض حرجية (القيمة الافتراضية تساوي في كثير من الأحيان صفرا كما جاء من قبل)، يمكن استخدام المعادلة ٣-٢-٢٩ لتقدير التغييرات السنوية في المساحات المحولة إلى مزارع وفي المواقع المدارة للتجدد الطبيعي والمصنفة حسب استخدامات الأراضي السابقة وأنواع الأحراج:

المعادلة ٣-٢-٢٩

التغير السنوي في رصيد كربون الفرش الحرجي في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية

$$\Delta C_{LF_{LT}} = [A_{NatR} \bullet \Delta C_{NatR}] + [A_{ArtR} \bullet \Delta C_{ArtR}]$$

حيث:

$\Delta C_{LF_{LT}}$ = التغير السنوي في رصيد كربون الفرش الحرجي في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية، أطنان كربون/سنة؛

A_{NatR} = مساحة الأراضي المحولة إلى أراض حرجية من خلال التجدد الطبيعي، بالهكتار؛

A_{ArtR} = مساحة الأراضي المحولة إلى أراض حرجية من خلال إنشاء المزارع، بالهكتار؛

ΔCNatR = متوسط التغير السنوي في رصيد كربون الفرش الحرجي في مساحة الأرض الحرجية NatR، أطنان كربون/هكتار/سنة.

ΔCArtR = متوسط التغير السنوي في رصيد كربون الفرش الحرجي في مساحة الأرض الحرجية ArtR، أطنان كربون/هكتار/سنة.

أو يمكن بدلا من ذلك استخدام طرق تغير المخزون المبينة في المعادلة ٣-٢-٣٠ إذا توفرت البيانات الاستقصائية الملائمة:

المعادلة ٣-٢-٣٠

التغير السنوي في رصيد كربون الفرش الحرجي في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية

$$\Delta C_{LF_{LT}} = A \bullet (C_{t_2} - C_{t_1}) / T$$

حيث:

$\Delta C_{LF_{LT}}$ = التغير السنوي في رصيد كربون الفرش الحرجي في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية، أطنان كربون/سنة.

A = مساحة الأرض المحولة إلى أرض حرجية، بالهكتار؛

C_{t_2} = رصيد كربون الفرش الحرجي في الزمن t_2، أطنان كربون/هكتار؛

C_{t_1} = رصيد كربون الفرش الحرجي في الزمن السابق t_1، أطنان كربون/هكتار؛

$T = (t_1 - t_2)$ = الفترة الزمنية بين وقت إجراء تقدير المخزون الثاني وتقدير المخزون الأول، سنة.

ويتم اختيار منهجية تقدير هذا المستجمع باستخدام مخطط تسلسل القرارات العامة للأراضي المحولة إلى أراض حرجية في الشكل ٣-١-٢.

وتختلف في كثير من الأحيان تقديرات كربون الفرش الحرجي اختلافا كبيرا بحسب الاستخدام السابق للأراضي، ونوع الغابة، ونوع التجدد. ومن الناحية النظرية، ينبغي أن تعطي المعادلتين ٣-٢-٢٩ و٣-٢-٣٠ نفس تقديرات الكربون. ومن الناحية العملية، يتحدد اختيار المعادلة بتوفر البيانات والدقة المطلوبة.

المستوى ١ (الأسلوب الافتراضي): وفقا لأسلوب الإبلاغ باستخدام المستوى ١، تفترض *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* عدم حدوث أي تغير في كربون مستجمعات الفرش الحرجي في الأراضي المحولة إلى أحراج. ويتفق ذلك مع المعادلة ٣-٢-٢٩ إذا افترضنا أن المعدل السنوي للتحول إلى مستجمعات الفرش الحرجي هو نفس معدل التحول من مستجمعات الفرش الحرجي، كما يتماشى مع المعادلة ٣-٢-٣٠ عندما نفترض ثبات رصيد كربون الفرش الحرجي .

المستوى ٢: يستخدم أسلوب المستوى ٢ المعادلة ٣-٢-٢٩ عندما تقدر معدلات الانتقال من وإلى مستجمعات الفرش الحرجي باستخدام البيانات المأخوذة من القطع التجريبية في المواقع المحددة على المستوى الوطني أو في البلدان ذات الظروف المتشابهة، كما يستخدم هذه الأسلوب المعادلة ٣-٢-٣٠ عندما تقاس أرصدة الكربون. ولأغراض المقارنة، ينبغي تحديد القطع التجريبية الجديدة، إن وجدت، على أساس مبادئ المعاينة المحددة في القسم ٥-٣ مع تصنيفها حسب نوع الغابة ونظام التحويل.

المستوى ٣: يمكن استخدام طرق المستوى ٣ عندما يكون لدى البلدان قوائم جرد مفصلة على أساس عينات قطع الأراضي في الأحراج المدارة، أو عندما يوجد لديها نماذج تفصيلية يتم التثبت من صحتها في مقابل البيانات التمثيلية لتراكم الفرش الحرجي. وينبغي أن يتفق التصميم الإحصائي للجرد (أو جمع العينات للتثبت من النماذج) مع المبادئ الواردة في القسم ٥-٣، مما يسهل التوصل إلى نتائج غير متحيزة ويوفر معلومات عن أوجه عدم التيقن المقترنة بذلك.

٣-٢-٢-٢-١-٢ اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة

الخشب الميت

المستوى ١: وفقا لأسلوب الإبلاغ باستخدام المستوى ١ المحدد في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*، يفترض أن رصيد كربون الخشب الميت في الأراضي غير الحرجية المحولة إلى أحراج يكون ثابتا. ولذلك فإن صافي تأثير معاملات الانبعاث والإزالة يساوي صفرا.

المستوى ٢: تشتق القيم الخاصة بالبلد لمعدلات الموت المرتبطة بالمخزون القائم للكتلة الحيوية من الدراسات العلمية أو يتم الحصول عليها من الأقاليم القريبة المتشابهة من حيث الأحراج والمناخ. وإذا تم اشتقاق معاملات المدخلات على المستوى القطري، يمكن أيضا اشتقاق ما يقابلها من قيم معاملات الفقد المرتبط بقطع الأشجار ونظم الاضطرابات من البيانات الخاصة بالبلد. وإذا لم يتوفر إلا واحد فقط من عنصري زوج معاملات المدخلات والمخرجات الخاصة بالبلد ، فينبغي افتراض أن العنصر الثاني لهذا الزوج يساوي المعامل المعلوم. ويمكن استخدام المعاملات الافتراضية الواردة في الجدول ٣-٢-٢ مع بعض فئات الأحراج إذا لم تتوفر قيم قطرية أو إقليمية.

المستوى ٣: تحدد البلدان المنهجيات والبارامترات الخاصة بها لتقدير تغيرات الخشب الميت. ويرجح أن تشمل هذه النهج برامج دائمة لقياس الجرد تكون مرتبطة ببيانات الأنشطة التي تتسم بدرجة عالية من الدقة، وربما تكون مرتبطة أيضا بدراسات النمذجة الموصولة للحصول على ديناميات كل المستجمعات ذات الصلة بالأحراج. وقامت بعض البلدان بوضع مصفوفات للاضطرابات توفر مع كل نوع من الاضطرابات نمطا لإعادة توزيع الكربون بين مختلف المستجمعات (Kurz and Apps, 1992). وقد تتفاوت معدلات تحلل الخشب الميت بتفاوت أنواع الخشب والظروف المناخية في المناطق الصغيرة، وإجراءات إعداد المواقع (مثل الحرق المبرمج المراقب، أو حرق الأكوام). ويمكن استخدام القيم الافتراضية المبينة في الجدول ٣-٢-٢ للتحقق من المعاملات المحددة قطريا.

الفرش الحرجي

المستوى ١ (الأسلوب الافتراضي): يفترض ثبات رصيد كربون الفرش الحرجي في الأراضي غير الحرجية المحولة إلى أحراج. ولذلك فإن صافي تأثير معاملات الانبعاث والإزالة يساوي صفرا. ويتم تشجيع البلدان التي تحدث فيها تغييرات كبيرة من حيث الأنواع الحرجية أو الاضطرابات أو نظم الإدارة في أحراجها أن تضع بيانات محلية لقياس هذا الأثر والإبلاغ باستخدام منهجية المستوى ٢ أو المستوى٣.

المستوى ٢: إذا توفرت هذه البيانات، من *الممارسة السليمة* استخدام البيانات المحددة على مستوى البلد لحساب صافي معدلات تراكم الفرش الحرجي في الأراضي المحولة إلى أحراج بحسب الأنواع الحرجية الأخرى، جنبا إلى جنب مع القيم الافتراضية الواردة في العمود الأخير من الجدول ٣-٢-١ إذا لم تتوفر قيم قطرية أو إقليمية لبعض الفئات الحرجية.

المستوى ٣: تحدد البلدان المنهجيات والبارامترات التي تستخدمها لتقدير التغييرات في الفرش الحرجي باستخدام التقديرات التفصيلية لكربون الفرش الحرجي في مختلف أنواع الأحراج أو نظم الاضطرابات والإدارة أو كليهما على المستوى الوطني. وتستند هذه التقديرات إلى القياسات المأخوذة من قوائم جرد الأحراج الوطنية أو المعلومات الخاصة بالبلد الأخرى، ربما بالاقتران

مع دراسات النمذجة لمعرفة ديناميات كل المستجمعات المرتبطة بالأحراج. ويمكن استخدام القيم الافتراضية المحدثة الواردة في الجدول ٣-٢-١ للتحقق من المعاملات المحددة قطريا.

٣-٢-٢-١-٣ اختيار بيانات الأنشطة

ينبغي ألا تتعارض بيانات الأنشطة مع بيانات الأنشطة المستخدمة لتقدير تغييرات الكتلة الحيوية الحية في الأراضي التي تمر بتحويل إلى أحراج. ووفقا للمبادئ العامة المحددة في الفصل الثاني والمبينة في القسم ٣-٢-٢-١-١-٣، يمكن الحصول على هذه البيانات من الإحصائيات الوطنية ومن الدوائر المعنية بالأحراج ووكالات الصون، والبلديات، ووكالات الاستقصاء ورسم الخرائط. وينبغي إجراء مقارنات لكفالة شمول واتساق تمثيل الأراضي المحولة سنويا من أجل تفادي إمكانية السهو أو ازدواجية في الحساب. وينبغي تفصيل البيانات وفقا للفئات المناخية العامة والأنواع الحرجية المبينة في الجدول ٣-٢-١. وسوف تتطلب قوائم الجرد التي تعد باستخدام طرق المستوى ٣ معلومات أشمل عن إنشاء الأحراج الجديدة، وفئات التربة المحسنة والمناخ ودرجة التحليل المكاني والزمني. وينبغي إدراج كل التغييرات التي تحدث أثناء السنوات T التي يتم اختيارها لتكون فترة الانتقال مع فترات الانتقال الأطول من العشرين عاما السابقة التي يتم الإبلاغ عنها كفئة فرعية من فئات الأحراج التي تظل أحراجاً.

٣-٢-٢-١-٤ تقدير عدم التيقن

قد لا يرتبط بالمادة العضوية الميتة في الأراضي المحولة إلى أحراج سوى قدر ضئيل للغاية من عدم التيقن بالقيم المطلقة أثناء السنوات القليلة الأولى بعد التحويل. ولا تحتوي الأراضي غير الحرجية على أي مادة عضوية ميتة أو قد تحتوى على قدر ضئيل منها. ولا يمكن أن توجد المادة العضوية الميتة إلا من خلال استقرار زراعة النباتات ونموها وموتها.

الخشب الميت

تبلغ تقديرات عدم التيقن المرتبط بالخشب الميت في الأراضي المحولة إلى أحراج في السنوات القليلة الأولى بعد التحويل صفرا في المائة تقريبا. ومن شبه المؤكد أنه لا يوجد خشب ميت في الأراضي غير الحرجية قبل تحويلها إلى أحراج. وكلما طالت فترة الانتقال المختارة، كلما زاد حجم عدم التيقن المرتبط بالخشب الميت في الأراضي المحولة إلى أحراج. ويبين القسم ٣-٢-١-٢-١-٤ أوجه عدم التيقن المقترنة بالخشب الميت في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية.

الفرش الحرجي

تتشابه كثيرا تقديرات عدم التيقن المقترن بالفرش الحرجي في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية مع تقديرات عدم التيقن المقترن بالفرش الحرجي في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية، كما هو مبين في القسم ٣-٢-١-٢-١-٤. ويتراكم الفرش الحرجي بوتيرة سريعة نسبيا. ويقل مقدار التيقن المقترن بالفرش الحرجي كلما قصرت مدة الانتقال التي تظل أثناءها الأرض في فئة الأراضي المحولة إلى أراض حرجية.

ويقدم الجدول ٣-٢-٥ مصادر عدم التيقن المقترنة بتقدير انبعاثات وإزالة ثاني أكسيد الكربون من التربة الحرجية ومستجمعات المادة العضوية الميتة ويبين طرق الحد منها.

بيانات الأنشطة: ينبغي أن تتسق أوجه عدم التيقن المرتبطة ببيانات الأنشطة المتعلقة بالمادة العضوية مع أوجه عدم التيقن المرتبطة ببيانات الأنشطة المتعلقة بتقدير تغيرات الكتلة الحيوية الحية في الأراضي المتحولة إلى أرض حرجية حسب ما هو مبين في القسم ٣-٢-٢-١-١-٤.

٣-٢-٣ تغيرات رصيد كربون التربة

يبن هذا القسم إجراءات تقدير انبعاثات وإزالة الكربون من التربة في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية. ويتضمن هذا القسم إرشادات منفصلة بشأن نوعين من أنواع مستجمعات كربون التربة الحرجية، هما: '١' الجزء العضوي من التربة الحرجية المعدنية؛ '٢' التربة العضوية. والتغير في رصيد كربون التربة في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية ($\Delta C_{LF_{Soils}}$) يساوي مجموع التغييرات في رصيد كربون التربة المعدنية ($\Delta C_{LF_{Mineral}}$) والتربة العضوية ($\Delta C_{LF_{Organic}}$).

٣-٢-٢-٣-١ القضايا المنهجية

التربة المعدنية

تشير دراسات ديناميات كربون التربة عند التغيير من التربة غير الحرجية إلى تربة حرجية أن هناك مجموعة كبيرة من الاتجاهات والمعدلات والتوقيتات. والسبب عموما وراء هذه التغيرات هو الفروق في التصميم التجريبي وإجراءات المعاينة، واختلاف تواريخ استخدام الأراضي، وأنواع المناخ والأحراج (Paul et al., 2002; Post & Kwon, 2000). وقد أسفر تحريج المروج الطبيعية عن حدوث نقص طفيف في كربون التربة المعدنية في طبقة التربة العلوية، وهو ما قد يستمر أو لا يستمر أو قد يعود إلى أصله أثناء دورات المناوبة المتعاقبة (Paul et al., 2002). كما تبين أن خصائص المواقع تمثل أحد العوامل القوية المحددة لديناميات الكربون بعد تحريج المراعي السابقة (Jackson et al., 2002). وبذلك لا يوجد نمط ثابت لحجم واتجاه التغييرات في رصيد كربون التربة على الأجل الطويل عند حدوث تغييرات في استخدامات الأرضي من غير حرجية إلى حرجية مدارة (Post & Kwon 2000; Polglase et al., 2000).

وتبين عموما أن كربون التربة يتراكم عقب تحريج الأراضي الزراعية (Polglase et al., 2000). على أن معدل تراكم كربون التربة يمكن أن يتوقف بشدة على الظروف الأولية المرتبطة بكثافة الاستخدام السابق للأرض وكربون التربة العضوي القابل للتغير قبل إعادة إنشاء الأحراج (Post & Kwon, 2000). وبرغم زيادة مدخلات الكربون الناتجة عن الفرش الحرجي، فإن خصائص التربة قد تحد أيضا من تأثير تراكم SOC على مجموع عزل الكربون في النظام الايكولوجي عند تجدد نمو الأحراج (Richter et al., 1999). وتبعا لعمق عينات التربة، قد تؤدي إعادة توزيع الكربون العضوي في التربة إلى استخلاص نتائج غير صحيحة عن صافي تغييرات رصيد كربون التربة.

ويعترف النهج المقترح بإمكانية عزل أو فقد SOC في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية. ويسمح هذا النهج المقترح بتوحيد المعرفة العلمية المتاحة والبيانات المتعلقة باتجاه ومعدل تغييرات SOC في الأحراج المنشأة حديثا.

ومن الناحية المفاهيمية، لا تتعارض هذه المنهجية مع المنهجية المحددة في القسم ٣-٢-١-٣-١-١ (اختيار الطرق) من حيث أنها تفترض أن المحتوى من الكربون في التربة المعدنية ثابت وله متوسط محدد مكانيا في أنواع معينة من الأحراج وممارسات الادارة ونظم الاضطرابات. وتستند المنهجية إلى الفرضيات التالية:

- من المحتمل أن تغير الأراضي من أراض غير حرجية إلى أراض حرجية يقترن بالتغييرات التي تطرأ على SOC وأنها تصل إلى نقطة ثابتة في نهاية المطاف.
- يحدث حجز/إطلاق SOC أثناء انتقاله إلى حالة توازن جديدة بصورة خطية.

التربة العضوية

قد تؤدي أنشطة التحريج أو نمو الأحراج من جديد في التربة العضوية إلى تغيير نظام الرطوبة من خلال التغييرات في حجز تساقط الأمطار والتبخير النتحي، ومن خلال زيادة مدخلات المادة العضوية. ويمكن لهذه التغييرات أن تعدل ديناميات الكربون والتوازن بين إطلاق ثاني أكسيد الكربون والميثان إلى الغلاف الجوي، مما يفضي إلى توقع أن يكون تحويل الأراضي إلى أحراج في التربة العضوية المصرفة من المياه، سواء المصرفة من المياه لهذا الغرض أو المصرفة من المياه من قبل، مصدرا بشريا لثاني أكسيد الكربون. ويفترض أن لا ينطبق ذلك على الحالات التي تحول فيها الأراضي إلى أحراج بدون صرف المياه.

الجدول ٣-٢-٥
مصادر عدم التيقن في تقدير انبعاث/إزالة ثاني أكسيد الكربون من التربة الحرجية ومن مستجمعات المادة العضوية الميتة

مصادر عدم التيقن	الخصائص	المعالجة
بيانات الأنشطة		
إغفال المساحات الحرجية المدارة	عدم تحديد خصائص كل المساحات الحرجية المدارة بحسب الأنواع وممارسات الإدارة ونظم الاضطرابات، وعدم توثيق التغييرات في الأنواع الحرجية أو الممارسات أو الأحداث	توثيق ورصد الأنواع الحرجية وممارسات الإدارة والاضطرابات
إغفال التغيرات ذات الصلة في الأحداث أو الممارسات	إغفال بعض تغيرات أو ممارسات أو اضطرابات استخدام الأراضي التي يعتقد أنها تسبب انبعاثات أو إزالة غازات الدفيئة	بيان وتوثيق ومناقشة الآثار المحتملة على صحة التقديرات
رسم خرائط بيانات الأنشطة المكانية (مثل التربة العضوية)	عدم رسم خرائط دقيقة للمساحات أو المواقع	اتباع التوصيات الواردة في الفصل الثاني والنصوص القياسية لنظام المعلومات الجغرافية لمعالجة عدم التيقن المقترن بإدارة البيانات المكانية
عدم وجود تصنيف سليم	عدم تصنيف بيانات الأنشطة وفقا للمتغيرات التي تساهم بأكبر دور في حدوث التغيرات	تعزيز قوة تصميمات المعاينة من خلال تحسين التصنيفات
استخدام التصنيف الافتراضي	عدم اتساق تصنيفات استخدام الأراضي الوطنية مع البيانات الافتراضية للفريق الحكومي الدولي	اتساق التصميم
البارامترات ومعاملات الانبعاث/الإزالة		
استخدام البارامترات ومعاملات الانبعاث/الإزالة الافتراضية	القيم الافتراضية لا تمثل الظروف الوطنية	استخدام أوجه عدم التيقن الافتراضية، وتحديد أولويات التحسينات للتقليل أولا من أوجه عدم التيقن الأعلى درجة
تصميم المعاينة	عدم تمثيل التغيرات المكانية تمثيلا كاملا في التصنيف وكثافة المعاينة	قياس عدم التيقن العشوائي (انظر الفصل الخامس أو *دليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠*)
عدم اتساق بروتوكول المعاينة	عدم اتساق عينات الطبقات، وتكرار الأعماق، والعينات المختلطة، ومعالجة الشظايا الخشنة، وقياسات الكثافة الحجمية	تحسين و/أو توحيد بروتوكول المعاينة، وتحقيق الاتساق بين مختلف البروتوكولات
سمك الطبقات	عدم جمع إلا عينات التربة السطحية (صفر إلى ٣٠ سنتيمترا)	افتراض أن الطبقة التي يتراوح عمقها بين صفر و٣٠ سنتيمترا لا تحتوي إلا على ٥٠% من كربون التربة الحرجية، وتقديم عدم التيقن طبقا لذلك
	عدم أخذ عينات من الطبقة الدبالية- المبالغة في تقدير رصيد الفرش الحرجي	تقدير وتعديل تصميم المعاينة على مستوى قطع الأراضي وفقا للتغيرات في الأماكن الصغيرة
	عدم اتساق تحديد طبقات التربة أو الأعماق المرجعية	ينبغي افتراض أن الهيكل الرأسي لمقطع التربة ثابت أثناء المعاينة المتكررة في المواقع الحرجية بدون إعداد الموقع ميكانيكيا
الكثافة الحجمية	عدم قياس الكثافة الحجمية في كل مواقع المعاينة، وعدم دقة قيم الكثافة الحجمية، وبخاصة في التربة التحتية المضغوطة أو الكثيفة	استخدام بيانات إضافية من الكتابات أو قواعد البيانات لتحديد الخطأ المنتظم في الكثافة الحجمية واستكمال البيانات الناقصة، وطلب إجراء قياسات تمثيلية للكثافة الحجمية
الشظايا الخشنة	عدم تقدير حجم أو كتلة الشظايا الخشنة	استخدام بيانات إضافية من الكتابات أو قواعد البيانات لتحديد الخطأ المنتظم في الشظايا الخشنة، ومعايرة وتوحيد تقدير المحتوى من الشظايا الخشنة أثناء حملات المعاينة
تركيز الكربون	تغير الطرق المستخدمة في تحليلات الكربون	تفادي تغيير الطرق التحليلية إن أمكن، ووضع معاملات تصحيح استنادا إلى الدراسات المعملية المقارنة أو المعاملات المنشورة المستخدمة.
توسيع استخدام القيم التجريبية لمعاملات الانبعاث في المساحات الكبيرة (مثل $EF_{Drainage}$)	تطبيق القيم التجريبية المشتقة من الدراسات الموقعية على المساحات الكبيرة	اتباع الإرشادات الواردة في الفصل الخامس بشأن توسيع الاستخدام

٣-٢-٢-٣-١-١ اختيار الأسلوب

التربة المعدنية

تشير المعادلة ٣-٢-٣١ إلى أن تغير رصيد كربون التربة في أي سنة من سنوات الجرد يساوي مجموع تغييرات الكربون في الأحراج الجديدة الكثيفة والواسعة الإدارة التي تنشأ لمدة تقل عن السنوات T. وتعبر المعادلة عن الفروق المتوقعة في أنماط ومدة التغييرات في SOC في الأحراج المدارة بكثافة والأحراج الواسعة الإدارة.

المعادلة٣-٢-٣١

التغير السنوي في رصيد كربون التربة المعدنية في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية[1]

$$\Delta C_{LF_{Mineral}} = \Delta C_{LF_{Ext\ Forest}} + \Delta C_{LF_{Int\ Forest}}$$

حيث:

$$\Delta C_{LF_{Ext\ Forest}} = [(SOC_{Ext\ Forest} - SOC_{Non\ Forest\ Land}) \bullet A_{Ext\ Forest}] / T_{Ext\ Forest}$$

$$\Delta C_{LF_{Int\ Forest}} = [(SOC_{Int\ Forest} - SOC_{Non\ Forest\ Land}) \bullet A_{Int\ Forest}] / T_{Int\ Forest}$$

و

$$SOC_{Int,\ Ext\ Forest} = SOC_{ref} \bullet f_{forest\ type} \bullet f_{man\ intensity} \bullet f_{dist\ regime}$$

حيث:

$\Delta C_{LF_{Mineral}}$ = التغير السنوي في أرصدة الكربون في التربة المعدنية في سنة الجرد، أطنان كربون/ سنة؛

$\Delta C_{LF_{Ext\ Forest}}$ = التغير السنوي في أرصدة الكربون في التربة المعدنية في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية واسعة الإدارة، أطنان كربون/ سنة؛

$\Delta C_{LF_{Int\ Forest}}$ = التغير السنوي في أرصدة الكربون التربة المعدنية في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية مدارة بكثافة، أطنان كربون/ سنة؛

$SOC_{Ext\ Forest}$ = المخزون الثابت للكربون العضوي في التربة في الأراضي الحرجية الجديدة الواسعة الإدارة، أطنان كربون/هكتار؛

$SOC_{Int\ Forest}$ = المخزون الثابت للكربون العضوي في التربة في الأراضي الحرجية الجديدة الكثيفة الإدارة، أطنان كربون/هكتار؛

$SOC_{Non\ Forest\ Land}$ = أرصدة الكربون العضوي في التربة في الأراضي غير الحرجية قبل تحويلها، أطنان كربون/هكتار؛

$A_{Ext\ Forest}$ = مساحة الأراضي المحولة إلى أحراج واسعة الإدارة، بالهكتار؛

$A_{Int\ Forest}$ = مساحة الأراضي المحولة إلى أحراج كثيفة الإدارة، بالهكتار؛

$T_{Ext\ Forest}$ = مدة التحول من $SOC_{Non\ Forest\ Land}$ إلى $SOC_{Ext\ Forest}$ ، بالسنة؛

$T_{Int\ Forest}$ = مدة التحول من $SOC_{Non\ Forest\ Land}$ إلى $SOC_{Int\ Forest}$ ، بالسنة؛

SOC_{ref} = رصيد الكربون المرجعي في الأحراج الوطنية غير المدارة في تربة معينة، أطنان كربون/هكتار؛

$f_{forest\ type}$ = معامل التكيف لنوع الغابة المختلف عن الغطاء النباتي في الأحراج الأصلية، بدون أبعاد؛

$f_{man\ intensity}$ = معامل التكيف لتأثير كثافة الإدارة ، بدون أبعاد؛

$f_{dist\ regime}$ = معامل التكيف الذي يعبر تأثير نظام الاضطراب المختلف عن نظام الاضطراب الطبيعي على SOC، بدون أبعاد.

ملحوظة: ينبغي الإبلاغ سنويا عن هذه التغييرات التي تطرأ على رصيد الكربون في السنوات $T_{Ext\ Forest}$ و $T_{Int\ Forest}$ على التوالي. ومثال ذلك أنه إذا حولت أرض ما إلى أرض حرجية كثيفة الإدارة وكانت $T_{Int\ Forest}$ = ٢٠ عاما، ينبغي حينئذ الإبلاغ في قائمة الجرد الوطنية ولمدة عشرين عاما بعد التحويل عن التغييرات السنوية في رصيد الكربون في التربة المعدنية في المساحة $A_{Int\ Forest}$ المحسوبة باستخدام المعادلة ٣-٢-٣١. ويساوي مجموع تغيير رصيد الكربون في التربة المعدنية حاصل جمع كل أنواع التحويل إلى الأراضي الحرجية

وفي حالة عودة الأراضي غير الحرجية إلى أراض حرجية أصلية غير مدارة فإن:

$$f_{forest\ type} = f_{man\ intensity} = f_{dist\ regime} = 1,$$

$$SOC_{Int,\ Ext\ Forest} = SOC_{ref}$$

وتحدث التغييرات السنوية في SOC طالما لم تمر سنوات أكثر من T منذ تحويل الأرض غير الحرجية إلى أرض حرجية.

ويعرض مخطط تسلسل القرارات في الشكل ٣-١-٢ (القسم ٣-١-٦) إرشادات أساسية بشأن اختيار مستوى منهجية التقدير.

المستوى ١: يمكن النظر اختياريا في تحويل الأراضي الزراعية والمروج الطبيعية إلى أراض حرجية عند استخدام أسلوب المستوى ١، على الرغم من أن تأثيرات عمليات التحويل إلى أحراج على رصيد كربون التربة لا يُنظر إليها باعتبارها جزءا من المنهجية الافتراضية الواردة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*.[٧] ولا يوجد فرق بين الإدارة الكثيفة والواسعة في الأحراج الجديدة، ومن ثم فإن $SOC_{ref} = SOC_{Int\ Forest} = SOC_{Ext\ Forest}$ ، و $T_{Aff} = T_{Int\ Forest} = T_{Ext\ Forest}$. ولذلك يمكن تبسيط المعادلة الافتراضية إلى ما يلي:

المعادلة ٣-٢-٣٢

التغير السنوي في رصيد كربون التربة المعدنية عند التحريج[١]

$$\Delta C_{LF_{Mineral}} = [(SOC_{ref} - SOC_{Non\ Forest\ Land}) \bullet A_{Aff}] / T_{Aff}$$

حيث:

$\Delta C_{LF_{Mineral}}$ = التغير السنوي في رصيد كربون التربة المعدنية أثناء سنة الجرد، أطنان كربون/ سنة؛

SOC_{ref} = المخزون المرجعي للكربون في الأحراج الوطنية غير المدارة في تربة معينة، أطنان كربون/هكتار؛

$SOC_{Non\ Forest\ Land}$= الكربون العضوي الثابت في التربة أثناء الاستخدام السابق للأراضي سواء الأراضي الزراعية أو المروج الطبيعية، أطنان كربون/هكتار؛

A_{Aff} = مجموع الأراضي المحرجة المشتقة من الأراضي الزراعية أو المروج الطبيعية السابقة، بالهكتار؛

T_{Aff} = مدة الانتقال من $SOC_{Non\ Forest\ Land}$ إلى SOC_{ref}، سنة.

الملحوظة ١: ينبغي الإبلاغ سنويا عن هذه التغيرات التي تطرأ على رصيد الكربون أثناء T_{Aff}. ومثال ذلك أنه إذا تم تحريج أرض ما وكانت T_{Aff} تساوي ٢٠ عاما، ينبغي حينئذ الإبلاغ في قائمة الجرد الوطنية، لمدة عشرين عاما بعد التحويل، عن التغيرات السنوية في رصيد كربون التربة المعدنية في المساحة A_{Aff} وفقا للحسابات التي يتم إجراؤها باستخدام المعادلة ٣-٢-٣٢.

وتعتبر الحسابات التي يتم إجراؤها باستخدام أسلوب المستوى ١ غير مؤكدة بدرجة كبيرة. وفي البلدان التي يمثل فيها تحويل الأراضي إلى أحراج فئة رئيسية، ينبغي الإبلاغ باستخدام أسلوب المستوى ٢ أو ٣.

---

[٧] على الرغم من النظر بالفعل في فواقد كربون التربة الناتجة عن التحويل من أراض حرجية ومروج طبيعية إلى الفئات الأخرى.

المستوى ٢: عند إجراء الحسابات باستخدام أسلوب المستوى ٢، يمكن مبدئيا تمييز أنواع الأحراج الجديدة باستخدام فئتين عريضتين من فئات إدارة الأراضي، هما ممارسات الإدارة الكثيفة (مثل المزارع الحرجية التي تتسم بكثافة إعداد الموقع والتسميد) أو ممارسات الإدارة الواسعة (الأحراج الطبيعية التي لا يحدث فيها إلا الحد الأدنى من التدخلات). كما يمكن إعادة تحديد هذه الفئات وفقا للظروف الوطنية، مثلا على أساس أصل المجموعة الحرجية، مثل التجدد الطبيعي أو الاصطناعي. ويمكن الإبلاغ في إطار هذا المستوى عن الأحراج الجديدة المنشأة على أراض لم تكن زراعية أو مروجا طبيعية.

المستوى ٣: تشمل إجراءات الحساب باستخدام أسلوب المستوى ٣ وضع منهجية قطرية مدعمة ببيانات الأنشطة المفصلة والبارامترات لإجراء التقدير، وأن تصنف بحسب العوامل الايكولوجية والبشرية ذات الصلة على المستوى الوطني. وينبغي أن تكون المنهجية شاملة، بما في ذلك كل الأحراج الجديدة المدارة وكل العوامل البشرية المؤثرة على توازن SOC في تلك الأراضي. ويتضمن القسم ٣-٢-١-٣-١-١ (اختيار الطرق) مخططا للخطوات العامة المتبعة في وضع المنهجية المحلية.

التربة العضوية

عندما يحدث التحويل إلى أراض حرجية في التربة العضوية المصرفة من المياه ينبغي على البلدان أن تستخدم المستويين ١ و٢ لتطبيق منهجية التقدير المبينة تحت العنوان "التربة العضوية" في القسم ٣-٢-١-٣-١-١ (اختيار الطرق) باستخدام المعادلة ٣-٢-٣٣ الواردة أدناه والتي تمثل صيغة معدلة للمعادلة ٣-٢-١٥. وينبغي استخدام طرق المستوى ٣ في الحالات التي تحول فيها مساحات واسعة من التربة العضوية المصرفة من المياه إلى أراض حرجية جديدة. ويفترض استمرار انطلاق الانبعاثات طالما بقيت الطبقة العضوية الهوائية وطالما اعتبرنا أن التربة عضوية.

المعادلة ٣-٢-٣٣

انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من التربة العضوية المصرفة من المياه في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية

$$\Delta C_{LF_{Organic}} = A_{Drained\ Aff} \bullet EF_{Drainage}$$

حيث:

$\Delta C_{LF_{Organic}}$ = انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من التربة العضوية المصرفة من المياه في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية، أطنان كربون/ سنة؛

$A_{Drained\ Aff}$ = مساحة التربة العضوية المصرفة من المياه في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية، بالهكتار؛

$EF_{Drainage}$ = معامل انبعاث ثاني أكسيد الكربون المنطلق من التربة العضوية المصرفة من المياه، أطنان كربون/ هكتار/ سنة.

٣-٢-٢-٣-١-٢ اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة

التربة المعدنية

البارامترات التي يتعين تقديرها هي SOC_{ref}, $SOC_{Ext\ Forest}$, $SOC_{Int\ Forest}$, $T_{Int\ Forest}$, $T_{Ext\ Forest}$, $SOC_{Non\ Forest\ Land}$, $f_{forest\ type}$, $f_{man\ intensity}$, $f_{dist\ regime}$.

المستوى ١: في الحسابات التي يتم إجراؤها باستخدام أسلوب المستوى ١، $f_{forest\ type}$ = $f_{man\ intensity}$ = $f_{dist\ regime}$ = ١، وبذلك فإن SOC في الأحراج الجديدة = SOC_{Ref}. ويبين الجدول ٣-٢-٤ قيم SOC_{Ref} الافتراضية في الغطاء النباتي الوطني في فئات التربة المناخ العامة.

وبالنظر إلى عدم النظر إلا في تحويل الأراضي الزراعية والمروج الطبيعية، ينبغي أن تتفق قيم $SOC_{Non\ Forest\ Land}$ مع قيم SOC الواردة في البلاغات المتعلقة بالأراضي الزراعية (انظر الإرشادات الواردة في القسم ٣-٣-١-٢) أو المروج الطبيعية (انظر الإرشادات الواردة في القسم ٣-٤-١-٢).

ومدة $Taff = T_{Int\ Aff} = T_{Nat\ Aff}$ المطلوبة لإعادة الأراضي الزراعية المهملة إلى الكتلة الحيوية الحرجية الوطنية في نوع الغطاء النباتي الوطني والمناخ، وهي مدة قد تتراوح بين ٢٠ و١٠٠ سنة، أو قد تطول في النظم الايكولوجية المعتدلة والشمالية. وهذه الديناميات الطويلة الأجل تحتاج إلى متابعة في فئة الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية حالما تنتقل الأرض من فئة التحويل.

المستوى ٢: في إجراءات الحساب باستخدام أسلوب المستوى ٢، تقدم البلدان قيمها المحددة بخصوص SOC_{Ref}, $SOC_{Ext\ Forest}$, $SOC_{Int\ Forest}$, $T_{Int\ forest}$, $T_{Ext\ Forest}$, $SOC_{Non\ Forest\ Land}$, $f_{forest\ type}$, $f_{man\ intensity}$, $f_{dist\ regime}$.

وينبغي استبدال قيم SOC_{Ref} الافتراضية بالبيانات التي تعبر بشكل أفضل عن الظروف الوطنية، على أساس أنواع الأحراج ذات الصلة، ونظم الاضطرابات الطبيعية. وينبغي العناية على وجه الخصوص بالمخزون المرجعي للكربون العضوي في التربة الذي ينبغي أن تستخدم قيمه الافتراضية باعتبارها تمثل المخزون الثابت المحدد للكربون العضوي في التربة عند التحريج حيثما توجد أدلة موثقة تفيد بأن الأحراج الجديدة تشبه من الناحية الايكولوجية النباتات الوطنية وأنها لا تخضع للإدارة. وفي حالة إنشاء الأحراج في مساحات لم تشهد نمو أحراج على مر التاريخ، يمكن اشتقاق SOC_{Ref} من البيانات التمثيلية المتاحة في المراجع أو من استقصاءات أنواع التربة والأحراج المماثلة.

وينبغي أن تتفق قيم $SOC_{Ext\ Forest}$, $SOC_{Int\ Forest}$, $f_{forest\ type}$, $f_{man\ intensity}$, $f_{dist\ regime}$ المحددة على المستوى الوطني مع أنواع الأحراج وممارسات الإدارة ونظم الاضطرابات المستخدمة في إجراءات تقدير SOC في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية (القسم ٣-٢-١-٣-١-٢، اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة). وينبغي اشتقاق هذه البارامترات وفقا للإرشادات الواردة في النص المقابل من القسم ٣-٢-١-٣-١-٢.

وينبغي أن تتفق قيم $SOC_{Non\ Forest\ Land}$ مع القيم المبلغ عنها في فئات الأراضي الأخرى.

وينبغي تقدير المدة الزمنية المطلوبة للوصول إلى قيم SOC الثابتة في الأراضي الحرجية مع الأخذ في الحسبان أن معدلات عزل كربون التربة أبطأ من معدلات عزل كربون الكتلة الحيوية الظاهرة، وأن التغييرات السطحية في SOC قد لا تقدم سوى صورة جزئية لإعادة التوزيع الرأسي للكربون في التربة، وأن الانتقال في الأحراج الجديدة التي تدار بكثافة قد يستغرق مدة أقصر مما يستغرقه في الأحراج القائمة المدارة، وأنه إذا تساوت كل العوامل الأخرى فمن المرجح أن يكون $SOC_{Int\ Forest}$ على الأجل الطويل أقل من $SOC_{Ext\ Forest}$.

وقد يُستبدل العزل الخطي للكربون بعروض منحنية أو مكافئة، حيثما تتوفر البيانات.

المستوى ٣: تحدد البلدان منهجياتها وبارامتراتها المستخدمة في تقدير تغيرات SOC المقترنة بإنشاء أحراج جديدة. ويرجح أن تشمل هذه النهج برامج رصد دقيقة وطويلة الأجل، بالإضافة إلى دراسات عددية و/أو دينامية للنماذج، وأن تتفق مع الطرق المستخدمة لتقدير انبعاثات/عمليات إزالة مستجمعات SOC في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية. وينبغي اختيار النماذج على أساس قدرتها على التمثيل الكافي لمجموعة الظروف والممارسات السائدة في المساحة المعنية وعلى أساس اتساقها مع البيانات الوطنية المتاحة. وبالنظر إلى تعقد تلك النماذج، قد يتعذر قياس عدم التيقن المقترن بمخرجات النماذج. وينبغي دعم استخدام النماذج بالتثبت المستقل من فرضيات النماذج والبارامترات والقواعد والمخرجات في كل مجموعة الظروف والممارسات التي تمثلها النماذج.

التربة العضوية

معامل الانبعاث الذي ينبغي تقديره هو $EF_{Drainage}$ الذي يمثل انبعاث ثاني أكسيد الكربون من التربة العضوية المصرفة من المياه في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية [أطنان كربون/هكتار/سنة] كما جاء أثناء تناول معاملات الانبعاث المرتبطة بالتربة العضوية في القسم ٣-٢-١-٣-١-٢. ويبين الجدول ٣-٢-٣ القيم الافتراضية.

٣-٢-٢-٣-١-٣ اختيار بيانات الأنشطة

التربة المعدنية

تتألف بيانات الأنشطة في إطار المستوى ١ من كل الأراضي الزراعية والمروج الطبيعية المحولة إلى أحراج، سواء عن قصد أو نتيجة الإهمال، وتقدر وفقا للإرشادات الواردة في الفصل الثاني. وتبين أنماط التحويل النمطية إنشاء المزارع على الأراضي الزراعية الهامشية والأراضي الزراعية المتدهورة المهملة في المناطق ذات الإنتاجية الهامشية، أو على الأراضي الزراعية والأراضي المهملة لأسباب أخرى.

وتتألف بيانات الأنشطة في إطار المستويين ٢ و٣ من كل الأراضي المحولة إلى أحراج وتحدد مواقعها وفقا للفئات المناخية العامة، ويتم تمييزها على أساس كثافة الإدارة (الواسعة أو الكثيفة) وأصل المجموعة الحرجية (الإنشاء الطبيعي أو الاصطناعي للأحراج).

وفي إطار كل المستويات، ينبغي أن تبقى الأحراج الجديدة في فئة التحويل أثناء مدة فترة الانتقال (المدة الافتراضية = ٢٠ سنة) وأن تدرج بعد ذلك في فئة الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية. وتزداد كثيرا سهولة تقيم التغيرات في رصيد الكربون العضوي في التربة الحرجية إذا أمكن استخدام المعلومات المتعلقة بتغير استخدام الأراضي جنبا إلى جنب مع البيانات الوطنية المتعلقة بالتربة والمناخ، وقوائم جرد النباتات والبيانات الجغرافية الأخرى. وقد يلزم تعقب ديناميات كربون التربة الطويلة الأجل في فئة الأراضي التي تظل أراض حرجية بعد تحويلها في نهاية مدة الانتقال.

وتتراوح مصادر البيانات وفقا لنظم إدارة الأراضي في البلد من فرادى الموردين أو الشركات إلى الهيئات التنظيمية والوكالات الحكومية المسؤولة عن تخطيط استخدام الأراضي والجرد والإدارة، ومؤسسات البحوث. وتشمل أشكال البيانات، من بين جملة أمور، تقارير الأنشطة المقدمة بانتظام في إطار البرامج التحفيزية أو حسب ما تقتضيه الأنظمة، وقوائم جرد إدارة الأحراج والصور المستشعرة من بعد.

التربة العضوية

تتألف بيانات الأنشطة من $A_{Drained\ Aff}$، وهي مساحة التربة العضوية المصرفة من المياه المحولة إلى أحراج جديدة. وعندما تجفف التربة العضوية بغرض تحريج الأرض، من المحتمل أن توثق السجلات مدى وموقع أنشطة الصرف المياه التي تنفذ استعدادا لإنشاء الغابة. وقد لا ينطبق ذلك على تحويل التربة المصرفة من المياه من قبل والتي قد لا تتوفر بشأنها سوى البيانات المتعلقة بمساحات تحويل الأراضي. وقد يلزم إجراء استقصاءات إضافية بالاستعانة بالإرشادات الواردة في الفصل الثاني مع مراعاة أي حاجة إلى تعديل المساحات الناشئة عن استخدامات الأراضي السابقة للحفاظ على اتساق تمثيل مساحة الأراضي.

٣-٢-٢-٣-١-٤ تقدير عدم التيقن

أوجه عدم التيقن المرتبطة ببيانات الكربون العضوي في التربة هي في الأساس نفس أوجه عدم التيقن في البيانات المتعلقة بالأراضي المحولة إلى أراض حرجية والبيانات المتعلقة بالأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية (القسم ٣-٢-١-٣-١-٤). وهناك مصدر إضافي لعدم التيقن المقترن بالأدلة المتفاوتة المتعلقة بتأثير تحويل الأرض إلى أحراج على الكربون العضوي في التربة (SOC)، ويتوقف اتجاه ومعدل تغيرات SOC على ظروف التربة الأولية وقت التحويل، وإمكانية تراكم الكربون العضوي في التربة. وما لم تتوفر أدلة على خلاف ذلك، ينبغي أن تفترض البلدان نسبة ٣٠ في المائة لعدم التيقن في الظروف الأولية للتربة.

٣-٢-٢-٤ انبعاثات غازات الدفيئة غير ثاني أكسيد الكربون

يتناول القسم ٣-٢-١-٤ (انبعاثات غازات الدفيئة من حرق الكتلة الحيوية)انبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن حرق الكتلة الحيوية.

وعموما فإن تحويل الأرض من أرض زراعية ومروج طبيعية ومستوطنات وأراض أخرى إلى أرض حرجية لا ينطوي على تغيير لمصادر ومصارف الغازات غير ثاني أكسيد الكربون المنطلقة من التربة مقارنة مع المصادر والمصارف التي تحدث في

إطار استخدامات (الأراضي الزراعية والمروج الطبيعية والمستوطنات والأراضي الأخرى) السابقة أو استخدامات الأراضي الجديدة (الأرض الحرجية). وقد لا يصح هذا الافتراض في كل الحالات مثلا إذا كانت المروج الطبيعية تحرث لتحريجها. ومع ذلك، توجد بيانات غير كافية لتوفير منهجية افتراضية. ويتناول القسم ٣-٢-١-٤ والتذييل ٣(أ)-٢ انبعاثات أكسيد النيتروز الناتجة عن إدارة الأراضي، بما في ذلك التسميد وصرف المياه.

أكسيد النيتروز

يعرض الشكل ٣-١-٢ مخططا لتسلسل قرارات المتعلقة باختيار مستوى الأسلوب الملائم لانبعاثات أكسيد النيتروز من الأراضي المحولة إلى أراض حرجية. وإذا توفرت البيانات، ينبغي إجراء تحليل الفئة الرئيسية لكل نوع من التحويل على حدة (الأرض الزراعية إلى أرض حرجية، والمروج الطبيعية إلى أرض حرجية، والأراضي الرطبة إلى أرض حرجية، والمستوطنات إلى أرض حرجية، والأراضي الأخرى إلى أرض حرجية).

ومن *الممارسة السليمة* في *كل الطرق المستخدمة* أن تقدر انبعاثات أكسيد النيتروز الناتجة عن الاستخدام المباشر للنيتروجين في الأراضي أثناء تحويلها إلى فئة الأراضي الحرجية باستخدام نفس الطرق المبينة في القسم ٣-٢-١-٤-١ بشأن الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية، على أن يراعي تفادي حدوث ازدواجية في الحساب مع الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية أو الزراعة. وإذا تعذر عمليا تفصيل بيانات استخدام النيتروجين إلى ما دون مستوى الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية أو حتى دون مستوى الزراعة، ينبغي تجميع الانبعاثات تحت الفئة الرئيسية لتفادي ازدواجية في الحساب. وإضافة إلى ذلك ينبغي مراعاة النقاط التالية:

المستوى ١: يفترض أن التحويل إلى أرض حرجية لا يفضي إلى فواقد في كربون التربة. واستنادا إلى ما جاء في القسم ٣-٣-٢-٣ (انبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون من التحويل إلى أرض زراعية) يفترض أيضا أن انبعاثات أكسيد النيتروز الناتجة عن تعدين كربون التربة تساوي صفرا. وتحسب ضمنا في الجرد انبعاثات أكسيد النيتروز المتأخرة الناتجة عن استخدام النيتروجين أثناء الاستخدام السابق والاستخدام الجديد (الأحراج المدارة) ولا يلزم الإبلاغ عنها على حدة لتفادي ازدواجية في الحساب.

المستوى ٢: يتم تشجيع البلدان التي تقوم بإجراء عمليات جرد متكررة لكربون التربة على التحقق من الفرضية التي تقول إن التحويل إلى أرض حرجية لا يفضي إلى فواقد في كربون التربة. وإذا أمكن توثيق فواقد كربون التربة، وذلك مثلا من تشجير المروج الطبيعية، فينبغي حينئذ الإبلاغ عن انبعاثات أكسيد النيتروز باستخدام نفس الطرق والمنهجيات المستخدمة في التحويل إلى لأرض زراعية (القسم ٣-٣-٢-٣ المعنون "انبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون من التحويل إلى أرض زراعية"). وتحسب ضمنا في الجرد انبعاثات أكسيد النيتروز المتأخرة الناتجة عن استخدام النيتروجين أثناء الاستخدام السابق، ولا يلزم الإبلاغ عنها على حدة لتفادي ازدواجية في الحساب. ولا تتوفر حاليا معلومات كافية لتقدير تأثير تراكم الكربون في التربة على انبعاثات أكسيد النيتروز.

المستوى ٣: فيما يتعلق بالبلدان التي تقدم بلاغات عن انبعاثات أكسيد النيتروز على أساس مكاني واضح، من *الممارسة السليمة* تطبيق نفس النماذج التفصيلية المطبقة على الأراضي التي تظل أحراجا، مع مراعاة التفاعلات المحددة في المستويين ١ و٢ أعلاه.

وينتج عن تحويل التربة العضوية إلى أحراج انطلاق أكسيد النيتروز في الحالات التي تجفف فيها الأراضي الرطبة، وبخاصة التربة العضوية. ومن *الممارسة السليمة* الإبلاغ عن انبعاثات أكسيد النيتروز الناتجة عن صرف المياه التربة العضوية أثناء تحويل الأراضي إلى أراض حرجية باستخدام نفس الطرق والمنهجيات المتبعة مع انبعاثات أكسيد النيتروز المنطلقة من التربة العضوية المصرفة من المياه في فئة الأراضي الحرجية (التذييل ٣ (أ)-٢) لضمان عدم حدوث أي تعارض.

٣-٢-٣ التمام

يعد التمام أحد متطلبات ضمان ومراقبة جودة الجرد كما هو مبين في الفصل ٥-٥ وفي *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* كما هو محدد في الفصل الأول. وتوفر هذه *الإرشادات* نصائح محددة بشأن كل الفواقد التي تحدث في المناطق الحرجية المدارة

(المطلوبة لتطبيق المنهجية بشكل سليم) والتي تمتد، في طرق المستويات العليا، لتشمل كل المستجمعات وليس فقط الكتلة الحيوية الظاهرة. وتشمل كل المستويات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وانبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن الحرائق والاستخدام المباشر للأسمدة. ويوفر التذييل ٣ (أ)-٢ إرشادات بشأن أكسيد النيتروز المنبعث من التربة العضوية المصرفة من المياه. وتتطابق *إرشادات الممارسة السليمة* المتعلقة بتجيير التربة الحرجية مع الإرشادات الواردة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* ولم تدخل عليها أي تفاصيل أخرى على الرغم من أن الفصل الرابع يبين طرقا أكثر تفصيلا.

٣-٢-٤ وضع متسلسلة زمنية متسقة

من *الممارسة السليمة* وضع متسلسلة زمنية متسقة لقوائم جرد انبعاثات وإزالة غازات الدفيئة البشرية المنشأ في كل فئات استخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي والحراجة، باستخدام الإرشادات الواردة في القسم ٥-٦ (اتساق المتسلسلات الزمنية وعمليات الحساب). وبالنظر إلى احتمال عدم توفر بيانات الأنشطة إلا كل بضع سنوات، قد يتطلب تحقيق الاتساق في المتسلسلات الزمنية استكمال أو استقراء المتسلسلات الزمنية أو الاتجاهات الأطول أجلا، ربما باستخدام المعلومات المتعلقة بتغييرات السياسات الغابية ومخططات الحوافز حيثما ظهرت الحاجة إلى الحوافز.

ولتقدير انبعاثات وإزالة غازات الدفيئة سواء باستخدام أسلوب المستوى ١ أو ٢ أو ٣، من المثالي تطبيق نفس مجموعة القواعد (استراتيجية المعاينة والأسلوب المستخدم، إلخ) أسلوب واحد على كل سنة من سنوات المتسلسلة الزمنية وعلى نفس المستوى التفصيلي. ومن *الممارسة السليمة* إذا توفرت البيانات المحددة قطريا أن تستخدم نفس المعاملات لإجراء الحسابات المكافئة في كل مراحل المتسلسلة الزمنية.

على أنه مع تحسن قدرات الجرد وتوفر مصادر المعلومات والبيانات بمرور الوقت، تدرج فئات جديدة للمصادر والمصارف أو تنتقل إلى المستوى الأعلى ويمكن تحديث وتطوير الطرق والبيانات المستخدمة في حساب التقديرات. وفي هذه الظروف، من الممارسة السليمة أن تعاد حسابات الانبعاثات والإزالة على مر التاريخ باستخدام نفس الأسلوب (انظر القسم ٥-٦-٣، "إعادة حساب البيانات الدورية"). وفي بعض الحالات، إذا لم تتوفر بعض البيانات، فقد يلزم حينئذ تقديرها من مصادر البيانات الأخرى.

ومع مرور الوقت، يتطلب الاتساق في حساب مساحات الأراضي المدرجة في جرد انبعاثات/مصارف كربون التربة تصنيف بيانات الأنشطة المتعلقة بكل فئات استخدام الأراضي بحسب التعريف المشترك للمناخ وأنواع التربة. وهكذا، قد يحدث سهو أو ازدواجية في حساب مساحات الأراضي المعرضة لتغير الاستخدامات بسبب أخطاء المحاسبة الناشئة عن تضارب تعاريف المناخ وأنواع التربة في فئات استخدامات الأراضي الأخرى. ويلزم الاتساق في تحديد كل نظام من نظم الإدارة التي يشملها الجرد.

كما سيتحسن مع مرور الوقت مستوى المعرفة وتفاصيل تقديرات انبعاثات التربة، مما سيستلزم إعادة حساب قوائم الجرد التاريخية حتى تؤخذ في الحسبان البيانات و/أو الطرق الجديدة، ولذلك تصنف بيانات الأنشطة بحسب التعاريف المشتركة لأنواع الأحراج الجديدة وممارسات الإدارة ونظم الاضطرابات.

ولا يمكن في كثير من الأحيان اكتشاف التغييرات في التربة الحرجية على نطاق زمني يقل عن عشر سنوات، وسيلزم استكمال القياسات للحصول على تقديرات سنوية للانبعاثات والإزالة.

ويلزم تتبع التغييرات في أنواع الأحراج والممارسات والاضطرابات لمدد زمنية طويلة تتحدد مثلا بديناميات كربون التربة أو فترات المناوبة الحرجية حيث يتم تعقبها تحديدا باستخدام حسابات النماذج التفصيلية. وقد تنشأ صعوبات بسبب الافتقار إلى البيانات التاريخية المتعلقة بتلك الأنشطة أو الأحداث. وتتسم البيانات التاريخية (بما في ذلك البيانات المتعلقة بانبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون في المساحات المصرفة من المياه والمعاد ترطيبها) بدرجة من الدقة أقل من البيانات الحديثة. وقد يلزم إعادة إنشاء بعض هذه البيانات استنادا إلى معرفة الخبراء وينبغي توثيقها كما جاء في الفصل الخامس.

٣-٢-٥ الإبلاغ والتوثيق

يمكن الإبلاغ عن الفئات المبينة في القسم ٣-٢ باستخدام جداول الإبلاغ الواردة في المرفق ٣-٢. ويبين الفصل الخامس من هذا التقرير المتطلبات العامة المطلوبة للإبلاغ والتوثيق. ومن *الممارسة السليمة* عموما حفظ وتوثيق كل البيانات والمعلومات (مثل الأرقام والإحصائيات ومصادر الفرضيات، ونهج النمذجة، ودراسات التثبت من تحليلات عدم التيقن، وطرق الجرد، والتجارب البحثية، والقياسات المأخوذة من دراسات المواقع الميدانية، والقواعد المقترنة بذلك، وقواعد البيانات الأساسية الأخرى) لإعداد قائمة الجرد الوطنية للانبعاثات/الإزالة. وينبغي الإبلاغ عن تعاريف المستجمعات، والتعاريف المتصلة بتحديد نطاق الأراضي المدارة المدرجة في الجرد، جنبا إلى جنب مع الأدلة التي تشهد باتساق تطبيق هذه التعاريف مع مرور الوقت.

ويلزم أيضا إجراء توثيق لبيان شمول واتساق بيانات وطرق المتسلسلات الزمنية المستخدمة في استكمال العينات وطرق استكمال العينات والسنوات ، وإعادة الحساب، وتفادي ازدواجية في الحساب، فضلا عن ضمان ومراقبة الجودة.

ومع تقرير الأطراف استخدام مستويات أعلى لطرق وبيانات الحساب غير المبينة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* أو التي تتسم بنهج أكثر تفصيلا، يلزم توفير وثائق إضافية لدعم استخدام المنهجيات الأدق والأكثر تقدما، والبارامترات الخاصة بالبلد، والخرائط ومجموعات البيانات التي تتسم بدرجة عالية من الدقة. ويلزم على كل المستويات شرح القرارات المتعلقة باختيار المنهجيات والمعاملات وبيانات الأنشطة. والغرض من ذلك هو تسهيل إعادة وضع التقديرات من خلال أطراف أخرى مستقلة، وإن كان من غير العملي إدراج كل الوثائق اللازمة في تقرير الجرد الوطني. ولذلك ينبغي أن يشمل الجرد ملخصات للنهج والطرق المستخدمة، والإشارة إلى مصادر البيانات حتى تتسم التقديرات الواردة في التقارير بالشفافية وحتى يتسنى تعقب الخطوات المتبعة في حسابها.

وللوثائق أهمية خاصة في الحالات التي تبين فيها *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* النهج وطرق الحساب والبيانات، مثلما في نهج المستويات الأعلى أو النهج التفصيلية. وإضافة إلى ذلك، من *الممارسة السليمة* توفير الوثائق المتعلقة بما يلي:

معاملات الانبعاث: ينبغي الإشارة إلى مصادر معاملات الانبعاث المستخدمة (القيم الافتراضية المحددة من الفريق الحكومي الدولي أو غيرها من القيم). وإذا استخدمت معاملات الانبعاث المحددة قطريا أو إقليميا وإذا استخدمت طرق جديدة (بخلاف الطرق الافتراضية المحددة من الفريق الحكومي الدولي)، ينبغي وصف الأساس العلمي الذي تستند إليه هذه المعاملات والطرق وصفا كاملا وتوثيقه. ويشمل ذلك تحديد البارامترات المستخدمة ووصف عملية اشتقاق هذه المعاملات والطرق.، فضلا عن وصف مصادر وأحجام عدم التيقن. وينبغي أن توفر وكالات الجرد التي تستخدم معاملات انبعاث قطرية معلومات عن الأساس الذي يستند إليه اختيار معاملات مختلفة، ووصف كيفية اشتقاقها، ومقارنتها مع معاملات الانبعاث المنشورة الأخرى، وتوضيح أي فروق مهمة، والحد من عدم التيقن.

بيانات الأنشطة: ينبغي توفير كل مصادر بيانات الأنشطة، مثل مساحات الأراضي، وأنواع وخصائص التربة والأغطية النباتية، المستخدمة في الحسابات (أي تقديم سرد كامل لقواعد البيانات الإحصائية التي تستمد منها البيانات). ومن المفيد الإشارة إلى البيانات الشرحية المتعلقة بقواعد البيانات، بما في ذلك المعلومات المتعلقة بتواريخ وتواتر جمع البيانات، وإجراءات المعاينة، والإجراءات التحليلية المستخدمة في التعرف على خصائص التربة وأقل تغير يمكن اكتشافه في الكربون العضوي، وتقديرات الدقة والضبط. وفي حالة عدم الحصول مباشرة على بيانات الأنشطة من قواعد البيانات ، ينبغي توفير المعلومات والفرضيات المستخدمة في اشتقاق بيانات الأنشطة، فضلا عن تقديرات عدم التيقن المقترن ببيانات الأنشطة المشتقة. وينطبق ذلك بصفة خاصة عند استخدام إجراءات توسيع المقاييس لاشتقاق التقديرات الواسعة النطاق. وفي هذه الحالات ينبغي وصف الإجراءات الإحصائية جنبا إلى جنب مع عدم التيقن المرتبط بذلك.

نتائج محاكاة النماذج: إذا استخدمت وكالات الجرد مخرجات البيانات من النماذج في إجراءات التقدير، ينبغي تقديم الأساس المنطقي لاختيار واستخدام النماذج. ومن *الممارسة السليمة* تقديم سرد كامل للمنشورات المراجعة من النظراء والتي تتضمن وصفا للنموذج وتفسر نتائج النمذجة وتتثبت منها. وينبغي توفير معلومات تفصيلية لتمكين المراجعين من تقييم صحة النموذج، بما

في ذلك النهج العام المتبع في النمذجة، وفرضيات النماذج الرئيسية، وبيانات المدخلات والمخرجات، وقيم البارامترات، وإجراءات تعيين البارامترات، وفترات الثقة لمخرجات النماذج، ونتائج أي تحليلات لحساسية المخرجات.

تحليل الانبعاثات: ينبغي توضيح التقلبات الكبيرة في الانبعاثات فيما بين السنوات. وينبغي التمييز بين التغيرات في مستويات الأنشطة والتغيرات في معاملات الانبعاث من سنة إلى أخرى، وتوثيق أسباب هذه التغيرات. وإذا استخدمت معاملات انبعاث مختلفة في مختلف السنوات، ينبغي توضيح وتوثيق أسباب ذلك.

غازات الدفيئة غير ثاني أكسيد الكربون: تحدد متطلبات الإبلاغ وفقا لنفس المبادئ الثلاثة المحددة للإبلاغ عن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، ولكن ينبغي توجيه اهتمام خاص لطرق تفادي السهو أو ازدواجية في الحساب مع الزراعة وبين الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية، والانتقال إلى أراض حرجية. ويلزم كذلك الوضوح في نطاق التغطية بين الانبعاثات المقدرة باستخدام الإرشادات الواردة في هذا الفصل وأي استخدام للإرشادات الواردة في المرفق ٢(جداول الإبلاغ وصحائف العمل). وبالنظر إلى أوجه عدم التيقن، قد يساعد وضوح الطرق والبلاغات على النهوض بالمعرفة العلمية وخدمة الأغراض المتوخاة من استعراض الجرد.

٣-٢-٦ ضمان ومراقبة جودة الجرد

تعني خصائص قطاع استخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي والحراجة أن تقديرات انبعاثات وإزالة غازات الدفيئة المبلغ عنها في قوائم الجرد الوطنية يمكن أن تنطوي على مستوى مختلف من الضبط والدقة ومستويات من التحيز. وعلاوة على ذلك، تتأثر التقديرات بجودة واتساق البيانات والمعلومات المتاحة في البلد، فضلا عن الثغرات في المعرفة. وبالإضافة إلى ذلك، وتبعا لمستوى الأسلوب الذي يستخدمه البلد الطرف، يمكن أن تتأثر الأرقام بمختلف مصادر الأخطاء، مثل أخطاء المعاينة، وأخطاء التقدير، وأخطاء التصنيف في الصور المستشعرة من بعد، وأخطاء النماذج، وهي أخطاء يمكن أن تنتشر في مجموع التقدير.

ومن *الممارسة السليمة* إجراء اختبارات لمراقبة الجودة باستخدام إجراءات ضمان ومراقبة الجودة، واستعراض الخبراء لتقديرات الانبعاثات. كما قد تنطبق اختبارات مراقبة الجودة الإضافية المبينة في إجراءات المستوى ٢ الواردة في الفصل الثامن من دليل *الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠*، وفي الفصل ٥-٥ من هذا التقرير، وكذلك إجراءات ضمان الجودة، وبخاصة إذا استخدمت طرق المستوى الأعلى لتقدير الانبعاثات. ومن *الممارسة السليمة* استكمال ضمان ومراقبة الجودة المتعلقة بتجهيز البيانات ومعالجتها والإبلاغ عنها وتوثيقها بإجراءات الفئات المحددة بحسب المصادر كما هو مبين أدناه.

وتقع على الوكالات التي تقوم بجمع البيانات المسؤولية عن استعراض طرق جمع البيانات والتحقق من البيانات لكفالة جمعها وإجمالها أو تجزئتها بشكل صحيح، ومقارنة البيانات مع مختلف المصادر ومع السنوات السابقة للتأكد من أن البيانات واقعية وكاملة ومتسقة مع مرور الوقت. ويجب استعراض ووصف الأساس الذي تستند إليه التقديرات، سواء أكان استقصاءات إحصائية أو "تقديرات مكتبية" كجزء من عملية مراقبة الجودة. ويمثل التوثيق عنصرا أساسيا لعملية الاستعراض لأنه يمكن المراجعين من تحديد الأخطاء والثغرات واقتراح التحسينات. ويتسم توثيق البلاغات وشفافيتها بأهمية بالغة في فئات المصادر التي تنطوي على قدر كبير من عدم التيقن لتبرير أوجه الاختلاف بين المعاملات الخاصة بالبلد والافتراضية أو المعاملات المستخدمة في البلدان الأخرى. ويتم تشجيع البلدان التي تتشابه ظروفها (الايكولوجية) على التعاون في تطوير الطرق ومعاملات الانبعاث وتقدير عدم التيقن.

اختبار بيانات الأنشطة

ينبغي أن تقوم وكالة الجرد، حيثما أمكن، باختبار البيانات التي تضم كل مساحات الأراضي المدارة، باستخدام المصادر المستقلة ومقارنتها. وينبغي توثيق أي اختلافات في سجلات المساحات لأغراض الاستعراض.وينبغي تجميع مجاميع مساحات بيانات الأنشطة في كل فئات استخدامات الأراضي للتأكد من أن مجموع المساحة الواردة في الجرد وتصنيفها بحسب أنواع المناخ والتربة يظل ثابتا مع مرور الوقت. ويكفل ذلك أن مساحات الأراضي ليست "مخلقة" أو "مفقودة" مع مرور الوقت، مما قد يسفر عن أخطاء كبيرة في الجرد. وعندما تستخدم البيانات الخاصة بالبلد (مثل البيانات المتعلقة بالكتلة الحيوية القائمة ومعدل نمو الكتلة الحيوية،

وجزء الكربون في الكتلة الحيوية الظاهرة، ومعاملات توسع الكتلة الحيوية، واستهلاك الأسمدة المركبة، وتقديرات استهلاك الأسمدة المركبة) ينبغي أن تقوم وكالة الجرد بمقارنة تلك البيانات مع القيم الافتراضية المحددة من الفريق الحكومي الدولي أو القيم المحددة دوليا، مثل القيم التي توفرها منظمة الأغذية والزراعة والرابطة الدولية لصناعة الأسمدة، والتنويه بالفروق بين هذه القيم.

وينبغي أن تتسم البارامترات المحددة قطريا بجودة عالية، ويفضل استخدام البيانات التجريبية المراجعة من النظراء والتي يتم وصفها وتوثيقها بشكل كاف. ويتم تشجيع الوكالات التي تقوم بإجراء الجرد على كفالة استخدام طرق *الممارسة السليمة* واستعراض الخبراء للنتائج التي يتم التوصل إليها. ويمكن استخدام تقديرات المناطق التجريبية للتثبت من موثوقية الأرقام الواردة في البلاغات.

وينبغي أن تتأكد وكالة الجرد من تنفيذ إجراءات ضمان ومراقبة الجودة في فئة المصادر الزراعية وأن إفراز النيتروجين وفواقده المتطايرة ومعدلات استخدامه في الأحراج لا يتعارض مع فئة المصادر الزراعية والاستهلاك العام للأسمدة والنفايات العضوية لتفادي ازدواجية في الحساب.

وينبغي أن تتأكد وكالة الجرد من أنها لا تأخذ في الحسبان فقط آخر عملية صرف المياه في سنة الإبلاغ، بل لابد من مراعاة المساحة الكلية للأراضي الخثية الحرجية المصرفة من المياه، وعدم اعتبار مساحة الأرض التي تخضع لعمليات صرف متكرر للمياه بمثابة مساحة جديدة.

الاستعراض الداخلي والخارجي

ينبغي أن يتولى الخبراء إجراء عمليات الاستعراض المحددة في الفصل الخامس، ويفضل ألا يكون لهؤلاء الخبراء أي صلة مباشرة بعملية وضع الجرد. وينبغي أن تستخدم وكالة الجرد خبراء متخصصين في انبعاثات وإزالة غازات الدفيئة في قطاع استخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي والحراجة لاستعراض الطرق والبيانات المستخدمة. وبالنظر إلى الخصائص المعقدة والفريدة التي تنفرد بها البارامترات المستخدمة في حساب المعاملات الخاصة بالبلد في بعض الفئات، ينبغي إشراك خبراء متخصصين من الميدان في إجراء تلك الاستعراضات. وإذا كانت معاملات التربة تستند إلى قياسات مباشرة، ينبغي أن تستعرض وكالة الجرد هذه القياسات للتأكد من أنها تمثل النطاق الفعلي للظروف البيئية وظروف إدارة التربة، وتغير المناخ فيما بين السنوات، وللتأكد كذلك من أن هذه القياسات قد أخذت وفقا للمعايير المعترف بها. وينبغي أيضا استعراض قواعد ضمان ومراقبة الجودة المعمول بها في المواقع الميدانية، ومقارنة التقديرات التي يتم التوصل إليها فيما بين المواقع ومع التقديرات التي تستخدم فيها القيم الافتراضية.

3.3

٣-٣ الأراضي الزراعية

يعرض هذا القسم *إرشادات الممارسات السليمة* المتعلقة بجرد وتقديم البلاغات عن انبعاثات غازات الدفيئة وعمليات إزالتها في "الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية" و"الأراضي المحولة إلى أراض زراعية." وتشمل الأراضي الزراعية كل المحاصيل السنوية والمعمرة وكذلك الأراضي البور المؤقتة (أي إراحة الأراضي لمدة لسنة أو عدة سنوات قبل زراعتها مرة أخرى). وقد تشمل المحاصيل السنوية الحبوب وبذور الزيت، والخضروات، والمحاصيل الجذرية، ونباتات الأعلاف. وقد تشمل المحاصيل المعمرة الأشجار والشجيرات جنبا إلى جنب مع محاصيل الأعشاب (مثل الحراجة الزراعية) أو البساتين والكروم والمزارع، مثل الكاكاو والبن والشاي ونخيل الزيت وجوز الهند وأشجار المطاط والموز، ويستثنى من ذلك الأراضي التي تنطبق عليها معايير التصنيف إلى أراض حرجية.[١] وتندرج ضمن الأراضي الزراعية الأراضي الصالحة للزراعة المستخدمة في العادة لزراعة المحاصيل الحولية ولكنها تستخدم مؤقتا لزراعة المحاصيل العلفية أو الرعي كجزء من الدورة الزراعية السنوية للمحاصيل والمرعى.

ويتوقف مقدار الكربون المخزن في الأراضي الزراعية والمنطلق أو المزال منها على نوع المحصول وممارسات الإدارة ومتغيرات التربة والمناخ. ومثال ذلك أن المحاصيل الحولية (مثل الحبوب والخضروات) تحصد سنويا ولذلك لا يُخزن الكربون في الكتلة الحيوية على الأمد الطويل. على أن النبتات الخشبية المعمرة في البساتين والكروم ونظم الحراجة الزراعة يمكنها أن تخزن كميات كبيرة من الكربون في الكتلة الحيوية المعمرة، ويتوقف مقدار الكربون المخزن على نوع النبات، والكثافة ومعدل النمو وممارسات الحصاد والتقليم. ويمكن أن تزداد أرصدة الكربون كثيرا في التربة، ويمكن أن تحدث تغيرات في هذه الأرصدة بالاقتران مع معظم ممارسات الإدارة، بما في ذلك نوع المحصول، والدورات الزراعية، والحرث، والصرف، وإدارة المخلفات، والإضافات العضوية.

ويمكن لتحويل الأراضي الأخرى إلى أراض زراعية أن يؤثر على أرصدة الكربون وغازات الدفيئة الأخرى بشتى الطرق. ويسفر في العادة تحويل استخدام الأراضي الحرجية والمروج الطبيعية والأراضي الرطبة إلى أراض زراعية عن فواقد صافية من الكتلة الحيوية والتربة إلى الغلاف الجوي. ومع ذلك، يمكن للأراضي الزراعية المنشأة على الأراضي المغطاة بنباتات خفيفة أو الأراضي المستغلة بشدة (مثل الأراضي المنهكة) أن تسفر عن زيادة صافية في كربون الكتلة الحيوية والتربة على السواء. ولا يشير مصطلح "تحويل استخدام الأراضي" إلا إلى الأراضي التي تنتقل من نوع واحد من الاستخدام إلى نوع آخر من الاستخدام. وفي حالة إعادة زراعة أراضي المحاصيل المعمرة بنفس المحاصيل أو بمحاصيل مختلفة، تظل الأرض في نفس فئة الأراضي الزراعية. ولذلك، ينبغي تقدير تغيرات أرصدة الكربون باستخدام الأساليب المستخدمة مع الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية، كما هو مبين في القسم ٣-٣-١ أدناه.

وبالنسبة للأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية، يتناول الفصل الرابع من تقرير الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ عن *دليل الممارسات السليمة في عملية حصر انبعاثات غازات الاحتباس الحراري ودرجة عدم التيقن في تقديراتها* (*دليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠*) انبعاثات الميثان وأكسيد النيتروز الناتجة عن إدارة الأراضي الزراعية الدائمة. ويقدم هذا التقرير إرشادات بشأن الجرد والإبلاغ عن انبعاثات أكسيد النيتروز الناتجة عن تحولات استخدامات الأراضي إلى أراض زراعية بسبب تأكسد التربة.

ويقدم هذا القسم إرشادات بشأن استخدام المنهجيات الأساسية والمتقدمة لإجراء الجرد وإعداد البلاغات الخاصة

---

[١] كما جاء في القسم ٢-٢ (فئات الأراضي) من الفصل الثاني، لا يقدم الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ تعريفا واحدا للأحراج أو استخدامات الأراضي الأخرى. وينبغي بدلا من ذلك أن تحدد البلدان تعاريفها الخاصة بها لأغراض الإبلاغ عن الجرد. ومن الممارسة السليمة استخدام تعاريف واضحة في تقرير الجرد (يشمل قيم الحدود، مثل قيم الغطاء الشجري ومساحات الأراضي وارتفاع الأشجار) ولكفالة اتساق التصنيف في كل تقارير الجرد ومع تعاريف استخدامات الأراضي الأخرى.

بالانبعاثات وعمليات الإزالة في مستجمات كربون الكتلة الحيوية والتربة في الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية والأراضي المحولة إلى أراض زراعية. وتسير المنهجيات وفق مستويات في هيكل هرمي حيث تستخدم أساليب المستوى ١ القيم الافتراضية والتفاصيل المحدودة المتعلقة بمساحات الأراضي. ويقابل المستوى ٢ استخدام المعاملات الخاصة بالبلد والبيانات التي تتسم في العادة بتفاصيل أدق، مما يقلل من عدم التيقن في تقديرات الانبعاثات/الإزالة. وتشير أساليب المستوى ٣ إلى استخدام النهج الخاصة بالبلد، التي قد تشمل نماذج العمليات وقياسات الجرد التفصيلية. ويتم، كلما أمكن، استيفاء القيم الافتراضية المأخوذة من *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* وإعداد قيم افتراضية جديدة استنادا إلى آخر استنتاجات البحوث.

٣-٣-١ الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية

يمكن للانبعاثات وعمليات الإزالة في الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية أن تشمل فئتين فرعيتين من فئات انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون. وتلخص المعادلة ٣-٣-١ الانبعاثات أو عمليات الإزالة الصافية للكربون من الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية في هاتين الفئتين الفرعيتين، وهما التغيرات في أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية)القسم ٣-٣-١-١) والتغيرات في أرصدة الكربون في التربة (القسم ٣-٣-١-٢).وكما جاء من قبل، تقدر انبعاثات الميثان وأكسيد النيتروز كجزء من الفصل الخاص بالزراعة في *المبادئ التوجيهية ودليل الممارسات السليمة لعام* ٢٠٠٠. ويلخص الجدول ٣-٣-١ مستويات المنهجيات المستخدمة مع كل واحدة من المجموعتين الفرعيتين اللتين نتناولهما أدناه.

المعادلة ٣-٣-١

التغير السنوي في أرصدة الكربون في الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية

$$\Delta C_{CC} = \Delta C_{CC_{LB}} + \Delta C_{CC_{Soils}}$$

حيث:

ΔC_{CC} = التغير السنوي في أرصدة الكربون في الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية، أطنان كربون/ سنة؛

$\Delta C_{CC_{LB}}$ = التغير السنوي في أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية، أطنان كربون/ سنة؛

$\Delta C_{CC_{Soils}}$ = التغير السنوي في أرصدة الكربون في التربة، أطنان كربون/ سنة؛

ولتحويل أطنان الكربون إلى جيغا غرام من ثاني أكسيد الكربون، تضرب القيمة في ٤٤/١٢و ١٠$^{-٣}$. ويرجى الرجوع إلى (الإشارات) الاصطلاحية في القسم ٣-١-٧ أو المرفق ٢ (جداول الإبلاغ وصحائف العمل).

الجدول ٣-٣-١

توصيف المستويات المستخدمة مع الفئات الفرعية للأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية

المستوى / الفئات الفرعية	المستوى ١	المستوى ٢	المستوى ٣
الكتلة الحيوية الحية (في المحاصيل الخشبية المعمرة)	تستخدم القيم الافتراضية لمعاملات تراكم الكربون ومعدلات الفقد. ويقدر متوسط المساحة المزروعة بالمحاصيل الخشبية المعمرة بحسب المنطقة المناخية.	تستخدم على الأقل بعض القيم الخاصة بالبلد لتراكم الكربون ومعدلات الفقد. وتستخدم المسوح السنوية أو الدورية التفصيلية المصنفة إلى مستويات تلائم المعدلات السائدة في البلد لتقدير مساحة الأراضي المزروعة بالمحاصيل الخشبية المعمرة. ويُنظر في تقدير الكتلة الحيوية التحتية إن توافرت البيانات. وقد يستخدم نهج بديل لقياس أو تقدير أرصدة الكربون عند نقطتين زمنيتين بدلا من تحديد معدلات التغير في أرصدة الكربون.	تستخدم تقديرات مساحات الأراضي المفصلة تفصيلا شديدا لفئات المحاصيل الخشبية المعمرة التفصيلية (مثل البن والبساتين ونظم زراعة المحاصيل البينية). تستخدم معدلات أو تقديرات خاصة بالبلد لحساب التغير في رصيد الكربون في نظم المحاصيل الخشبية المعمرة المحددة. وقد يُستخدم نهج قطري بمقياس مكاني دقيق (مثل النمذجة أو القياس) شريطة أن يحقق مزيدا من الدقة في تقدير تغيرات رصيد الكربون.
التربة	بالنسبة للتغيرات في كربون التربة المعدنية، تستخدم المعاملات الافتراضية. وينبغي تصنيف مساحات التربة بحسب المناخ ونوع التربة. وبالنسبة للتغيرات في كربون التربة العضوية، تستخدم المعاملات الافتراضية وتصنف المساحات بحسب المنطقة المناخية. وبالنسبة للانبعاثات الناتجة عن التكليس، تستخدم معاملات الانبعاث الافتراضية الواردة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*.	بالنسبة للتربة المعدنية والعضوية على السواء، يستخدم هذا المستوى مجموعة من المعاملات وتقديرات المساحات الافتراضية و/أو الخاصة بالبلد الأدق بصورة متزايدة من حيث درجة الاستبانة المكانية. وبالنسبة للانبعاثات الناتجة عن التكليس، يستخدم هذا المستوى معاملات التقدير المختلفة بحسب نوع الجير المستخدم.	يستخدم نهج قطري بمقياس مكاني دقيق (مثل النمذجة أو القياس).

٣-٣-١-١ تغير أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية

يمكن تخزين الكربون في الكتلة الحيوية في الأراضي الزراعية التي تحتوي على نباتات خشبية معمرة، وتشمل، وإن كانت لا تقتصر على، المزارع الأحادية المحصول، مثل البن، وزيت النخيل، وجوز الهند، ومزارع المطاط، والفاكهة، وبساتين الجوز، والمزارع المتعددة المحاصيل، مثل نظم الحراجة الزراعية. وترد المنهجية الأساسية لتقدير تغيرات الكتلة الحيوية الخشبية في القسم ٥-٢-٢ (التغيرات في أرصدة الكتلة الحيوية الحرجية والخشبية الأخرى) من *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* وفي القسم ٣-٢-١-١ (تغيرات أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية) تحت القسم ٣-٢-١ (الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية) من هذا التقرير. ويتناول هذا القسم بالتفصيل هذه المنهجيات المتعلقة بتقدير التغيرات في أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية في الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية.

٣-٣-١-١-١ القضايا المنهجية

لا يقدر تغير الكتلة الحيوية إلا في المحاصيل الخشبية المعمرة. وفيما يتعلق بالمحاصيل الحولية، يُفترض أن الزيادة في أرصدة الكتلة الحيوية في سنة واحدة تساوي فواقد الكتلة الحيوية الناتجة عن القطع والموت في نفس تلك السنة، ولذلك لا توجد أي تراكمات صافية لأرصدة كربون الكتلة الحيوية.

والمعادلة الأساسية المستخدمة لحساب مجموع تغير أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية في المحاصيل الخشبية المعمرة في الأراضي الزراعية ($\Delta C_{CC_{LB}}$) هي نفسها المعادلة ٣-٢-٢ في القسم ٣-٢-١ (الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية)، ولكن الفرق الوحيد هو أن تقديرات تغيرات رصيد الكربون لا تنطبق إلا على الكتلة الحيوية الظاهرة بسبب قلة البيانات المتاحة عن الكتلة الحيوية التحتية. ويعرض الجدول ٣-٣-٢ المعدلات الافتراضية للنمو والفقد.

الجدول ٣-٣-٢

المعاملات الافتراضية للكتلة الحيوية الخشبية الظاهرة ودورات الحصاد في نظم زراعة أنواع المحاصيل المعمرة.

المنطقة المناخية	رصيد كربون الكتلة الحيوية الظاهرة عند الحصاد (أطنان كربون هكتار$^{-1}$)	دورة الحصاد/النضج (سنة)	معدل التراكم في الكتلة الحيوية (G) (أطنان كربون هكتار$^{-1}$ سنة$^{-1}$)	المفقود من كربون الكتلة الحيوية (L) (أطنان كربون هكتار$^{-1}$)	نطاق الخطأ[1]
المعتدلة (كل نظم الرطوبة)	٦٣	٣٠	٢,١	٦٣	±٧٥%
المدارية الجافة	٩	٥	١,٨	٩	±٧٥%
المدارية الرطبة	٢١	٨	٢,٦	٢١	±٧٥%
المدارية المطيرة	٥٠	٥	١٠	٥٠	±٧٥%

ملحوظة: اشتقت القيم من الاستقاء والتقرير التجميعي الذي نشره شرويدر (Schroeder) (١٩٩٤)

(١) تمثل تقديرا اسميا للخطأ، بما يعادل ضعفي الانحراف المعياري، كنسبة مئوية من المتوسط.

ولا تتوافر حاليا معلومات كافية لتكوين نهج أساسي وبارامترات افتراضية لتقدير تغيرات رصيد الكربون في مستجمعات المادة العضوية الميتة في الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية.

٣-٣-١-١-١-١ اختيار الأسلوب

يوجد نهجان بديلان لتقدير تغير الكربون في الكتلة الحيوية في الأراضي الزراعية ($\Delta C_{CC_{LB}}$): (أ) تقدير المعدلات السنوية للنمو والفقد (المعادلة ٣-٢-٢ في القسم الخاص بالأراضي الحرجية)، أو (ب) تقدير أرصدة الكربون عند نقطتين زمنيتين (المعادلة ٣-٢-٣ الواردة أيضا في القسم الخاص بالأراضي الحرجية). ويمثل النهج الأول الوارد أدناه الأسلوب الأساسي المستخدم في إطار المستوى ١. كما يمكن استخدام النهج الأول باعتباره أسلوبا من أساليب المستوى ٢ أو المستوى٣ بعد تطويره على النحو المبين أدناه. وأما النهج الثاني فنتناوله كأسلوب من أساليب المستوى ٢ أو المستوى٣.

وكما نبين أدناه بمزيد من التفصيل، يستند أسلوب المستوى ١ إلى تقديرات إجمالية لمساحة الأراضي المزروعة بالمحاصيل الخشبية المعمرة العامة باستخدام المعدلات الافتراضية لتراكم وفقد الكربون. وفي المقابل، يُعنى أسلوب المستوى ٢ عموما بوضع تقديرات لأنواع المحاصيل الخشبية المعمرة الرئيسية بحسب المناطق المناخية باستخدام معدلات تراكم الكربون ومعدلات فقد الأرصدة المحددة على المستوى القطري حيثما أمكن أو التقديرات المحددة قطريا لأرصدة الكربون عند نقطتين زمنيتين. وتستخدم تقديرات المستوى ٣ نهج المستوى ٢ التفصيلي أو أسلوبا قطريا يشمل تصميم نماذج للعملية و/أو قياسات تفصيلية. وينبغي أن تسعى كل البلدان لتحسين نهج الجرد والإبلاغ عن طريق الارتقاء إلى أعلى مستوى ممكن على ضوء الظروف الوطنية. ومن

الممارسة السليمة أن تستخدم البلدان نَهج المستوى ٢ أو نَهج المستوى ٣ إذا كانت انبعاثات أو عمليات إزالة الكربون في الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية تمثل فئة رئيسية وإذا كانت الفئة الفرعية للكتلة الحيوية الحية تعتبر مهمة على أساس المبادئ المبينة في الفصل الخامس. وينبغي على البلدان أن تستخدم مخطط تسلسل القرارات المبين في الشكل ٣-١-١ للمساعدة على اختيار الأسلوب.

المستوى ١: يعتمد الأسلوب الأساسي على ضرب مساحة المحاصيل الخشبية المعمرة في صافي قيمة الكتلة الحيوية المتراكمة الناتجة عن النمو مطروحا منها المفقودات المرتبطة بعمليات القطع أو عمليات الإزالة الأخرى (وفقا للمعادلة ٣-٢-٢ الواردة في القسم الخاص بالأراضي الحرجية). وتقدر الفواقد بضرب قيمة رصيد الكربون في مساحة الأراضي الزراعية التي تقطع أو تزال منها المحاصيل الخشبية المعمرة.

وتتمثل الافتراضات الأساسية المستخدمة في أسلوب المستوى ١ فيما يلي: كل كربون الكتلة الحيوية الخشبية المعمرة المزالة (مثل الكتلة الحيوية المزالة والمعاد زراعتها بمحصول آخر) الذي ينطلق في سنة الإزالة؛ والكربون المتراكم في المحاصيل الخشبية المعمرة لمدة زمنية تساوي الدورة الاسمية للحصاد/النضج. ويعني الافتراض الأخير أن الكتلة الحيوية المتراكمة في المحاصيل الخشبية المعمرة لأجل مسمى لحين إزالتها عن طريق القطع أو الوصول إلى حالة ثابتة لا تشهد أي تراكمات صافية للكربون في الكتلة الحيوية لأن معدلات النمو تسير بوتيرة أبطأ وموازنة الزيادة الناتجة عن النمو بالفواقد الناتجة عن الوفاة الطبيعية والتقليم أو الفواقد الأخرى.

وفي أسلوب المستوى ١، تطبق المعاملات الافتراضية التي نتناولها بمزيد من التفصيل في القسم ٣-٣-١-١-١-٢، والجدول ٣-٣-٢، على تقديرات مساحات الأراضي المحددة على المستوى الوطني ('A' في المعادلة ٣-٢-٤ الواردة في القسم الخاص بالأراضي الحرجية).

المثال ١: في سنة الجرد، تزرع مساحة ٠٠٠ ٩٠ هكتار من المحاصيل الخشبية المعمرة في بيئة رطبة مدارية، بينما تجري عملية إزالة لمساحة ٠٠٠ ١٠ هكتار. ويتراكم الكربون في مساحة المحاصيل الخشبية المعمرة التي لم تصل بعد إلى مرحلة النضج بمعدل ٢,٦ طن تقريبا من الكربون للهكتار في السنة. وتفقد المساحة المقطوعة كل الكربون المتراكم في أرصدة الكتلة الحيوية في سنة الإزالة. وتبلغ القيمة الافتراضية للمفقود من رصيد الكربون في أراضي زراعة المحاصيل الرطبة المدارية الخشبية المعمرة ٢١ طنا من الكربون للهكتار في السنة. وباستخدام المعادلة ٣-٢-٢، يتراكم ٠٠٠ ٢٣٤ طن من الكربون سنويا ويُفقد ٠٠٠ ٢١٠ أطنان من الكربون. ويبلغ صافي التغير في أرصدة الكربون في البيئة الرطبة المدارية ٠٠٠ ٢٤ طن من الكربون في السنة.

المستوى ٢: يمكن استخدام أحد نهجين بديلين في إطار المستوى ٢. وينبغي من حيث المبدأ أن يصل كل واحد من النهجين إلى نفس الإجابة.

ويشمل هذان النهجان ما يلي:

- توسيع المستوى ١ عن طريق مواءمة تقديرات المساحة الأكثر تفصيلا (مثلا بحسب الأنواع المحددة للمحاصيل الخشبية المعمرة والمناطق المناخية التفصيلية) على أن تُستخدم على الأقل بعض البيانات الخاصة بالبلد المتعلقة بتراكم الكربون وقطع المحصول على نفس المستوى. وينبغي أن تعطي البلدان الأولوية لوضع بارامترات خاصة بالبلد عن طريق التركيز على أكثر المحاصيل الخشبية المعمرة شيوعا أو النظم التي ترتفع فيها نسبيا مستويات الكتلة الحيوية الخشبية المعمرة في كل وحدة من الأرض (أي ارتفاع مستويات أرصدة الكربون). ويتضمن القسم ٣-٣-١-١-١-٢ إرشادات بشأن إعداد البارامترات المحددة قطريا.
- تقدير مجموع أرصدة الكربون في المحاصيل الخشبية المعمرة في فترات زمنية منتظمة (باستخدام المعادلة ٣-٢-٣ الواردة في القسم الخاص بالأراضي الحرجية).

المستوى ٣: النُهج المستخدمة عند المستوى ٣ إما أن تكون نُهج المستوى ٢ التي تتسم بدرجة عالية من التفصيل وتستخدم البارامترات الخاصة بالبلد المتعلقة برصيد الكربون وقيم تغير رصيد الكربون أو أساليب خاصة بكل بلد، مثل استخدام النماذج أو قياسات الأرصدة المتكررة، مثل القيم التي يتم الحصول عليها باستخدام القوائم التفصيلية لجرد الغابات (انظر القسم ٣-٢-١-١-١). ومثال ذلك أن نماذج نمو أنواع محددة المتثبت منها بدقة والمعلومات التفصيلية المتعلقة بممارسات القطع والتشذيب يمكن استخدامها لتقدير معدلات النمو السنوي وفقا للمعادلة ٣-٢-٢. وسوف يتطلب ذلك معلومات عن مساحة الكتلة الحيوية للمحاصيل الخشبية بحسب النوع وفئة العمر، وكذلك البيانات المتعلقة بالمناخ والتربة والظروف الأخرى المحددة للنمو في مساحات محددة. وبدلا من ذلك، يمكن تقدير تغيرات الأرصدة، مثلما في المعادلة ٣-٢-٣ باستخدام التقديرات الدورية للرصيد على أساس النمذجة (والنماذج المرتبطة بها) المشابهة للتقديرات المستخدمة في القوائم التفصيلية لجرد الغابات.

٣-٣-١-١-١-٢ اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة

تشمل معاملات الانبعاث/الإزالة المستخدمة في هذه المنهجية معدلات تراكم الكتلة الحيوية (G) وفقد الكتلة الحيوية (L). ويعرض الجدول ٣-٣-٢ القيم الافتراضية لمعدلات G و L في أربع مناطق مناخية عامة في استعراض منشور للبحوث المتعلقة بأرصدة الكربون في نظم الزراعة الحراجية (Schroeder, 1994). وتبرز البيانات الإضافية الواردة في الجدول ٣-٣-٢ الافتراضات الأساسية التي تستند إليها البيانات الافتراضية (مثل الوقت المستغرق حتى الحصاد/النضج) وتبين كيفية اشتقاق هذه القيم الافتراضية. ويشتق معادل النمو السنوي الافتراضي (G) بقسمة أرصدة الكتلة الحيوية وقت النضج على الزمن الممتد بين زراعة المحصول والحصاد/النضج. ويساوي معدل الفقد السنوي الافتراضي أرصدة الكتلة الحيوية وقت الحصاد والتي من المفترض أنها تزال تماما في سنة الإزالة. وترتبط بهذه القيم الافتراضية درجة كبيرة من عدم التيقن في البلدان الفردية لأن هذه القيم تمثل نظم محاصيل الكتلة الحيوية الخشبية المعمرة العامة في المناطق المناخية الواسعة. وتتفاوت المحاصيل الخشبية تفاوتا كبيرا من حيث استعمالاتها ومعدلات النمو والقطع، ودرجة ارتباطها بالمحاصيل غير الخشبية الأخرى، ولذلك فإن استخدام المعاملات الافتراضية البسيطة لن يفيد إلا في إجراء تقديرات تقريبية لتغيرات الكربون.

وعند استخدام نهج المستوى ٢، يمكن تقدير أرصدة الكتلة الحيوية ودورات الحصاد ومعدلات تراكم الكربون استنادا إلى نتائج البحوث الخاصة ببلد أو إقليم بعينه فيما يتعلق بنظم زراعة المحاصيل الخشبية المعمرة التي يجريها الخبراء الوطنيون. وتتفاوت المحاصيل الخشبية تفاوتا كبيرا، فهي تتراوح بين الأنواع المقطوعة سنويا المستخدمة كسماد أخضر وخشب للوقود وبين المحاصيل الخشبية التي من المحتمل أن تكون معمرة، مثل بساتين الفاكهة. ومن المهم عند اشتقاق قيم معدلات تراكم الكتلة الحيوية أن نعترف بأن الزيادات الصافية في أرصدة الكتلة الحيوية تحدث في المقام الأول أثناء السنوات الأولى بعد الإنشاء الأولي أو إعادة زرع المحاصيل الخشبية. وفي حين أن بعض محاصيل البساتين الأطول عمرا قد لا تخضع لدورة إزالة وإعادة زراعة يُرجح أن الفواقد الناجمة عن التشذيب واستبدال الأشجار توازن النمو الجديد ولذلك فإن الزيادة الصافية في رصيد الكتلة الحيوية في المحاصيل الناضجة تكون صفرا تقريبا. وهكذا، على المستوى القطري، تحدث الزيادة الصافية في أرصدة كربون الكتلة الحيوية أساساً في الحالات التي تتزايد فيها مساحة الأراضي المزرعة بالمحاصيل الخشبية بالنسبة لاستخدامات الأراضي الأخرى التي تنخفض فيها مستويات رصيد الكربون أو في الحالات التي تقل فيها نسبة الأرض المعرضة لعمليات الإزالة عن المتوسط الذي يقتضيه تواتر عمليات القطع العادية (وذلك مثلا إذا كانت مساحة الأرض يغلب عليها المحاصيل الخشبية الصغيرة المنشأة حديثا). وفي المقابل، تحدث الفواقد الصافية في الكتلة الحيوية على المستوى القطري عندما تُستبدل المحاصيل الخشبية بنظم الأراضي الزراعية السنوية الأخرى أو عندما يتزايد تواتر قطع المحاصيل الخشبية.

ولزيادة تحسين تقديرات تراكم الكربون في الكتلة الحيوية في المحاصيل الخشبية المعمرة، قد تقوم البلدان بإجراء بحوثا ميدانية لقياس التغيرات في أرصدة الكربون أو معدلات تراكمه. وينبغي أن تستند البحوث إلى المبادئ العلمية السليمة وأن تسمح بتطبيق النهج العامة المحددة في الدراسات الأخرى (Dixon *et al.*, 1993; Schroeder, 1994; Schroth *et al.*, 2002; and Masera *et al.*, 2003). وينبغي مقارنة نتائج البحوث الميدانية مع تقديرات معدلات تراكم الكربون المأخوذة من المصادر الأخرى للتحقق من أنها لا تتجاوز الحدود الموثقة. ويمكن تعديل معدلات تراكم الكربون استنادا إلى البيانات الإضافية وآراء الخبراء، بشرط الأسس المنطقية الواضحة والوثائق في تقرير الجرد.

٣-٣-١-١-١-٣ اختيار بيانات الأنشطة

تشير بيانات الأنشطة في هذا القسم إلى تقديرات مساحات الأراضي (A_G, A_L) للرصيد القائم والأراضي المحصودة في فئة المحاصيل الخشبية المعمرة . ويوفر الفصل الثاني إرشادات عامة بشأن النهج المستخدمة في الحصول على البيانات المتعلقة بالأراضي وتصنيفها حسب مختلف فئات استخدامات الأراضي. ولتقدير الانبعاثات والإزالة في هذا المصدر، ينبغي أن تحصل البلدان على تقديرات مساحات الأراضي المزروعة بالمحاصيل الخشبية المعمرة وتصنيفها حسب الاقتضاء لتناظر معاملات الانبعاث والبارامترات الأخرى المتاحة.

المستوى ١: في إطار المستوى ١، تستخدم الاستقصاءات السنوية أو الدورية بالاقتران مع النهج المبينة في الفصل الثاني لتقدير متوسط المساحة السنوية للمحاصيل الخشبية المعمرة المنشأة ومتوسط المساحة السنوية للمحاصيل الخشبية المعمرة المقطوعة أو المزالة. وتقسم تقديرات المساحات إلى مناطق مناخية عامة لتلائم قيم G وL الافتراضية. وعند إجراء الحسابات باستخدام أساليب المستوى ٢، يمكن استخدام الإحصاءات الدولية، مثل قواعد بيانات منظمة الأغذية والزراعة، و*المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* والمصادر الأخرى لتقدير مساحة الأرض المزروعة بالمحاصيل الخشبية المعمرة.

المستوى ٢: يُستخدم في أسلوب المستوى ٢ استقصاءات سنوية أو دورية على قدر أكبر من التفصيل لتقدير مساحات الأراضي المزروعة بمختلف فئات المحاصيل الخشبية المعمرة. وتصنف المساحة أيضا إلى الفئات ذات الصلة بما يتيح تمثيل كل المجموعات الرئيسية لأنواع المحاصيل الخشبية المعمرة والمناطق المناخية في كل تقدير. وينبغي أن تلائم هذه التقديرات أي قيم خاصة بالبلد لمعدلات تراكم وفقد الكربون المستخدمة مع أسلوب المستوى ٢. وإذا لم يتوفر إلا جزء من البيانات الخاصة بالبلد، تُشجع البلدان على استقراء كل قاعدة أراضي المحاصيل الخشبية المعمرة باستخدام الافتراضات السليمة المستمدة من أفضل المعارف المتاحة.

المستوى ٣: يتطلب المستوى ٣ بيانات أنشطة دقيقة مصنفة على المستوى دون الوطني إلى مقاييس شبكية دقيقة. ومثلما في المستوى ٢، تصنف مساحة الأرض إلى أنواع محددة من المحاصيل الخشبية المعمرة بحسب فئات المناخ والتربة الرئيسية وغير ذلك من المتغيرات الإقليمية التي من المحتمل أن تكون مهمة (مثل الأنماط الإقليمية لممارسات الإدارة). وتستخدم، إن أمكن، تقديرات المساحة الواضحة مكانيا لتسهيل التغطية الكاملة لأراضي المحاصيل الخشبية المعمرة وكفالة عدم الإفراط أو التفريط في تقدير المساحات. وإضافة إلى ذلك، يمكن أن ترتبط تقديرات المساحة الواضحة مكانيا بمعدلات تراكم وإزالة الكربون ذات الصلة على المستوى المحلي، وتجديد الأرصدة، وآثار الإدارة، بما يساعد على تحسين دقة التقديرات.

٣-٣-١-١-١-٤ تقدير عدم التيقن

نتناول فيما يلي الإرشادات المتعلقة بتقدير عدم التيقن المقترن بالأسلوب المستخدم في كل مستوى من المستويات المبينة في القسم ٣-٣-١-١-١-١.

المستوى ١: عندما يُستخدم أسلوب المستوى ١، تشمل مصادر عدم التيقن درجة الدقة في تقديرات مساحات الأراضي والمعدلات الافتراضية لتراكم وفقد الكربون. واستخدمت مجموعة من البحوث المنشورة عن أرصدة الكربون في نظم الزراعة الحراجية لاشتقاق البيانات الافتراضية الواردة في القسم ٣-٣-١-١-١-٢ (Schroeder, 1994). وفي حين أن القيم الافتراضية اشتقت من دراسات متعددة، فإن نطاقات عدم التيقن المرتبطة بها لم ترد في البحث المنشور. ولذلك، تم تحديد نطاق لعدم التيقن بنسبة ± ٧٥ في المائة من قيمة البارامتر استنادا إلى آراء الخبراء. ويمكن استخدام هذه المعلومات بدرجة من عدم التيقن في تقديرات المساحة المأخوذة من الفصل الثاني من هذا التقرير لتقدير عدم التيقن المرتبط بتقديرات انبعاثات وإزالة الكربون في الكتلة الحيوية في أراضي المحاصيل الزراعية باستخدام منهجية المستوى ١ لتحليل عدم التيقن في الفصل ٥-٢ (تحديد وقياس عدم التيقن).

المستوى ٢: يقلل أسلوب المستوى ٢ من عدم التيقن الشامل لأن المعدلات المحددة قطريا ينبغي أن توفر تقديرات أدق لمعدلات تراكم وفقد الكربون في نظم المحاصيل والمناطق المناخية داخل الحدود الوطنية. ومن *الممارسة السليمة* حساب تقديرات الأخطاء (أي الانحرافات المعيارية والأخطاء المعيارية أو نطاقات الأخطاء) في معدلات تراكم الكربون المحددة على المستوى القطري

واستخدام تلك المتغيرات في إجراء تقدير أساسي لعدم التيقن. ومن *الممارسة السليمة* أن تقدر البلدان نطاقات الأخطاء في المعاملات الخاصة بالبلد وأن تقارنها مع المعاملات الافتراضية لتراكم الكربون. وإذا كانت نطاقات الأخطاء في المعدلات الخاصة بالبلد تساوي أو تزيد على نطاقات الأخطاء في المعاملات الافتراضية فمن *الممارسة السليمة* حينئذ تطبيق نَهج المستوى ١ وتحسين المعدلات الخاصة بالبلد بالاستعانة بمزيد من القياسات الميدانية.

وقد تستخدم نهج المستوى ٢ أيضا بيانات الأنشطة التي على درجة عالية من الاستبانة، مثل تقديرات المساحة في مختلف المناطق المناخية أو النظم الزراعية المحددة داخل الحدود الوطنية. وسوف تقلل البيانات ذات الاستبانة العالية من مستويات عدم التيقن عندما تقترن بمعاملات تراكم الكربون المحددة لقواعد الأراضي ذات المقاييس الأدق (عندما تضرب مثلا مساحة مزارع البن في المعامل الخاص بمزارع البن وليس في القيمة الافتراضية العامة المتعلقة بالزراعة الحراجية).

المستوى ٣: توفر نهج المستوى ٣ أكبر درجة من التيقن مقارنة بالمستويين ١ و٢. ومن *الممارسة السليمة* حساب الانحرافات المعيارية، والأخطاء المعيارية أو النطاقات في كل معدلات النمو والفقد المحددة على المستوى القطري للكتلة الحيوية. ومن *الممارسة السليمة* تقدير أخطاء القياس المرتبطة بتقدير مساحة أراضي كل فئة من فئات قواعد الأراضي. وينبغي أن تنظر البلدان في وضع دوال لكثافة الاحتمال الخاصة بالبارامترات الافتراضية لاستخدامها في عمليات محاكاة مونت كارلو.

٣-٣-١-٢ تغير أرصدة الكربون في التربة

٣-٣-١-٢-١ القضايا المنهجية

توفر *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* أساليب لتقدير انبعاثات وعمليات امتصاص ثاني أكسيد الكربون في التربة نتيجة استخدام وإدارة الأراضي (القسم ٥-٣) والتي يمكن تطبيقها على كل استخدامات الأراضي، بما في ذلك الأرض الزراعية. وتبحث هذه المنهجية في تغيرات رصيد الكربون العضوي (انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون) من التربة المعدنية، وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون من التربة العضوية (أي التربة الخثية) وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن تكليس التربة الزراعية.

وفي *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*، تقاس أرصدة الكربون عند عمق افتراضي يبلغ ٣٠ سنتيمترا ولا تشمل كربون المخلفات السطحية (أي المادة العضوية الميتة) أو تغيرات الكربون غير العضوي (أي معادن الكربونات). وفي معظم أنواع التربة الزراعية، لا توجد مخلفات سطحية (بسبب دمجها أثناء الزراعة) أو أن تلك المخلفات السطحية تمثل رصيدا ثانويا. وقد تستخدم أعماق أخرى في المستويات العليا، ولكن لابد في كل الحالات أن يستخدم نفس العمق على مر الزمن.

ونبين أدناه المعادلة ٣-٣-٢ لتقدير تغير أرصدة كربون التربة العضوي:

المعادلة ٣-٣-٢

التغير السنوي في أرصدة الكربون في تربة الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية

$$\Delta C_{CC_{Soils}} = \Delta C_{CC_{Mineral}} - \Delta C_{CC_{Organic}} - \Delta C_{CC_{Lime}}$$

حيث:

$\Delta C_{CC_{Soils}}$ = التغير السنوي في أرصدة الكربون في الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية، أطنان كربون/ سنة.

$\Delta C_{CC_{Mineral}}$ = التغير السنوي في أرصدة الكربون في التربة المعدنية، أطنان كربون/ سنة.

$\Delta C_{CC_{Organic}}$ = انبعاثات الكربون السنوية من التربة العضوية المزروعة (تقدر كتدفق سنوي صاف)، أطنان كربون/ سنة.

$\Delta C_{CC_{Lime}}$ = انبعاثات الكربون السنوية من استخدام الجير الزراعي، أطنان كربون/ سنة.

وفي أساليب المستويين ١ و٢، ينبغي افتراض أن التغيرات في المادة العضوية الميتة وفي الكربون غير العضوي تساوي صفراً. وإذا أدرجت المادة العضوية الميتة في نهج المستوى ٣، ينبغي أن تستند القياسات إلى أقل المقادير الموجودة أثناء الدورة السنوية

لتفادي إدراج المخلفات الطرية المتبقية بعد الحصاد والتي تمثل مستجمعا عابرا للمادة العضوية. ويتوقف اختيار أنسب المستويات على ما يلي: (١) نوع ومستوى التفصيل في بيانات الأنشطة المتعلقة بالإدارة الزراعية والتغيرات في الإدارة على مر الزمن؛ (٢) توافر المعلومات المناسبة لتقدير تغير أرصدة الكربون القاعدية ومعاملات الانبعاث؛ (٣) توافر نظم الجرد الوطنية المكرسة للتربة.

وينبغي أن تسعى كل البلدان إلى تحسين نهج الجرد والإبلاغ عن طريق المضي قدما نحو استخدام أعلى مستوى قدر المستطاع تبعا للظروف الوطنية. ومن *الممارسة السليمة* أن تستخدم البلدان نهج المستوى ٢ أو المستوى ٣ إذا كانت انبعاثات وعمليات إزالة الكربون في الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية تمثل فئة رئيسية وإذا كانت الفئة الفرعية للمادة العضوية في التربة تعتبر مهمة استنادا إلى المبادئ المحددة في الفصل الخامس. وينبغي أن تستخدم البلدان مخطط تسلسل القرارات المبين في الشكل ٣-١-١ للمساعدة على اختيار الأسلوب.

٣-٣-١-٢-١-١ اختيار الأسلوب

يختلف أسلوب تقدير تغيرات رصيد الكربون في التربة المعدنية عن الأسلوب المستخدم مع التربة العضوية. ومن الممكن أيضا أن تستخدم البلدان مختلف المستويات لإعداد تقديرات للمكونات المنفصلة في هذه الفئة الفرعية، تبعا لتوافر الموارد. وبذلك نتناول أدناه التربة المعدنية والتربة العضوية والانبعاثات الناتجة عن التكليس كل على حدة.

التربة المعدنية

يستند أسلوب التقدير المرتبط بالتربة المعدنية إلى تغيرات أرصدة كربون التربة على مدى فترة زمنية محددة بعد تغيرات الإدارة التي من شأنها التأثير على كربون التربة، كما هو مبين في المعادلة ٣-٣-٣. وتقدر أرصدة كربون التربة السابقة ($SOC_{(0-T)}$) وأرصدة كربون التربة في سنة الجرد (SOC_0) في مساحة من نظام الأراضي الزراعية في الجرد من أرصدة الكربون المرجعية (الجدول ٣-٣-٣) ومعاملات تغير الأرصدة (الجدول ٣-٣-٤) وتطبق على النقاط الزمنية المعنية. ويشير هنا نظام الأرض الزراعية إلى تركيبة محددة من المناخ والتربة وممارسات الإدارة. وتحسب المعدلات السنوية للانبعاثات (المصادر) وعمليات الإزالة (المصارف) كفرق في الأرصدة (على مر الزمن) مقسوما على مدة الجرد. والمدة الافتراضية هي ٢٠ عاما.

المعادلة ٣-٣-٣

التغير السنوي في أرصدة كربون التربة المعدنية في نظام واحد للأراضي الزراعية

$$\Delta C_{CC_{Mineral}} = [(SOC_0 - SOC_{(0-T)}) \bullet A] / T$$

$$SOC = SOC_{REF} \bullet F_{LU} \bullet F_{MG} \bullet F_I$$

حيث:

$\Delta C_{CC_{Mineral}}$ = التغير السنوي في أرصدة كربون التربة المعدنية، أطنان كربون/ سنة؛

SOC_0 = رصيد كربون التربة العضوي في سنة الجرد، أطنان كربون/هكتار؛

$SOC_{(0-T}$ = رصيد كربون التربة العضوي في المدة الزمنية T قبل الجرد، أطنان كربون/هكتار.

T = المدة الزمنية للجرد، بالسنة (المدة الافتراضية = ٢٠ عاما)؛

A = مساحة أراضي كل فئة، بالهكتار؛

SOC_{REF} = رصيد الكربون المرجعي، أطنان كربون/هكتار؛ انظر الجدول ٣-٣-٣؛

F_{LU} = معامل تغير الأرصدة لنوع استخدام الأرض أو التغير في استخدام الأرض، بدون أبعاد؛ انظر الجدول ٣-٣-٤؛

F_{MG} = معامل تغير الأرصدة في نظام الإدارة، بدون أبعاد؛ انظر الجدول ٣-٣-٤؛

F_I = معامل تغير الأرصدة لمدخلات المادة العضوية، بدون أبعاد؛ انظر الجدول ٣-٣-٤.

وتحدد أنواع استخدامات الأراضي ومعاملات الإدارة الواردة هنا تحديدا واسعا وتشمل ما يلي: (١) معامل استخدام الأراضي (F_{LU}) الذي يعبر عن تغيرات رصيد الكربون المقترنة بنوع استخدام الأرض؛ (٢) معامل الإدارة (F_{MG}) الذي يمثل مختلف أنواع الزراعة في الأراضي الزراعية الدائمة؛ (٣) معامل المدخلات (F_I) الذي يمثل مختلف مستويات مدخلات الكربون في التربة. وفي الأراضي الزراعية، يصف F_{LU} أرصدة الكربون القاعدية في التربة المزروعة على الأجل الطويل، ومزارع الأرز، والأراضي الزراعية المُجنبة مؤقتا وذلك بالنسبة لأرصدة الكربون في التربة (المزروعة) في بلد ما. وإذا كانت المساحة مندرجة تحت استخدام آخر (مثل الأراضي الحرجية أو أراضي الرعي) في بداية فترة الجرد، ينبغي حينئذ الالتزام بالإرشادات الواردة في القسم ٣-٣-٢ (الأراضي المحولة إلى أراض زراعية).

وفيما يلي خطوات حساب SOC_0 و $SOC_{(0-T)}$ وصافي تغير رصيد كربون التربة لكل هكتار من مساحة الأرض:

الخطوة ١: اختيار قيمة رصيد الكربون المرجعي (SOC_{REF}) استنادا إلى نوع المناخ والتربة في كل مساحة من الأرض الخاضعة للجرد.

الخطوة ٢: اختيار نوع استخدام الأرض الزراعية (الأرض المزروعة لأجل طويل، مزارع الأرز، والأراضي المجنبة) في بداية فترة الجرد (مثلا منذ ٢٠ سنة) بالإضافة إلى الحرث (F_{MG}) ومستويات مدخلات الكربون (F_I). وبضرب هذه المعاملات في رصيد الكربون المرجعي نحصل على تقدير رصيد الكربون "الأولي" ($SOC_{(0-T)}$) في فترة الجرد.

الخطوة ٣: حساب SOC_0 بتكرار الخطوة ٢ باستخدام نفس رصيد الكربون المرجعي (SOC_{REF}) ولكن مع استخدام الأرض ومعاملات الحرث والمدخلات التي تمثل الظروف السائدة في سنة الجرد (الجارية).

الخطوة ٤: حساب متوسط التغير السنوي في رصيد الكربون المرجعي في المساحة أثناء فترة الجرد ($\Delta C_{CC_{Mineral}}$).

مثال: بالنسبة لتربة **Mollisol** في المناخ الرطب الدفيء، تبلغ قيمة SOC_{REF} ٨٨ طنا من الكربون/للهكتار. وفي مساحة من الأرض التي تستغل في الزراعة الحرثية السنوية الطويلة الأجل، والتي كانت تستغل من قبل في الحرث الكثيف وتنخفض فيها مستويات مدخلات الكربون، يُحسب رصيد الكربون في بداية فترة الجرد على النحو التالي:

$$(SOC_{REF} \bullet F_{LU} \bullet F_{MG} \bullet F_{I,}) = 88 \text{ tonnes C ha}^{-1} \bullet 0.71 \bullet 1 \bullet 0.91 = 56.9 \text{ tonnes C ha}^{-1})$$

وفي الإدارة الجارية للزراعة السنوية الخالية من أي عمليات حرثية والتي تستخدم فيها مستويات متوسطة من مدخلات الكربون، يُحسب رصيد الكربون على النحو التالي:

$$(88 \text{ tonnes C ha}^{-1} \bullet 0.71 \bullet 1.16 \bullet 1 = 72.5 \text{ tonnes C ha}^{-1})$$

وهكذا يُحسب متوسط التغير السنوي في رصيد كربون التربة في مساحة الأرض المعنية في فترة الجرد كما يلي:

$$(72.5 \text{ tonnes C ha}^{-1} - 56.9 \text{ tonnes C ha}^{-1}) / 20 \text{ yrs} = 0.78 \text{ tonnes C ha}^{-1} \text{ yr}^{-1})$$

الجدول ٣-٣-٣

أرصدة الكربون المرجعية الافتراضية في التربة العضوية (الغطاء النباتي الأصلي) (SOC_{REF}) (أطنان كربون لكل هكتار على عمق صفر-٣٠ سنتيمترا)

المنطقة	التربة المرتفعة النشاط[١]	التربة المنخفضة النشاط[٢]	التربة الرملية[٣]	التربة الجدباء[٤]	التربة البركانية[٥]	تربة الأراضي الرطبة[٦]
الشمالية	٦٨	لا يوجد	#١٠	١١٧	#٢٠	١٤٦
المعتدلة الباردة الجافة	٥٠	٣٣	٣٤	لا يوجد	#٢٠	٨٧
المعتدلة الباردة الرطبة	٩٥	٨٥	٧١	١١٥	١٣٠	
المعتدلة الدافئة الجافة	٣٨	٢٤	١٩	لا يوجد	#٧٠	٨٨
المعتدلة الدافئة الرطبة	٨٨	٦٣	٣٤	لا يوجد	٨٠	
المدارية الجافة	٣٨	٣٥	٣١	لا يوجد	#٥٠	٨٦
المدارية الرطبة	٦٥	٤٧	٣٩	لا يوجد	#٧٠	
المدارية المطيرة	٤٤	٦٠	٦٦	لا يوجد	#١٣٠	

ملحوظة: أخذت البيانات من قواعد بيانات التربة (Jobbagy and Jackson (2000) and Bernoux *et al.* (2002). ويبين الجدول متوسط الأرصدة. ويفترض وجود خطأ افتراضي في التقدير بنسبة ٩٥ % (يعبر عنه كانحرافين معياريين، كنسبة مئوية من المتوسط) لأنواع التربة-المناخ. وتعني عبارة "لا يوجد" أن هذه الأنواع من التربة لا تظهر في العادة في بعض المناطق المناخية.

تشير إلى الحالات التي لا تتوفر فيها أي بيانات ويتم فيها الاحتفاظ بالقيم الافتراضية المحددة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*.

[١] التربة التي تحتوي على معادن طينية عالية النشاط هي تربة مفككة بدرجة تتراوح بين خفيفة ومعتدلة وتغلب عليها معادن طينية سليكاوية بنسبة ١:٢ (تشمل في تصنيف قاعدة المراجع العالمية لموارد التربة: Leptosols, Vertisols, Kastanozems, Chernozems, Phaeozems, Luvisols, Alisols, Albeluvisols, Solonetz, Calcisols, Gypsisols, Umbrisols, Cambisols, Regosols؛ وتشمل في تصنيف وزارة الزراعة الأمريكية Mollisols, Vertisols, high-base status Alfisols, Aridisols, Inceptisols) [٢] التربة الطينية المنخفضة النشاط هي تربة عالية التفكك وتغلب عليها المعادن الطينية وأكاسيد الحديد والألومنيوم اللابلورية بنسبة ١:١ (تشمل في تصنيف قاعدة المراجع العالمية لموارد التربة: Acrisols, Lixisols, Nitisols, Ferralsols, Durisols؛ وتشمل في تصنيف وزارة الزراعة الأمريكية: Ultisols, Oxisols, acidic Alfisols)

[٣] تشمل كل أنواع التربة (بغض النظر عن التصنيف الأحيائي) التي تحتوي على أكثر من ٧٠ في المائة من الرمل و أقل من ٨ في المائة من الطين على أساس التحليلات القياسية لقوام التربة (تشمل في تصنيف قاعدة المراجع العالمية لموارد التربة Arenosols وتشمل في تصنيف وزارة الزراعة الأمريكية Psamments).

[٤] التربة التي تتسم بدرجة تحمض عالية (تشمل في تصنيف قاعدة المراجع العالمية لموارد التربة Podzols، وتشمل في تصنيف وزارة الزراعة الأمريكية Spodosols).

[٥] التربة المشتقة من الرماد البركاني وتتسم بأشكال معدنية متعددة (تشمل في تصنيف قاعدة المراجع العالمية لموارد التربة Andosols، وتشمل في تصنيف وزارة الزراعة الأمريكية Andisols).

[٦] التربة ذات الصرف المحدود الذي يفضي إلى الفيضان الدوري والظروف اللاهوائية (تشمل في تصنيف قاعدة المراجع العالمية لموارد التربة Gleysols وتشمل في تصنيف وزارة الزراعة الأمريكية الفصائل المائية).

الجدول ٣-٣-٤

المعاملات النسبية لتغير الأرصدة (F_{LU}, F_{MG}, and F_I) (أكثر من ٢٠ عاما) لمختلف أنشطة الإدارة في الأراضي الزراعية [انظر الأساليب ومصادر البيانات المستخدمة في اشتقاق المعاملات في القسم ٣-٣-٧]

نوع قيمة المعامل	المستوى	نظام درجة الحرارة	القيمة الافتراضية وفقا *للمبادئ التوجيهية*	نظام الرطوبة (١)	القيمة الافتراضية وفقا *لدليل الممارسات السليمة* المنقحة	الخطأ (٢) (٣)	الوصف
استخدام الأرض (F_{LU})	الزراعة الطويلة الأجل	معتدل	٠,٧، ٠,٦ [٤]	جاف	٠,٨٢	± ١٠%	تمثل المساحة التي كانت تدار باستمرار لمدة تزيد على ٢٠ عاما وكانت تغلب عليها زراعة المحاصيل الحولية. كما تطبق معاملات المدخلات والحرث لتقدير تغيرات رصيد الكربون. وتم تقدير معامل استخدام الأرض بالنسبة لاستخدام الحرث الكامل ومستويات مدخلات الكربون ("المتوسطة") الاسمية.
				رطب	٠,٧١	± ١٢%	
		مداري	٠,٦، ٠,٥	جاف	٠,٦٩	± ٣٨%	
				رطب	٠,٥٨	± ٤٢%	
استخدام الأرض (F_{LU})	مزارع الأرز	معتدل ومداري	١,١	جاف ورطب	١,١	± ٩٠%	الزراعة السنوية الطويلة الأجل (أكثر من ٢٠ عاما) في الأراضي الرطبة (مزارع الأرز)، ويمكن أن تشمل الزراعة الثنائية للمحاصيل غير المغمورة بالمياه. وبالنسبة لمزارع لأرز ، لا تستخدم معاملات المدخلات.
استخدام الأرض (F_{LU})	الأراضي المجنبة (أقل من ٢٠ عاما)	معتدل ومداري	٠,٨	جاف	٠,٩٣	±١٠%	تمثل تجنيبا مؤقتا للأراضي المزروعة سنويا (مثل محميات الصون) أو الأراضي الزراعية المبورة الأخرى التي أعيد تجديد غطائها النباتي بالحشائش المعمرة.
				رطب	٠,٨٢	±١٨%	
الحرث (F_{MG})	كامل	معتدل	١	جاف ورطب	١	لا يوجد	اضطراب كبير في التربة مصحوب بتحول كامل و/أو عمليات الحرث المتكررة (في حدود السنة). وفي وقت الزراعة، لا يغطي إلا جزءا ضئيلا من السطح (أقل من ٣٠ % مثلا) بالمخلفات.
		مداري	٠,٩، ٠,٨	جاف ورطب	١	لا يوجد	
الحرث (F_M)	مخفض	معتدل	١,٠٥	جاف	١,٠٣	± ٦%	الحرث الأولي و/أو الثانوي ولكنه مصحوب باضطراب قليل في التربة (يكون سطحيا في العادة وبدون انقلاب كامل في التربة)، ويغطي في العادة أكثر من ٣٠% من السطح بالمخلفات عند الزراعة.
				رطب	١,٠٩	± ٦%	
		مداري	١	جاف	١,١٠	± ١٠%	
				رطب	١,١٦	± ٨%	
الحرث (F_{MG})	بدون حرث	معتدل	١,١	جاف	١,١٠	± ٦%	غرس البذور مباشرة بدون حرث أولي ولا يصاحبه إلا الحد الأدنى من اضطراب التربة في منطقة الغرس. وتستخدم في العادة المبيدات لمكافحة الحشائش الضارة.
				رطب	١,١٦	± ٤%	
		مداري	١,١	جاف	١,١٧	± ٨%	

الجدول ٣-٣-٤

المعاملات النسبية لتغير الأرصدة (F_{LU}, F_{MG}, and F_I) (أكثر من ٢٠ عاما) لمختلف أنشطة الإدارة في الأراضي الزراعية [انظر الأساليب ومصادر البيانات المستخدمة في اشتقاق المعاملات في القسم ٣-٣-٧]

				رطب	١,٢٣	± ٨%	
المدخلات(F_I)	منخفض	معتدل	٠,٩	جاف	٠,٩٢	± ٤%	انخفاض عائد المخلفات بسبب إزالة المخلفات (عن طريق الجمع أو الحرق) وتكرار تبوير الأرض أو إنتاج المحاصيل ذات المخلفات القليلة (مثل الخضراوات والتبغ والقطن).
				رطب	٠,٩١	± ٨%	
		مداري	٠,٨	جاف	٠,٩٢	± ٤%	
				رطب	٠,٩١	± ٤%	
المدخلات(F_I)	متوسط	معتدل	١	جاف ورطب	١	لا يوجد	تمثل الزراعة الحولية للحبوب حيث تعاد كل مخلفات المحاصيل إلى الحقول. وتضاف مادة عضوية تكميلية (مثل السماد الحيواني) إذا أزيلت المخلفات.
		مداري	٠,٩	جاف ورطب	١	لا يوجد	
المدخلات(F_I)	مرتفع بدون سماد حيواني	معتدل ومداري	١,١	جاف	١,٠٧	± ١٠%	تمثل مدخلات أكبر كثيرا لمخلفات المحاصيل بسبب إنتاج المحاصيل المرتفعة المخلفات واستخدام السماد الحيواني الأخضر ومحاصيل التغطية، وتحسين إعادة إنشاء الغطاء النباتي في الأراضي المستريحة، وتكرار استخدام الحشائش المعمرة في دورات المحاصيل الحولية، ولكن بدون استخدام السماد الحيواني (انظر الصف التالي أدناه)
				رطب	١,١١	± ١٠%	
المدخلات(F_I)	مرتفع بدون سماد حيواني	معتدل ومداري	١,٢	جاف	١,٣٤	± ١٢%	تمثل ارتفاع مستوى مدخلات مخلفات المحاصيل بالإضافة إلى إضافة السماد العضوي بانتظام (انظر الصف السابق أعلاه)
				رطب	١,٣٨	± ٨ %	

(١) في الحالات التي تتوافر فيها البيانات، تم تحديد قيم منفصلة لنظم الحرارة المعتدلة والمدارية ونظم الرطوبة الجافة والرطبة. وتقابل المناطق المعتدلة والمدارية المناطق المحددة في مقدمة الفصل الثالث (٣-١)؛ ويقابل نظام الرطوبة المناطق الرطبة والمطيرة معا في المناطق المدارية والمنطقة المعتدلة في المنطقة المطيرة. (انظر الشكل ٣-١-٣)؛ والمنطقة الجافة هي نفسها المنطقة المحددة في الشكل ٣-١-٣.

(٢) ± انحرافين معياريان، يعبر عنهما كنسبة مئوية من المتوسط. وفي الحالات التي لم تتوافر فيها دراسات كافية للتحليل الإحصائي، تستخدم القيمة الافتراضية ±٥٠% استنادا إلى أحكام الخبراء. وتستخدم عبارة "لا يوجد" في الحالات التي تشكل فيها قيم المعاملات قيما مرجعية محددة.

(٣) لا يشمل هذا النطاق الخطأ المنتظم المحتمل الناتج عن أحجام العينات الصغيرة التي قد لا تمثل الأثر الحقيقي في كل مناطق العالم.

(٤) تنطبق القيمة الثانية على فئة التربة المائية المحددة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*. ولا توجد فروق مهمة في مختلف أنواع التربة المحددة في آخر التقديرات التي أعدت *لدليل الممارسات السليمة*.

المستوى ١: في حالة المستوى ١، تستخدم أرصدة الكربون ومعاملات تغير الأرصدة المرجعية الافتراضية (كما هو مبين في المعادلة ٣-٣-٣) مع نظم الأراضي الزراعية الرئيسية في البلد بعد تصنيفها بحسب الأنواع الأساسية للمناخ والتربة (المعادلة ٣-٣-٤). وبالنسبة للمساحة الإجمالية للأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية، يمكن حساب تغيرات الأرصدة عن طريق تتبع تغيرات الإدارة وحساب تغيرات الأرصدة في كل فئة من الأراضي (المعادلة ٣-٣-٤- باء) أو عن طريق حساب مجمل رصيد كربون التربة في بداية ونهاية فترة الجرد استنادا إلى بيانات أعم عن توزيع مساحة نظم الأراضي الزراعية (المعادلة ٣-٣-٤- ألف). وستكون النتائج الإجمالية متشابهة باستخدام أي من النهجين، ولكن الفرق الرئيسي في عزو آثار تغيرات محددة في الإدارة يتطلب بيانات أنشطة لتتبع التغيرات التي تطرأ على الإدارة في مساحات محددة من الأرض. ويبين القسم ٣-٣-١-٢-١-٢ القيم الافتراضية لهذا الحساب.

المعادلة ٣-٣-٤

التغير السنوي في أرصدة الكربون في التربة المعدنية في الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية

$$\Delta C_{CC_{Mineral}} = \sum_c \sum_s \sum_i [(SOC_0 - SOC_{(0-T)}) \bullet A]_{c,s,i} / T \qquad \text{(ألف)}$$

$$\Delta C_{CC_{Mineral}} = [\sum_c \sum_s \sum_i (SOC_0 \bullet A)_{c,s,i} - \sum_c \sum_s \sum_i (SOC_{(0-T)} \bullet A)_{c,s,i}] / T \qquad \text{(باء)}$$

حيث:

$\Delta C_{CC_{Mineral}}$ = التغير السنوي في أرصدة الكربون في التربة المعدنية، أطنان كربون/ سنة؛

SOC_0 = رصيد كربون التربة العضوي في سنة الجرد، أطنان كربون /هكتار؛

$SOC_{(0-T)}$ = رصيد كربون التربة العضوي قبل الجرد بمدة T من السنوات، أطنان كربون/هكتار؛

T = المدة الزمنية للجرد، بالسنة (المدة الافتراضية = ٢٠ عاما)؛

A = مساحة الأرض في كل فئة، بالهكتار.

c تمثل المناطق المناخية، و *s* تمثل أنواع التربة، و *i* مجموعة نظم الأراضي الزراعية الرئيسية الموجودة في البلد.

مثال: يبين المثال التالي حسابات تغير رصيد الكربون في التربة في المساحات المجملة للأراضي الزراعية باستخدام المعادلة ٣-٣-٤-باء. في أنواع تربة Mollosols في المناخ الرطب المعتدل الدافئ، يوجد مليون هكتار من الأراضي الزراعية السنوية الدائمة. ويبلغ رصيد الكربون المرجعي الوطني (SOC_{REF}) في الإقليم ٨٨ طنا من الكربون للهكتار. وفي بداية فترة حساب الجرد (أي قبل ٢٠ عاما)، كان توزيع نظم الأراضي الزراعية ٠٠٠ ٤٠٠ هكتار من الأراضي الزراعية السنوية التي تنخفض فيها مستويات مدخلات الكربون وتستخدم فيها الحراثة الكاملة ، و٠٠٠ ٦٠٠ هكتار من الأراضي الزراعية السنوية المتوسط من حيث مستويات مدخلات الكربون وتستخدم فيها الحراثة الكاملة. وهكذا كانت أرصدة كربون التربة الأولية في هذه المساحة:

400,000 ha ● (88 tonnes C ha^{-1} ● 0.71 ● 1 ● 0.91) + 600,000 ha ● (88 tonnes C ha^{-1} ● 0.71 ● 1 ● 1) = 60.231 million tonnes C

وفي سنة الجرد الجارية، يوجد ٠٠٠ ٢٠٠ هكتار من الأراضي المزروعة بالمحاصيل السنوية وتستخدم فيها الحراثة الكاملة وتنخفض فيها مدخلات الكربون، و٠٠٠ ٧٠٠ هكتار من الأراضي المزروعة بمحاصيل سنوية وتستخدم فيها الحراثة المخفضة ومستويات متوسطة من مدخلات الكربون، و٠٠٠ ١٠٠ هكتار من الزراعة السنوية التي لا تستخدم فيها أي حراثة وتبلغ مدخلات الكربون مستويات متوسطة. وهكذا فإن مجموع أرصدة كربون التربة في سنة الجرد هي:

200,000 ha ● (88 tonnes C ha^{-1} ● 0.71 ● 1 ● 0.91) + 700,000 ha ● (88 tonnes C ha^{-1} ● 0.71 ● 1.09 ● 1) + 100,000 ha ● (88 tonnes C ha^{-1} ● 0.71 ● 1.16 ● 1) = 66.291 million tonnes C

وبذلك فإن متوسط التغير السنوي في رصيد الكربون على مدى الفترة في كل المساحة = (٦٦,٢٩١- ٦٠,٢٣١) مليون طن من الكربون/٢٠ سنة = ٦,٠٦٠ مليون طن/٢٠ سنة= ٣٠٣,٠٢٨ طن لكل زيادة سنوية في رصيد الكربون.

المستوى ٢: بالنسبة للمستوى ٢: تستخدم نفس المعادلات الأساسية المستخدمة مع المستوى ١، ولكن تستخدم القيم الخاصة بالبلد لأرصدة الكربون المرجعي و/أو معاملات تغير الأرصدة. وبالإضافة إلى ذلك، يرجح أن تشمل نهج المستوى ٢ تصنيفا أكثر تفصيلاً لنظم الإدارة إن وجدت بيانات كافية.

المستوى٣: من المرجح في نهج المستوى ٣ التي تطبق مجموعة من النماذج الدينامية بالإضافة إلى قياسات تفصيلية لجرد انبعاثات كربون التربة/تغير الأرصدة ألا تستخدم تغير الأرصدة البسيط أو معاملات الانبعاثات في حد ذاتها. ويتم اشتقاق تقديرات الانبعاثات باستخدام النهج القائمة على النماذج من عدة معادلات لتقدير صافي تغير أرصدة كربون التربة في حدود النماذج. وتوجد مجموعة من النماذج لمحاكاة ديناميات كربون التربة (انظر مثلا الدراسات الاستعراضية التي قام بإجرائها ماك جيل وآخرون، ١٩٩٦؛ وسميث وآخرون، ١٩٩٧).

وأهم معايير اختيار النموذج الملائم هو أن يكون النموذج قادرا على تمثيل كل ممارسات الإدارة الممثلة وأن تكون مدخلات النموذج (أي المتغيرات المحركة) متسقة مع توافر بيانات المدخلات الخاصة بالبلد. ومن المهم التثبت من النموذج بمشاهدات مستقلة في مواقع ميدانية محددة داخل البلد أو المنطقة على أن تمثل هذه المواقع تغيرية المناخ والتربة ونظم الإدارة في البلد. وتشمل أمثلة مجموعات بيانات التثبت الملائمة التجارب الميدانية المتكررة على الأجل الطويل (SOMNET, 1996; Paul *et al.*, 1997) أو القياسات الطويلة الأجل لتدفقات كربون النظم الايكولوجية في النظم الزراعية باستخدام تقنيات من قبيل التغاير الدوامي (Baldocchi *et al.*, 2001). ومن المثالي في الحالات التي تتكرر فيها قياسات أرصدة كربون التربة على مر الزمن أن يُحدَّد نظام للجرد يتألف من قطع زراعية دائمة وتتسم بالتمثيل الإحصائي وتشمل المناطق المناخية وأنواع التربة ونظم الإدارة وتغيرات النظم. وينبغي ألا يقل تواتر إعادة المعاينة الموصى بها في معظم الحالات عن ٣ إلى ٥ سنوات (IPCC, 2000b). وينبغي حيثما أمكن إجراء قياسات رصيد كربون التربة على أساس الكتلة المعادلة (انظر مثلا Ellert *et al.*, 2001). وينبغي تنفيذ إجراءات لتقليل تأثير التغيرية المكانية أثناء تكرار المعاينة على مر الزمن. (مثل Conant and Paustian 2002l). ويمكن دمج هذه القياسات في منهجية تقوم على النماذج.

التربة العضوية

المنهجية الأساسية المستخدمة في تقدير تغير رصيد الكربون في التربة العضوية (التربة المشتقة مثلا من الخث) تتمثل في تعيين معدل الكربون المفقود سنويا بسبب الصرف وغيره من التقلبات، مثل حرث الأرض للإنتاج الزراعي. ويحفز الصرف والحرث أكسدة المادة العضوية المتراكمة في البيئة التي تنخفض فيها مستويات الأكسيجين انخفاضا شديدا. ومساحة التربة العضوية في الأراضي الزراعية في كل نوع من أنواع المناخ يتم ضربها في معامل الانبعاث لتقدير انبعاثات الكربون السنوية كما هو مبين في المعادلة ٣-٣-٥ أدناه.

المعادلة ٣-٣-٥

انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من التربة العضوية المزروعة في الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية

$$\Delta C_{CC_{Organic}} = \sum_c (A \bullet EF)_c$$

حيث:

$\Delta C_{CC_{Organic}}$ = انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من التربة العضوية المزروعة في الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية، أطنان كربون/سنة؛

A = مساحة أرض التربة العضوية في النوع المناخي c، بالهكتار؛

EF = معامل الانبعاث المرتبط بنوع المناخ c (انظر الجدول ٣-٣-٥)، أطنان كربون /هكتار/ سنة؛

المستوى ١: تستخدم في المستوى ١ معاملات الانبعاث الافتراضية (الجدول ٣-٣-٥) بالإضافة إلى تقديرات مساحة أراضي التربة العضوية المزروعة في كل منطقة مناخية موجودة في البلد (المعادلة ٣-٣-٥). ويمكن إعداد تقديرات المساحة باستخدام الإرشادات الواردة في الفصل الثاني.

المستوى ٢: يستخدم نهج المستوى ١ المعادلة ٣-٣-٥ في الحالات التي تشتق فيها معاملات الانبعاث من البيانات الخاصة بالبلد، وتصنف بحسب المنطقة المناخية، كما هو مبين في القسم ٣-٣-٢-١-٣. وينبغي إجراء تقديرات المساحة وفقا للإرشادات الواردة في الفصل الثاني.

المستوى ٣: تشمل نُهج المستوى ٣ المستخدمة في حالة التربة العضوية نظما أكثر تفصيلا تضم نماذج دينامية وشبكات قياس كما هو مبين أعلاه فيما يتعلق بالتربة المعدنية.

الجدول ٣-٣-٥

معاملات الانبعاث السنوية (EF) المرتبطة بالتربة العضوية المزروعة

نظام درجة حرارة المناخ	القيمة الافتراضية وفقا *للمبادئ* التوجيهية (أطنان كربون هكتار$^{-1}$ سنة$^{-1}$)	الخطأ#
معتدل بارد	١	±٩٠%
معتدل دافئ	١٠	±٩٠%
مداري/شبه مداري	٢٠	±٩٠%
# يمثل تقديرا اسميا للخطأ بما يعادل ضعفي الانحراف المعياري، كنسبة مئوية من المتوسط.		

التكليس

تتناول *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* استخدام الكربونات المحتوية على الكالسيوم (مثل الحجر الجيري الكلسي ($CaCO_3$) أو الدولوميت ($CaMg(CO_3)_2$) في التربة الزراعية كمصدر من مصادر انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. والتفسير المبسط لهذه العملية هو أنه عندما تذوب كربونات الكالسيوم في التربة، يحدث تبادل بين الأيونات القاعدية الموجبة (Ca^{++}, Mg^{++}) وأيونات الهيدروجين (H^+) على غروية التربة (مما يقلل من حمضية التربة) ويمكن أن تتفاعل البيكربونات المتكونة ($2HCO_3$) وتتحول إلى ثاني أكسيد كربون (CO_2) وماء (H_2O). وعلى الرغم من أن تأثير التكليس قد يمتد عموما لبضع سنوات (يضاف بعدها الجير مرة أخرى)، تبعا للمناخ والتربة وممارسات الزراعة، فإن *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* تأخذ في الاعتبار انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن كل كربون الكربونات المضاف إلى التربة في سنة الاستخدام. وهكذا فإن المنهجية الأساسية تتمثل ببساطة في مقدار الجير الزراعي المستخدم مضروبا في معامل الانبعاث الذي يتفاوت قليلا تبعا لتركيب المادة المضافة.

المعادلة ٣-٣-٦

انبعاثات الكربون السنوية الناتجة عن استخدام الجير الزراعي

$$\Delta C_{CC_{Lime}} = M_{Limestone} \bullet EF_{Limestone} + M_{Dolomite} \bullet EF_{Dolomite}$$

حيث:

$\Delta C_{CC_{Lime}}$ = انبعاثات الكربون السنوية من استخدام الجير الزراعي، أطنان كربون/سنة؛

M = مقدار الجير الكلسي ($CaCO_3$) أو الدولوميت ($CaMg(CO_3)_2$) المستخدم سنويا، أطنان كربون/سنة؛

EF = معامل الانبعاث، أطنان كربون/(طن جير أو دولوميت) (وهي تكافئ محتويات كربونات المواد (١٢% للجير الكلسي، و١٢,٢% للدولوميت)).

المستوى ١: في حالة المستوى ١، يمكن استعمال مجموع المقدار السنوي للكربونات المحتوية على الجير المستخدم سنويا في التربة الزراعية ومعامل انبعاث شامل مقداره ٠,١٢ لتقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بدون التفرقة بين التركيبات المتغيرة لمادة الجير. ويُلاحظ أنه بينما يعتبر الجير الكربوني مادة التكليس التي يغلب استخدامها، فإن أكاسيد الكالسيوم وأكاسيده المائية التي لا تحتوي على كربون غير عضوي تستخدم على نطاق محدود في التكليس الزراعي وينبغي ألا تدرج هنا (يتكون ثاني أكسيد الكربون عند صناعة هذه الأكاسيد ولكنه لا يتكون بعد استخدامها في التربة).

المستوى ٢: قد يتطلب نهج المستوى ٢ التمييز بين مختلف أشكال الكالسيوم ومعاملات الانبعاث المحددة إن توفرت البيانات، لأن مختلف مواد التكليس الكربونية (الحجر الجيري وكذلك المصادر الأخرى، مثل ترسبات الطين الجيري والمحار) يمكن أن تتفاوت من حيث محتواها من الكربون ونقاوتها العامة.

المستوى ٣: قد يتطلب نهج المستوى ٣ حساب الانبعاثات الناشئة عن استخدامات الجير بطريقة أكثر تفصيلا مما هو متبع في المستويين ١ و٢. وتبعا لظروف المناخ والتربة، فإن كل الكربونات الحيوية الناتجة عن استخدام الجير قد لا تنطلق كثاني أكسيد كربون في التربة أو من مياه الصرف، وبعضها يمكن استخلاصه وترسيبه في طبقات التربة العميقة أو قد ينتقل إلى المياه الجوفية العميقة والبحيرات والمحيطات ويتم تنحيته فيها. وإذا توافرت البيانات والقدرة الكافية على فهم تحول الكربون غير العضوي في الظروف المناخية والتربة المحددة، فيمكن اشتقاق معاملات انبعاث محددة. ومع ذلك، من المرجح أن هذا التحليل يستلزم إضافة تدفقات الكربون المقترنة بمعادن الكربونات الأولية والثانوية في التربة واستجابتها لممارسات الإدارة الزراعية.

٣-٣-١-٢-١-٢ اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة

التربة المعدنية

عندما يستخدم أسلوب المستوى ١ أو المستوى ٢، يلزم الحصول على معاملات الانبعاث/الإزالة التالية الخاصة بالتربة المعدنية: رصيد الكربون المرجعي (SOC_{REF})، ومعامل تغير الأرصدة المتعلق بتغير استخدام الأراضي (F_{LU})، ومعامل تغير الأرصدة المتعلق بنظام الإدارة (F_{MG})، ومعامل تغير الأرصدة المتعلق بمدخلات المادة العضوية (F_I).

أرصدة الكربون المرجعية (SOC_{REF})

تستخدم التربة المزروعة بالغطاء النباتي داخل البلد والتي لم تتعرض لآثار كبيرة ناجمة عن الاستخدام والإدارة لتكون خط الأساس أو المرجعية التي يمكن أن ترتبط بها التغيرات الناجمة عن الإدارة في كربون التربة.

المستوى ١: في إطار أسلوب المستوى ١، من *الممارسة السليمة* استخدام أرصدة الكربون المرجعية الافتراضية (SOC_{REF}) الواردة في الجدول ٣-٣-٣. ويتم تحديث تلك القيم باستخدام البيانات الواردة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* وأدخلت عليها التحسينات التالية: '١' اشتقاق التقديرات إحصائيا من آخر البيانات المتعلقة بمواصفات التربة المزروعة بالغطاء النباتي الأصلي، '٢' إضافة التربة "الرمادية الجدباء" كفئة منفصلة (تعرف التربة الرمادية الجدباء بأنها بدزولات المنطقة الشمالية والمعتدلة في تصنيف قاعدة المراجع العالمية لموارد التربة، وتعرف بأنها سبودزولات في تعريف وزارة الزراعة الأمريكية)؛ '٣' إضافة التربة الموجودة في المنطقة المناخية الشمالية.

المستوى ٢: في طريقة المستوى ٢، يمكن تحديد أرصدة الكربون المرجعية من خلال قياسات التربة، وذلك مثلا كجزء من أنشطة مسح التربة ورسم الخرائط في البلد. وتشمل مزايا هذا الأسلوب التوصل إلى قيم تتسم بدرجة أكبر من الشمول التمثيلي للبلد المعني، والقدرة على تحسين تقدير دوال توزيع الاحتمالات التي يمكن استخدامها في التحليل الشكلي لأوجه عدم التيقن. وينبغي استخدام وتوثيق المعايير المقبولة لمعاينة وتحليل كربون التربة العضوي والكثافة الحجمية.

معاملات تغير الأرصدة (F_{LU}, F_{MG}, F_I)

المستوى ١: في إطار المستوى ١، من *الممارسة السليمة* استخدام معاملات تغير الأرصدة الافتراضية (**F_{LU}, F_{MG}, F_I**) الواردة في الجدول ٣-٣-٤. ويتم استيفاء هذه البيانات من القيم الواردة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* على أساس التحليل الإحصائي للبحوث المنشورة. ويعرض الجدول التعاريف التي يتم الاسترشاد بها في اختيار قيم المعاملات الملائمة.

المستوى ٢: وفي أسلوب المستوى ٢، يمكن تقدير معاملات تغير الأرصدة استنادا إلى التجارب الطويلة الأمد (على سبيل المثال Smith *et al.*, 1996; Paul *et al.*, 1997) أو القياسات الميدانية الأخرى (مثل المتواليات الزمنية [٢]) في بلد معين أو منطقة معينة. ولتقدير معاملات تغير الأرصدة، ينبغي أن تشمل المعلومات التي يتم تجميعها من الدراسات المنشورة وغيرها من المصادر رصيد الكربون العضوي (أي الكتلة حسب مساحة كل وحدة عند عمق محدد) أو كل المعلومات المطلوبة لحساب SOC، أي النسبة المئوية للمادة العضوية بالإضافة إلى الكثافة الحجمية. وفي حالة توفر معلومات عن النسبة المئوية للمادة العضوية وليس عن النسبة المئوية للكربون العضوي، يمكن استخدام معامل تحويل قيمته ٠,٥٨ لمحتوى كربون المادة العضوية في التربة. وتشمل المعلومات الأخرى التي ينبغي الحصول عليها عمق القياسات والإطار الزمني المستخدم للتعبير عن الفروق في ممارسات الإدارة. وفي حالة عدم وجود معلومات محددة لاختيار مسافة فاصلة للعمق، من *الممارسة السليمة* مقارنة معاملات تغير الأرصدة عند عمق لا يقل عن ٣٠ سنتيمترا (أي العمق المستخدم في حسابات المستوى ١). وقد يكون من المستصوب قياس تغيرات الأرصدة عند عمق أكبر إذا توفر عدد كاف من الدراسات أو في حالة إثبات وجود فروق إحصائية مهمة في الأرصدة بسبب إدارة الأراضي عند العمق الأكبر. ومع ذلك، من الأهمية البالغة تحديد أرصدة الكربون المرجعية ومعاملات تغير الأرصدة عند عمق موحد. وينبغي تجميع قيم المعاملات في أنواع المناخ/التربة الرئيسية وذلك على الأقل بنفس درجة التفاصيل المستخدمة في أسلوب المستوى ١.

التربة العضوية

عند تقدير الانبعاثات المتأتية من التربة العضوية، يلزم تحديد معامل انبعاث لمختلف النظم المناخية التي يتم فيها صرف المياه من التربة العضوية لاستخدامها في الزراعة.

المستوى١: فيما يتعلق بأسلوب المستوى ١، يبين الجدول ٣-٣-٥ معاملات الانبعاث الافتراضية دون تغيير عما في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*. ويتم التمييز بين هذه المعاملات بحسب نظم المناخ (درجات الحرارة) الرئيسية ويُفترض أن التربة قد تم صرف المياه منها قبل استخدامها في الزراعة. ويستثنى من ذلك التربة العضوية المستخدمة في مزارع الأرز أو المحاصيل الثانوية في ظروف الغمر (مثل مستنقعات عنب الدب، والأرز البري).

المستوى ٢: وأما بخصوص المستوى ٢، يمكن اشتقاق معاملات الانبعاث من البيانات الواردة في الكتابات المتعلقة بفواقد الكربون من التربة العضوية. وتستند في العادة تقديرات فواقد الكربون من التربة العضوية المزروعة إلى قياسات الانخساف ولا يستند إلا عدد قليل من الدراسات إلى القياسات المباشرة لتدفقات ثاني أكسيد الكربون (Klemedtsson *et al.*, 1997; Ogle *et al.*, 2003). وتشمل العمليات التي تسهم في حدوث الانخساف: التآكل، والدمج، والحرق، والتحلل. وينبغي ألا يشمل تقدير معامل الانبعاث سوى الفواقد الناتجة عن التحلل. وفي حالة استخدام بيانات الانخساف، ينبغي أن تستخدم معاملات التحويل الإقليمية الملائمة لتحديد نسبة الانخساف الناتج عن التأكسد استنادا إلى الدراسات المتعلقة بقياس الانخساف وتدفق ثاني أكسيد الكربون على السواء. وفي حالة عدم توفر هذه المعلومات، يوصى باستخدام معامل افتراضي قيمته ٠,٥ لنسبة التأكسد إلى الانخساف على أساس غرام لكل

[٢] تتألف المتواليات الزمنية من قياسات مأخوذة من مواقع متشابهة ولكنها منفصلة، وتمثل هذه المواقع متوالية زمنية في استخدام الأراضي أو في نظام إدارتها، مثل عدد السنوات التي تمر منذ إزالة الأحراج. وتبذل الجهود للسيطرة على كل الفروق البينية الأخرى (وذلك مثلا عن طريق اختيار المناطق المتشابهة من حيث نوع التربة والتضاريس والغطاء النباتي السابق). وتستخدم المتواليات الزمنية في كثير من الأحيان كبدائل عن الدراسات التجريبية أو القياسات المتكررة على مر الزمن في نفس الموقع.

غرام وذلك استنادا إلى الدراسة التي قام بإجرائها Armentano وMenges في عام ١٩٨٦. ويوصى باستخدام القياسات المباشرة لتدفقات الكربون، إن وجدت، لأنها تمثل أفضل وسيلة لتقدير معدلات الانبعاث من التربة العضوية.

التكليس

انظر القسم ٣-٣-١-٢-١-١

٣-٣-١-٢-١-٣ اختيار بيانات الأنشطة

التربة المعدنية

يلزم معرفة مساحة الأراضي الزراعية التي تخضع لمختلف ممارسات الإدارة (A) لتقدير الانبعاثات/الإزالة من التربة المعدنية.

وفيما يخص الأرض الزراعية القائمة، ينبغي أن تتضمن بيانات الأنشطة تغيرات أو اتجاهات ممارسات الإدارة التي تؤثر على رصيد كربون التربة، مثل أنواع المحصول ودورات تناوب المحاصيل، وممارسات الحراثة، والري، واستخدام السماد العضوي، والتعامل مع مخلفات النباتات، وما إلى ذلك. ويوجد نوعان رئيسيان لبيانات الأنشطة المتعلقة بالإدارة: (١) الإحصاءات الإجمالية المتعلقة بالبلد أو بالمناطق الإدارية داخل البلد (مثل المحافظات، والمقاطعات) أو (٢) قوائم جرد استخدامات الأراضي والإدارة المحددة التي تؤلف عينة إحصائية لمساحة الأراضي في البلد. ويمكن استخدام أيا من هذين النوعين من بيانات الأنشطة مع أي مستوى من المستويات الثلاثة تبعا لدرجة التحليل المكاني والزمني. وفيما يتعلق بقوائم الجرد التي يتم إعدادها باستخدام المستويين ١ و٢، ينبغي تصنيف بيانات الأنشطة بحسب المناطق المناخية وأنواع التربة الرئيسية بالنظر إلى أن أرصدة الكربون المرجعية تتفاوت تفاوتا كبيرا تبعا لتلك العوامل. وبالنسبة لفئات التربة العامة المستخدمة في المستوى ١، يمكن استخدام خرائط التربة الوطنية أو العالمية لتوضيح أقسام التربة في مساحة الأراضي الزراعية. وعند استخدام النماذج الدينامية و/أو قوائم الجرد القائمة على القياسات المباشرة في المستوى ٢، يلزم الحصول على معلومات مماثلة أو أكثر تفصيلا عن مجموعات البيانات المتعلقة بالمناخ والتربة والتضاريس والإدارة، وأما المتطلبات الدقيقة فتتوقف جزئيا على النموذج المستخدم.

ويمكن الحصول من الإحصائيات المتوافرة عالميا عن استخدامات الأراضي وإنتاج المحاصيل، مثل قواعد بيانات منظمة الأغذية والزراعة (http://apps.fao org) ، على مجموعات البيانات السنوية المتعلقة بمجموع مساحة الأراضي حسب أنواع الاستخدامات الرئيسية مع بعض الفروق في نظم الإدارة (مثل الأراضي الزراعية المروية في مقابل الأراضي الزراعية غير المروية)، ومساحة الأراضي المزروعة بالمحاصيل "الدائمة" (أي الكروم والبساتين)، ومساحة الأراضي وإنتاج المحاصيل الرئيسية (مثل القمح والأرز والذرة والسرغوم، وغيرها). وهكذا فإن بيانات منظمة الأغذية والزراعة أو غيرها من البيانات الخاصة بالبلد الإجمالية المشابهة تتطلب معلومات إضافية خاصة بالبلد لتصنيف المناطق بحسب أنواع المناخ والتربة. وإذا لم تكن هذه المعلومات قد جمعت بعد، فيمكن استخدام نهج أولي يتمثل في استبدال الخرائط المتاحة عن الغطاء الأرضي/استخدام الأراضي (المستمدة من مصادر وطنية أو من مجموعات البيانات العالمية، مثل نظام معلومات البرنامج الدولي للغلاف الأرضي والمحيط الحيوي) بخرائط التربة المستمدة من مصادر وطنية أو عالمية، مثل خريطة التربة في العالم لمنظمة الأغذية والزراعة. وينبغي، حيثما أمكن، تحديد مساحات الأراضي المرتبطة بنظم الزراعة (مثل الدورات الزراعية وممارسات الحراثة)، وربطها بقيم معاملات الإدارة الملائمة بدلا من مجرد تحديد المساحات بحسب المحاصيل المزروعة فيها. [ملحوظة: ينطبق ذلك أيضا على القسم الخاص بالكتلة الحيوية في الأراضي الزراعية بالنظر إلى أن المنهجية المتبعة تستخدم التقديرات القائمة على مساحات الأراضي بحسب أنواع محددة من المحاصيل، مثل "المحاصيل الدائمة" المصنفة وفقا لمنظمة الأغذية والزراعة]، ويرجى الرجوع إلى الفصل الثاني من هذا التقرير.

وتتسم قوائم الجرد الوطنية المتعلقة باستخدامات الأراضي والموارد القائمة على مجموعة من نقاط العينات الثابتة التي يتم عندها تجميع البيانات على فترات منتظمة، ببعض المزايا على الإحصائيات الزراعية الإجمالية المتعلقة باستخدامات الأراضي. ومن السهل ربط نقاط الجرد بنظام زراعي معين، ويمكن تحديد نوع التربة المرتبط بموقع معين عن طريق أخذ العينات أو إسناد الموقع لخريطة التربة الملائمة. ويمكن لنقاط الجرد المختارة على أساس التصميم الإحصائي الملائم أن تساعد أيضا على تقدير التغيرية

المرتبطة ببيانات الأنشطة، ويمكن استخدامها كجزء من التحليل الشكلي لعدم التيقن. وتعتبر قائمة الجرد الوطنية للموارد في الولايات المتحدة (Nusser and Goebel, 1997) مثالا لجرد موارد الأراضي الزراعية على أساس اختيار النقاط.

التربة العضوية

يلزم معرفة مساحة التربة العضوية المزروعة بحسب النظام المناخي (A) لتقدير الانبعاثات الناتجة عن التربة العضوية. ويمكن استخدام قواعد بيانات ونُهج مشابهة لقواعد البيانات والنُهج المبينة أعلاه لتقدير المساحة. ويمكن الحصول على معلومات أولية عن مساحات أراضي التربة العضوية التي تخضع للاستخدام الزراعي عن طريق استبدال خرائط التربة التي تبين التوزيع المكاني للهستوسول (أي التربة العضوية) بخرائط استخدام الأراضي التي تبين مساحة الأراضي الزراعية. وإضافة إلى ذلك، بالنظر إلى أن التربة العضوية تتطلب في العادة استخدام عمليات صرف واسعة للأغراض الزراعية، يمكن استخدام البيانات الخاصة بالبلد المتعلقة بمشروعات الصرف بالإضافة إلى خرائط ومسوح التربة للحصول على تقدير أفضل للمساحات ذات الصلة.

٣-٣-١-٢-١-٤ تقدير عدم التيقن

يتطلب التقدير الشكلي لعدم التيقن إجراء تقدير لعدم التيقن المرتبط بمعدلات الانبعاثات/الحجز بحسب مساحة الأرض وكذلك عدم التيقن المرتبط ببيانات الأنشطة (أي مساحات الأراضي الخاضعة لاستخدامات الأراضي والمعرضة للتغيرات في ممارسات الإدارة) وتفاعلها. وتعرض الجداول تقديرات عدم التيقن للقيم الافتراضية العالمية المنقحة في هذا التقرير، حيثما وجدت. ويمكن استخدام هذه القيم مع التقديرات الملائمة للتغيرية في بيانات الأنشطة لتقدير عدم التيقن باستعمال الإرشادات الواردة في الفصل الخامس من هذا التقرير. وينبغي أن تدرك وكالات الجرد أن عدم التيقن المقترن بالقيم الافتراضية العالمية البسيطة يرتفع نسبيا عندما تستخدم هذه القيم في بلدان بعينها. وإضافة إلى ذلك، بالنظر إلى أن الدراسات الميدانية المتاحة لاشتقاق القيم الافتراضية العالمية ليست موزعة توزيعا متساويا في كل المناطق المناخية وأنواع التربة ونظم الإدارة، فإن بعض المناطق، خاصة الأقاليم المدارية، تعاني قصورا في التمثيل. وفي إطار أساليب المستوى ٢، يمكن اشتقاق دوال كثافة الاحتمال (أي تقدير المتوسط والتباين) لمعاملات تغير الأرصدة، ومعاملات انبعاثات التربة العضوية، وأرصدة الكربون المرجعية، كجزء من عملية اشتقاق البيانات بحسب المناطق أو البلدان. ومثال ذلك أن Ogle وآخرين (٢٠٠٣) قاموا باستخدام نماذج الآثار المختلطة الخطية لاشتقاق دوال كثافة الاحتمال المتعلقة بقيم المعاملات وأرصدة الكربون المرجعية في التربة الزراعية في الولايات المتحدة. وينبغي أن توفر بيانات الأنشطة المستمدة من نظام الجرد الإحصائي لاستخدامات الأراضي وممارسات الإدارة الأساس لتوزيع تقديرات عدم التيقن على المساحات المرتبطة باستخدامات الأراضي وتغيرات الإدارة. ويمكن الجمع بين بيانات الأنشطة والانبعاثات وأوجه عدم التيقن المقترنة بها باستخدام إجراءات مونت كارلو وذلك لتقدير المتوسطات وفترات الثقة في الجرد الشامل (Ogle *et al.*, 2003; Smith and Heath, 2001). انظر الفصل الخامس من هذا التقرير.

٣-٣-١-٣ انبعاثات غازات الدفيئة من غير ثاني أكسيد الكربون

أكسيد النيتروز

تناولت *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي ودليل الممارسات السليمة لعام* ٢٠٠٠ بالفعل مصادر انبعاثات الغازات من غير ثاني أكسيد الكربون التالية:

- انبعاثات أكسيد النيتروز الناتجة عن استخدام الأسمدة المعدنية والعضوية، والمخلفات العضوية، والتثبيت البيولوجي للنيتروجين (الفصل الرابع (الزراعة) من *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*).
- انبعاثات أكسيد النيتروز وأكاسيد النيتروجين والميثان وأول أكسيد الكربون الناتجة عن الحرق الموقعي وغير الموقعي للكتلة الحيوية (الفصل الرابع (الزراعة) من *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*).
- انبعاثات أكسيد النيتروز الناتجة الناجمة عن زراعة التربة العضوية.

ومن *الممارسة السليمة* اتباع *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* القائمة و*دليل الممارسات السليمة لعام* ٢٠٠٠ ومواصلة الإبلاغ عن تلك الانبعاثات في إطار قطاع الزراعة.

الميثان

تتناول *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي ودليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠* انبعاثات الميثان الناتجة عن زراعة الأرز، وينبغي الإبلاغ عنها في قطاع الزراعة.

ولا نتناول التغيرات في معدل تأكسد الميثان في التربة الهوائية عند هذه المرحلة. وتشير البيانات الجارية المحدودة إلى أن مصرف الميثان يعتبر صغيرا بالقياس إلى مصادر الميثان في التربة المغمورة بالمياه، مثل مزارع الأرز. وفى ظل تقدم البحوث وتوافر مزيد من المعلومات، يمكن النظر بشكل أكمل في أثر مختلف الأنشطة على تأكسد الميثان.

٣-٣-٢ الأراضي المحولة إلى أراض زراعية

يسفر تحويل الأراضي من الاستخدامات الأخرى ومن الحالات الطبيعية إلى أراض زراعية في معظم الحالات عن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الكتلة الحيوية والتربة على السواء وذلك على الأقل لبضع سنوات عقب عمليات التحويل، فضلا عن انبعاثات أكسيد النيتروز والميثان من التربة. ويمكن استثناء ري الأراضي التي كانت قاحلة من قبل وهو ما يمكن أن يسفر عن صافى زيادة في كربون التربة والكتلة الحيوية وتحويل الأراضي المتدهورة إلى أراض زراعية. ويمكن الرجوع إلى حساب انبعاثات الكربون الناتجة عن تحويل الأراضي الحرجية والمروج الطبيعية إلى أراض زراعية في القسم ٥-٢-٣ (تحويل الأراضي الحرجية والمروج الطبيعية) والقسم ٥-٣ (انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وامتصاصها من التربة) في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*. ومن *الممارسة السليمة* عند تقدير الانبعاثات وعمليات الإزالة الناتجة عن تحويل استخدام الأراضي إلى أراض زراعية أن ننظر في ثلاث فئات فرعية هي تغير أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية (القسم ٣-٣-٢-١) والتغير في أرصدة الكربون في التربة (القسم ٣-٣-٢-٢) وانبعاثات أكسيد النيتروز (القسم ٣-٣-٢-٣). ونعرض أدناه إرشادات منهجية بشأن كل واحدة من هذه الفئات الفرعية.

ومن *الممارسة السليمة* تقدير الانبعاثات/عمليات الإزالة الناتجة عن "الأراضي المحولة إلى أراض زراعية" باستخدام الأساليب المبينة في هذا القسم الفرعي لمدة تكفى لإحداث تغيرات في رصيد الكربون عقب تحويل استخدام الأراضي. على أن مستجمعات الكتلة الحيوية والتربة تستجيب بشكل مختلف لعمليات تحويل استخدام الأراضي ولذلك تختلف الفترات الزمنية التي يستغرقها توازن أرصدة الكربون. وتقدر تغيرات كربون مستجمعات الكتلة الحيوية باستخدام الأسلوب المبين في القسم ٣-٣-٢-١ أدناه للمرة الأولى عقب تحويل استخدام الأراضي إلى أراض زراعية [٣] وبعد انتهاء هذه المدة الزمنية، ينبغي على البلدان أن تقوم بتقدير تغيرات رصيد الكربون في الكتلة الحيوية باستخدام الأساليب المبينة في القسم ٣-٣-١-١ المعنون الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية، تغير أرصدة كربون الكتلة الحيوية. وبالنظر إلى أن المدة الزمنية الافتراضية لجرد تغيرات كربون التربة هي عشرون عاما، فينبغي استخدام هذه المدة الزمنية في إجراء محاسبات المساحات في عمليات تحويل الأراضي إلى أراض زراعية.

ونبين أدناه المعادلة المستخدمة لحساب تغير رصيد الكربون في الأراضي المحولة إلى أراض زراعية وهى المعادلة ٣-٣-٧. وبالإضافة إلى ذلك فإننا نتناول المنهجيات القائمة على معاملات الانبعاث لأكسيد النيتروز. ويلخص الجدول ٣-٣-٦ المستويات المستخدمة مع كل واحدة من فئات الكربون الفرعية بالإضافة إلى الفئة الفرعية لأكسيد النيتروز.

---

[٣] تتوقف المدة الزمنية على عدد المرات التي تقوم فيها البلدان بجمع البيانات. ومثال ذلك أنه في حالة تجميع مسوح استخدام الأراضي كل خمس سنوات أي مثلا في سنوات ١٩٩٠ و ١٩٩٥ و ٢٠٠٠ فسوف تسجل بيانات عام ١٩٩٥ عمليات تحول استخدام الأراضي التي تقع في عام ١٩٩٢ وهكذا فإنها ستسجل باستخدام الأساليب المبينة أدناه في تقرير الجرد الذي يعتمد على بيانات المسوح الخاصة بعام ١٩٩٥.

المعادلة ٣-٣-٧

مجموع تغير أرصدة الكربون في الأراضي **المحولة إلى أراض زراعية**

$$\Delta C_{LC} = \Delta C_{LC_{LB}} + \Delta C_{LC_{Soils}}$$

حيث:

ΔC_{LC} = مجموع تغير أرصدة الكربون في الأراضي المحولة إلى أراض زراعية، أطنان كربون/سنة؛

$\Delta C_{LC_{LB}}$ = تغير أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية في الأراضي المحولة إلى أراض زراعية، أطنان كربون/سنة؛

$\Delta C_{LC_{Soils}}$ = تغير أرصدة كربون التربة في الأراضي المحولة إلى أراض زراعية، أطنان كربون/سنة؛

٣-٣-٢-١ تغير أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية

يقدم هذا القسم *إرشادات الممارسات السليمة* المتعلقة بحساب تغير رصيد الكربون في الكتلة الحيوية نتيجة تحويل الأراضي من الظروف الطبيعية وغيرها من الاستخدامات إلى أراض زراعية، بما في ذلك إزالة الأحراج وتحويل المراعى وأراضى الرعي إلى أراض زراعية. وتتطلب الأساليب المستخدمة إجراء تقدير للكربون الموجود في الكتلة الحيوية الحية قبل وبعد عملية التحويل وذلك بالاستناد إلى تقديرات مساحات الأراضي المحولة أثناء الفترة الفاصلة بين مسوح استخدامات الأراضي. ونتيجة التحويل إلى أراض زراعية، يفترض (في طريقة المستوى ١) أن النباتات الغالبة تتم إزالتها تماما مما يسفر عن مقادير تقترب قيمتها من الصفر بالنسبة للكربون المتبقي في الكتلة الحيوية. وتستخدم بعد ذلك بعض أنواع نظم زراعة المحاصيل مما يؤدى إلى زيادة مقدار الكربون المخزن في الكتلة الحيوية. ويستخدم الفرق بين مستجمعات كربون الكتلة الحيوية الأولية والنهائية لحساب تغير رصيد الكربون الناتج عن تحويل استخدام الأراضي. وأما في السنوات اللاحقة فإن المقادير المتراكمة والمفقودة في الكتلة الحيوية الخشبية المعمرة في الأراضي الزراعية فيتم حسابها باستخدام الأساليب المبينة في القسم ٣-٣-١ المعنون الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية.

٣-٣-٢-١-١ القضايا المنهجية

تستخدم هذه المنهجية لتقدير تغير رصيد الكربون في الكتلة الحيوية الحية. ولا تتوافر حاليا معلومات كافية يمكن استخدامها في توفير نهج أساسي يعتمد على بارامترات افتراضية لتقدير تغير رصيد الكربون في مستجمعات المادة العضوية الميتة في الأراضي المحولة إلى أراض زراعية[٤]. وبالإضافة إلى ذلك فإن المنهجية المبينة أدناه لا تأخذ في الحسبان سوى تغير رصيد الكربون في الكتلة الحيوية الظاهرة بسبب قلة البيانات المتاحة عن أرصدة الكربون التحتية في أراضى المحاصيل المعمرة.

[٤] ينبغي افتراض تأكسد أي فرش حرجي وأي مستجمعات للأخشاب الميتة (تقدر باستخدام الأساليب المبينة في القسم ٣-٢-٢-٢) عقب عملية التحويل.

الجدول ٣-٣-٦
وصف مستويات الفئات الفرعية للأراضي المحولة إلى أراض زراعية (LC)

المستوى / الفئات الفرعية	المستوى ١	المستوى ٢	المستوى ٣
الكتلة الحيوية	تستخدم المعاملات الافتراضية لتقدير تغير رصيد الكربون في الكتلة الحيوية نتيجة تحويلات استخدام الأراضي وبالنسبة لكربون الكتلة الحيوية التي تحل محل النباتات المزالة أثناء سنة تحويل استخدام الأراضي.	تستخدم على الأقل بعض البارامترات المتعلقة برصيد الكربون في بلدان محددة لتقدير تغيرات رصيد الكربون الناتجة عن تحويل استخدام الأراضي إلى أرض زراعية. ويحدد مقدار الكربون الناتج عن إزالة الكتلة الحيوية بسبب الحرق والتحلل وعمليات التحويل الأخرى المهمة على المستوى الوطني. وتقدر انبعاثات الغازات النزرة غير ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن جزء الكتلة الحيوية المحروق سواء في الموقع أو خارج الموقع. وتستخدم تقديرات المساحة المفصلة بحسب المناطق المناخية الوطنية ذات الصلة وكذلك بحسب الحدود الأخرى لكي توائم بارامترات أرصدة الكربون الخاصة بالبلد.	تستخدم النهج الخاصة بالبلد على نطاق مكاني دقيق (مثل النمذجة والقياس).
أرصدة الكربون في التربة	تستخدم المعاملات الافتراضية في حالة تغير كربون التربة بسبب استخدام التربة المعدنية. ولابد من تصنيف مساحات الأراضي بحسب المناخ ونوع التربة. وتستخدم المعاملات الافتراضية فيما يتعلق بالتغير في كربون التربة العضوية وتصنف المساحات بحسب المنطقة المناخية. وبالنسبة للانبعاثات الناتجة عن التكليس تستخدم معاملات الانبعاث الافتراضية.	فيما يتعلق بالتربة المعدنية والعضوية على السواء، تستخدم مجموعة ما من المعاملات الافتراضية و/أو الخاصة بالبلد وتقديرات المساحة التي تتسم بدرجة تحليلية مكانية أدق. وفيما يتعلق بالانبعاثات الناتجة عن التكليس، تستخدم معاملات الانبعاث المصنفة بحسب أشكال الجير المستخدم.	يستخدم النهج القطري على نطاق مكاني دقيق (مثل النمذجة والقياس).
أكسيد النيتروز الناتج عن أكسدة التربة أثناء التحويل	تستخدم البارامترات الافتراضية والبيانات التفصيلية المكانية التقريبية.	تستخدم البارامترات الخاصة بالبلد مع زيادة درجة التفصيل المكاني.	يستخدم النهج القطري على نطاق مكاني دقيق (مثل النمذجة والقياس) ويتم الإبلاغ عنها في إطار استخدام الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية

٣-٣-٢-١-١-١ اختيار الأسلوب

تبين *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* بدائل متطورة تطورا كبيرا وتشمل مزيدا من التفاصيل عن مساحات الأراضي المحولة وأرصدة الكربون في الأراضي وعمليات إزالة الكربون الناتجة عن عمليات تحويل الأراضي. وتعبر *إرشادات الممارسات السليمة* عن ذلك من خلال المنهجية المصنفة إلى مستويات وفى ظل اختيار المستوى تبعا لتوافر البيانات وتبعا للظروف الوطنية. وينبغي على كل البلدان أن تعمل جاهدة من أجل تحسين قوائم جردها ونهج الإبلاغ وذلك عن طريق التقدم نحو استخدام أعلى مستوى ممكن من أساليب التقدير تبعا للظروف الوطنية. ومن *الممارسة السليمة* للبلدان أن تستخدم نَهج المستوى ٢ أو المستوى ٣ إذا كانت انبعاثات الكربون وعمليات إزالته في الأراضي المحولة إلى أراض زراعية تمثل فئة رئيسية، وإذا كانت الفئة الفرعية للكتلة الحيوية الحية تعتبر فئة فرعية مهمة بالاستناد إلى المبادئ المحددة في الفصل الخامس. وينبغي على البلدان أن تستخدم مخطط تسلسل القرارات المبين في الشكل ٣-١-٢ من أجل المساعدة على اختيار الأسلوب.

المستوى ١: يسير أسلوب المستوى ١ وفق النهج الوارد في القسم ٥-٢-٣ المعنون تحويلات الأراضي الحرجية والمروج الطبيعية في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* حيث يقدر مقدار الكتلة الحيوية المزالة من الأراضي الزراعية عن طريق ضرب مساحة الأرض الحرجية المحولة خلال سنة واحدة في متوسط رصيد الكربون الموجود في الكتلة الحيوية في الأرض الحرجية قبل عملية التحويل. ومن *الممارسة السليمة* أن تؤخذ في الاعتبار تماما كل عمليات تحويل الأراضي إلى أراض زراعية. وهكذا فإن هذا القسم يعمل على توسيع هذا الأسلوب بحيث ينطبق على كل استخدام أولى من استخدامات الأراضي ويشمل الغابات، وإن كان لا يقتصر عليها.

وتلخص المعادلة ٣-٣-٨ العناصر الرئيسية لعملية التقريب من الدرجة الأولى لتغير رصيد الكربون نتيجة تحويل استخدام الأراضي إلى أراض زراعية. ويتم تقدير متوسط تغير رصيد الكربون بحسب مساحة الأرض في كل نوع من أنواع التحويل. ويساوى متوسط تغير رصيد الكربون تغير رصيد الكربون الناتج عن عملية إزالة الكتلة الحيوية من الاستخدام الأولى (أي الكربون الموجود في الكتلة الحيوية وذلك مباشرة عقب عملية التحويل مخصوما منه كربون الكتلة الحيوية قبل عملية التحويل) بالإضافة إلى أرصدة الكربون بعد سنة واحدة من النمو في الأراضي الزراعية عقب عملية التحويل. وكما جاء في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* يلزم أن تؤخذ في الحسبان أي نباتات تحل محل النباتات التي أزيلت أثناء تحويل استخدام الأراضي. وتجمع *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* كربون الكتلة الحيوية بعد التحويل وكربون الكتلة الحيوية النامية في الأراضي عقب التحويل في حد واحد. وفى هذا الأسلوب يتم تقسيمهما إلى حدين منفصلين هما C_{After} و ΔC_{Growth} لزيادة الشفافية. وفى حالة استخدام طريقة المستوى ١، يفترض أن أرصدة كربون الكتلة الحيوية بعد التحويل مباشرة (C_{After}) تساوى صفرا، أي تزال جميع النباتات من الأرض قبل زراعة المحاصيل. ويضرب متوسط تغير رصيد الكربون لكل مساحة من الأرض في إطار عملية تحويل استخدام الأراضي المعينة في المساحة التقديرية للأراضي المحولة في سنة معينة. وفى السنوات اللاحقة يعتبر تغير الكتلة الحيوية للمحاصيل السنوية صفرا لأن زيادات كربون الكتلة الحيوية الناتجة عن النمو السنوي تقابلها المقادير المفقودة بسبب عمليات الحصاد، ويتم حساب تغير الكتلة الحيوية للمحاصيل الخشبية المعمرة باستخدام المنهجية المبينة في القسم ٣-٣-١-١ (تغير أرصدة كربون الكتلة الحيوية في القسم المعنون "الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية").

فيما يلي الخطوات الأساسية المتبعة في تقدير رصيد الكربون في الكتلة الحيوية نتيجة تحويل الأراضي إلى أراض زراعية:

المعادلة ٣-٣-٨

التغير السنوي في أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية في الأراضي المحولة إلى أراض زراعية

$$\Delta C_{LC_{LB}} = A_{Conversion} \bullet (L_{Conversion} + \Delta C_{Growth})$$

$$L_{Conversion} = C_{After} - C_{Before}$$

حيث:

$\Delta C_{LC_{LB}}$ = التغير السنوي في أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية في الأراضي المحولة إلى أراض زراعية، أطنان كربون/سنة؛

$A_{Conversion}$ = مساحة الأراضي المحولة سنويا إلى أراض زراعية، هكتار/سنة؛

$L_{Conversion}$ = تغير رصيد الكربون في مساحة كل وحدة من الأراضي المحولة إلى أراض زراعية، أطنان كربون/هكتار؛

ΔC_{Growth} = تغيرات أرصدة الكربون من سنة واحدة من نمو الأراضي الزراعية، أطنان كربون/هكتار.

C_{After} = أرصدة كربون الكتلة الحيوية بعد التحويل مباشرة إلى أراض زراعية، أطنان كربون/هكتار.

C_{Before} = أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية قبل التحويل مباشرة إلى أراض زراعية، أطنان كربون/هكتار.

المستوى ٢: تشبه حسابات المستوى ٢ من الناحية الهيكلية أسلوب المستوى ١، ولكنها تختلف عنها من النواحي التالية. أولا، تعتمد طريقة المستوى ٢ على الأقل على بعض التقديرات الخاصة بالبلد لأرصدة الكربون في استخدامات الأراضي الأولية والنهائية بدلا من الاعتماد على القيم الافتراضية الواردة في القسم ٣-٣-٢-١-١-٢. وتقدر مساحة الأراضي المحولة إلى أراض زراعية بمقياس مكاني دقيق لرصد تفاوت نظم المحاصيل الإقليمية في قيم أرصدة الكربون الخاصة بالبلد.

وثانيا، قد يعدل المستوى ٢ الافتراض المتمثل في أن أرصدة الكربون بعد التحويل مباشرة تساوي صفرا، مما يساعد البلدان على أن تأخذ في الحسبان تغيير استخدام الأراضي من الاستخدام الأصلي في حالة إزالة بعض وليس كل النباتات.

وثالثا، من *الممارسة السليمة* في إطار المستوى ٢ أن توزع فواقد الكربون على عمليات الحرق والتحلل في حالة انطباق ذلك. وتنشأ انبعاثات ثاني أكسيد الكربون نتيجة الحرق والتحلل أثناء عمليات تحويل استخدامات الأراضي. وإضافة إلى ذلك، تنشأ انبعاثات الغازات النزرة غير ثاني أكسيد الكربون نتيجة الحرق. وعن طريق تقسيم الفواقد إلى حرق وتحلل، يمكن للبلدان أيضا أن تحسب انبعاثات الغازات النزرة غير ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن الحرق. ويتضمن الدليل التشغيلي الملحق *بالمبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* تعليمات تدريجية لتقدير عمليات إزالة الكربون الناتجة عن حرق وتحلل الكتلة الحيوية داخل المواقع وخارجه ولتقدير انبعاثات الغازات النزرة غير ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن الحرق (الصفحات من ٥-٧ إلى ٥-١٧). ونقدم أدناه إرشادات لتقدير إزالة الكربون الناتجة عن الحرق والتحلل، ويتضمن القسم ٣-٢-١-٤ من هذا الفصل إرشادات إضافية لتقدير انبعاثات الغازات النزرة غير ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن الحرق.

وتستخدم المعادلتان الأساسيتان ٣-٣-١٠ و٣-٣-١١ أدناه لتقدير مقدار الكربون المحترق أو الذي يترك ليتحلل. وتتناول هذه المنهجية عمليات الحرق لأغراض تمهيد الأرض. ويتناول الفصل الخاص بالزراعة في *دليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠* انبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن الحرق أثناء إدارة الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية. والافتراض الأساسي في المعادلتين ٣-٣-١٠ و٣-٣-١١ هو أن الكتلة الحيوية الظاهرة فقط هي التي تحترق أو تتحلل. ويتم تشجيع البلدان على استخدام معلومات إضافية لتقييم هذا الافتراض، لاسيما فيما يتعلق بتحلل الكتلة الحيوية التحتية. ويُحسب مقدار كربون الكتلة الحيوية المزالة أثناء تغيير استخدام الأراضي إلى أراض زراعية والتي يتم حرقها (داخل أو خارج الموقع) أو التي تتحلل وذلك باستخدام المعادلتين ٣-٣-١٠ و٣-٣-١١ على التوالي. ويمكن تطويع النهج الأساسي بحيث يشمل أيضا أنشطة التحويل الأخرى للوفاء باحتياجات الظروف الوطنية. والقيم المدخلة المستخدمة في كلتا المعادلتين هي مجموع مقدار كربون الكتلة الحيوية المزالة أثناء تمهيد الأرض ($\Delta C_{conversion}$) (المعادلة ٣-٣-٩) وهي قيمة تعادل مساحة الأرض المحولة ($A_{Conversion}$) مضروبة في تغير رصيد الكربون بحسب مساحة الأرض في هذا النوع من التحويل ($L_{Conversion}$ في المعادلة ٣-٣-٨).

ويستخدم جزء الكتلة الحيوية الذي يُزال في بعض الأحيان كمنتجات أخشاب، وفي هذه الحالة قد تستخدم البلدان الافتراض الأساسي المتمثل في أن كربون منتجات الأخشاب يتأكسد في سنة الإزالة. وقد ترجع البلدان بدلا من ذلك إلى التذييل ٣(أ)-١ لمعرفة تقنيات تقدير رصيد الكربون في منتجات الخشب المقطوع، والتي يمكن أخذها في الحساب بشرط تزايد الكربون في مستجمع هذه المنتجات.

المعادلة ٣-٣-٩

تغير أرصدة الكربون نتيجة إزالة الكتلة الحيوية أثناء تحويل استخدام الأراضي

$$\Delta C_{conversion} = A_{conversion} \bullet L_{conversion}$$

حيث:

$\Delta C_{conversion}$ = تغير أرصدة الكربون نتيجة إزالة الكتلة الحيوية أثناء تحويل استخدام الأراضي، أطنان كربون؛

$A_{Conversion}$ = مساحة الأراضي المحولة إلى أراض زراعية من الاستخدام الأولي ، بالهكتار؛

$L_{Conversion}$ = أرصدة الكربون المزالة عندما تُحول الأرض من الاستخدام الأولي إلى أرض زراعية، أطنان كربون/هكتار، (من المعادلة ٣-٣-٨).

المعادلة ٣-٣-١٠

فواقد الكربون الناتجة عن حرق الكتلة الحيوية داخل وخارج الموقع

$$L_{burn\ onsite} = \Delta C_{conversion} \bullet \rho_{burned\ on\ site} \bullet \rho_{oxid}$$

$$L_{burn\ offsite} = \Delta C_{conversion} \bullet \rho_{burned\ off\ site} \bullet \rho_{oxid}$$

حيث:

L_{burn} = فواقد الكربون من الكتلة الحيوية المحروقة، أطنان كربون؛

$\Delta C_{conversion}$ = تغير أرصدة الكربون نتيجة إزالة الكتلة الحيوية أثناء تحويل استخدام الأراضي، أطنان كربون؛

$\rho_{burned\ on\ site}$ = جزء الكتلة الحيوية المحترق داخل الموقع، بدون أبعاد؛

ρ_{oxid} = جزء الكتلة الحيوية التي يتأكسد عند حرقه، بدون أبعاد؛

$\rho_{burned\ off\ site}$ = جزء الكتلة الحيوية المحترق خارج الموقع، بدون أبعاد.

المعادلة ٣-٣-١١

فواقد الكربون من تحلل الكتلة الحيوية

$$L_{decay} = \Delta C_{conversion} \bullet \rho_{decay}$$

$$\rho_{decay} = 1 - (\rho_{burned\ on\ site} + \rho_{burned\ off\ site})$$

حيث:

L_{decay} = فواقد الكربون من تحلل الكتلة الحيوية، أطنان كربون؛

$\Delta C_{conversion}$ = تغير أرصدة الكربون نتيجة إزالة الكتلة الحيوية أثناء تحويل استخدام الأراضي، أطنان كربون؛

ρ_{decay} = جزء الكتلة الحيوية المتروك في الموقع ليتحلل، بدون أبعاد؛

$\rho_{burned\ on\ site}$ = جزء الكتلة الحيوية المحترق داخل الموقع، بدون أبعاد؛

$\rho_{burned\ off\ site}$ = جزء الكتلة الحيوية المحترق خارج الموقع، بدون أبعاد؛

ومن *الممارسة السلمية* أن تستخدم البلدان الحدين $L_{burn\ on\ site}$ و $L_{burn\ off\ site}$ كمدخلات لتقدير انبعاثات الغازات *النزرة* من غير ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن عمليات الحرق وفقا للإرشادات الواردة في القسم ٣-٢-١-٤.

المستوى ٣: يشبه أسلوب المستوى ٣ أسلوب المستوى ٢، ولكن مع وجود الفروق التالية: بدلا من الاعتماد على متوسط معدلات التحويل السنوية، يمكن للبلدان استخدام التقديرات المباشرة للمساحات المحددة مكانيا والتي يتم تحويلها سنويا حسب كل استخدام أولي ونهائي. وتستند كثافات الكربون وتغير رصيد كربون التربة إلى المعلومات المحلية التي تساعد على وجود رابطة دينامية بين الكتلة الحيوية والتربة. وتستند أحجام الكتلة الحيوية إلى قوائم الجرد الفعلية.

٣-٣-٢-١-١-٢ اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة

المستوى ١: ترد في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* وفي هذا التقرير البارامترات الافتراضية التي تساعد البلدان التي ليس لديها سوى موارد بيانات محدودة على تقدير الانبعاثات وعمليات الإزالة في هذا المصدر. وتتطلب الخطوة الأولى في هذه المنهجية بارامترات تتعلق بأرصدة الكربون قبل التحويل في كل استخدام أولي للأرض (C_{Before}) وبعد التحويل (C_{After}). ويُفترض إزالة كل الكتلة الحيوية عند إعداد موقع ما لاستخدامه كأرض زراعية. وهكذا فإن القيمة الافتراضية للكربون بعد التحويل تساوي صفرا من أطنان الكربون/هكتار. ويعرض الجدول ٣-٣-٧ القيم الافتراضية لرصيد الكربون قبل التحويل في استخدامات الأراضي الحرجية أو المروج الطبيعية قبل تمهيد الأراضي.

وإضافة إلى ما سبق، يلزم تحديد قيمة رصيد الكربون بعد سنة واحدة من نمو المحاصيل المزروعة بعد التحويل (ΔC_{Growth}). ويعرض الجدول ٣-٣-٨ قيم ΔC_{Growth} الافتراضية. وتوجد أيضا قيم افتراضية منفصلة للمحاصيل غير الخشبية الحولية والمحاصيل الخشبية المعمرة. وفيما يخص الأراضي المزروعة بالمحاصيل الحولية، فإن قيمة ΔC_{Growth} الافتراضية هي ٥ أطنان من الكربون للهكتار، وذلك استنادا إلى التوصية الأصلية الواردة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* بشأن ١٠ أطنان من الكتلة الحيوية الجافة للهكتار (يحول الجدول ٣-٣-٨ الكتلة الحيوية الجافة إلى أطنان من الكربون). والقيم الافتراضية لأرصدة الكربون الناتجة عن سنة واحدة من نمو المحاصيل الخشبية المعمرة هي نفس القيم الافتراضية الواردة في الجدول ٣-٣-٢. وسوف يتجاوز مجموع تراكم الكربون في الكتلة الحيوية الخشبية المعمرة على مر الزمن القيمة الافتراضية لرصيد الكربون في أراضي المحاصيل الزراعية الحولية. على أن القيم الافتراضية الواردة في هذا القسم تقتصر على سنة واحدة من النمو بعد التحويل مباشرة، مما يؤدي في العادة إلى انخفاض أرصدة الكربون في المحاصيل الخشبية المعمرة مقارنة بالمحاصيل الحولية.

الجدول ٣-٣-٧
القيم الافتراضية لأرصدة كربون الكتلة الحيوية المزالة بسبب تحويل الأراضي إلى أراض زراعية

فئة استخدام الأراضي	رصيد الكربون في الكتلة الحيوية قبل التحويل (C_{Before}) (أطنان كربون/هكتار)	نطاق الأخطاء #
الأراضي الحرجية	انظر الجدولين ٢ و٣ في المرفق ١ في الفصل الثالث لمعرفة أرصدة الكربون في نطاق من الأنواع الحرجية بحسب المناطق المناخية. وتحسب الأرصدة على أساس المادة الجافة. *ولتحويل المادة الجافة إلى كربون، تضرب القيم في جزء من الكربون (CF) قيمته ٠,٥*	انظر القسم ٣-٢-٢ المعنون "الأراضي المحولة إلى أراض حرجية"
المروج الطبيعية	انظر الجدول ٣-٤-٢ للحصول على أرصدة الكربون في مجموعة من المروج الطبيعية بحسب المناطق المناخية	±٧٥%

يمثل تقديرا اسميا للخطأ، بما يعادل ضعفي الانحراف المعياري، كنسبة مئوية من المتوسط.

الجدول ٣-٣-٨
القيم الافتراضية لأرصدة كربون الكتلة الحيوية في الأراضي المحولة إلى أراض زراعية في السنة التالية للتحويل

نطاق الأخطاء#	رصيد الكربون في الكتلة الحيوية بعد سنة واحدة (ΔC_{Growth}) (أطنان كربون/هكتار)	نوع المحصول بحسب المنطقة المناخية
±٧٥%	٥	أراضي المحاصيل الحولية
		أراضي المحاصيل المعمرة
±٧٥%	٢,١	المعتدلة (كل نظم الرطوبة)
±٧٥%	١,٨	المدارية الجافة
±٧٥%	٢,٦	المدارية الرطبة
±٧٥%	١٠	المدارية المطيرة

يمثل تقديرا اسميا للخطأ، بما يعادل ضعفي الانحراف المعياري، كنسبة مئوية من المتوسط.

المستوى ٢: ينبغي أن تشمل أساليب المستوى ٢ بعض التقديرات الخاصة بالبلد لأرصدة وعمليات إزالة الكتلة الحيوية الناتجة عن تحويل الأراضي، وأن تشمل أيضا تقديرات الفواقد الموقعية وغير الموقعية الناتجة عن الحرق والتحلل بعد تحويل الأراضي إلى أراض زراعية. ويمكن إجراء هذه التحسينات في شكل دراسات منهجية لمحتوى الكربون والانبعاثات وعمليات الإزالة المرتبطة باستخدامات الأراضي وتحويل استخدامات الأراضي داخل البلد، وإعادة النظر في الافتراضات الأساسية على ضوء الظروف الخاصة بكل بلد.

ويمكن الحصول على البارامترات الافتراضية للانبعاثات الناتجة عن الحرق والتحلل. ومع ذلك، تُشجع البلدان على اشتقاق معاملات خاصة بها من أجل زيادة دقة التقديرات. وتستخدم *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* قيمة افتراضية تعادل ٠,٥ لنسبة الكتلة الحيوية المحروقة في الموقع أثناء التحويل إلى أراض حرجية ومروج طبيعية على السواء. وتشير البحوث إلى أن هذا

الجزء شديد التغير وقد ينخفض ليصل إلى ٠,٢ (Fearnside 2000, Barbosa and Fearnside, 1996, and Fearnside, 1990). ويعرض الجدول ٣ في المرفق ١ من الفصل الثالث النسب الافتراضية المحدثة للكتلة الحيوية المحروقة في الموقع في نطاق من فئات النباتات الحرجية. وينبغي استخدام هذه القيم الافتراضية لعمليات تحويل الأراضي الحرجية إلى أراض زراعية. وأما في الاستخدامات الأولية للأراضي غير الحرجية فإن النسبة الافتراضية للكتلة الحيوية التي تترك في الموقع وتحرق فهي تساوي ٠,٣٥ ، وتُراعَى في هذه النسبة البحوث التي تشير إلى أن هذا الجزء ينبغي أن يتراوح بين ٠,٢ و٠,٥ (مثل Fearnside, 2000; Barbosa and Fearnside, 1996; and Fearnside, 1990). ومن *الممارسة السليمة* أن تستخدم البلدان نسبة ٠,٣٥ أو أي قيمة أخرى تقع ضمن هذا النطاق بشرط توثيق الأساس المنطقي الذي يستند إليه هذا الاختيار. ولا توجد قيمة افتراضية لمقدار الكتلة الحيوية التي تُحرق خارج الموقع. وينبغي على البلدان أن تضع نسبة استنادا إلى مصادر البيانات الوطنية. وفي المعادلة ٣-٣-١٠ ، تبلغ النسبة الافتراضية للكتلة الحيوية التي تتأكسد بسبب الحرق ٠,٩ حسب ما هو محدد أصلا في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*.

ويفترض أسلوب تقدير الانبعاثات الناتجة عن التحلل أن كل الكتلة الحيوية تتحلل على مدى عشر سنوات. ولأغراض الإبلاغ، يوجد أمام البلدان خياران: الإبلاغ عن كل الانبعاثات الناتجة عن التحلل في سنة واحدة، ومع الاعتراف بأنها تحدث في الواقع على مدى ١٠ سنوات، أو الإبلاغ عن كل الانبعاثات الناتجة عن التحلل سنويا، مع تقدير المعدل بعشر المجموع الوارد في المعادلة ٣-٣-١١. وإذا كانت البلدان تفضل الخيار الثاني، فينبغي أن تضيف عامل ضرب بقيمة ٠,١٠ للمعادلة ٣-٣-١١.

المستوى ٣: في إطار أسلوب المستوى ٣، ينبغي تحديد كل البارامترات على المستوى القطري باستخدام قيم أدق بدلا من القيم الافتراضية.

٣-٣-٢-١-١-٣ اختيار بيانات الأنشطة

تتطلب كل المستويات تقدير مساحات الأراضي المحولة إلى أراض زراعية. وينبغي استخدام نفس تقديرات المساحة في حسابات الكتلة الحيوية والتربة في الأراضي المحولة إلى أراض زراعية. وتتطلب المستويات العليا تحديدا أدق لمساحات الأراضي. وتماشيا مع *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*، ينبغي، كحد أدنى، تحديد مساحة الأراضي الحرجية والمروج الطبيعية المحولة إلى أراض زراعية كل على حدة مع كل المستويات. ويتطلب ذلك بعض المعرفة باستخدامات الأراضي قبل التحويل، وقد يلزم الرجوع إلى أحكام الخبراء في حالة تحديد مساحة الأراضي باستخدام النهج ١ المبين في الفصل الثاني.

المستوى ١: يلزم الحصول على نوع واحد من بيانات الأنشطة لنهج المستوى ١، وهو التقديرات المنفصلة للمساحات المحولة إلى أراض زراعية من الاستخدامات الأولية (أي الأراضي الحرجية والمروج الطبيعية والمستوطنات،ـــ وغيرها) إلى نوع المحاصيل النهائية (أي الحولية أو المعمرة) ($A_{conversion}$). ومثال ذلك أنه ينبغي أن تقوم البلدان بإجراء تقديرات منفصلة لمساحة الأراضي الحرجية المدارية الرطبة المحولة إلى أراض لزراعة المحاصيل الحولية، والأراضي الحرجية المدارية الرطبة المحولة إلى أراض لزراعة المحاصيل المعمرة، والمروج الطبيعية المدارية الرطبة المحولة إلى أراض لزراعة المحاصيل المعمرة، الخ. وتفترض المنهجية المستخدمة أن تقديرات مساحات الأراضي تستند إلى إطار زمني من سنة واحدة. وأما إذا كانت هذه التقديرات تستند إلى أطر زمنية أطول، فينبغي تحويلها إلى متوسط المساحات السنوية لمواءمتها مع القيم الافتراضية لرصيد الكربون الواردة أعلاه. وإذا لم تتوفر هذه البيانات لدى البلد، يمكن استقراء عينات جزئية من قاعدة الأراضي بأسرها أو يمكن استقراؤها على مر الزمن استنادا إلى أحكام الخبراء القطريين. وفي حسابات المستوى ١، يمكن استخدام الإحصائيات الدولية، مثل قواعد بيانات منظمة الأغذية والزراعة، و*المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* وغيرها من المصادر لتقدير مساحة الأراضي المحولة إلى أراض زراعية من الاستخدامات الأولية. وأما في حسابات المستويات العليا، تستخدم مصادر البيانات الخاصة بالبلد لتقدير كل التحولات الممكنة من الاستخدام الأولي للأرض إلى نوع المحصول النهائي.

المستوى ٢: ينبغي أن تسعى البلدان إلى استعمال تقديرات المساحة الفعلية للأراضي المحولة من الاستخدامات الأولية إلى نوع المحصول النهائي. ويمكن إجراء تغطية كاملة لكل مساحات الأراضي سواء من خلال الصور الدورية المستشعرة من بعد لاستخدام الأراضي وأنماط الغطاء الأرضي، أو من خلال العينات الأرضية الدورية لأنماط استخدامات الأراضي، أو من خلال

خليط من نظم الجرد. وإذا توفرت جزئيا البيانات الخاصة بالبلد العالية الاستبانة، فيتم تشجيع البلدان على استخدام الافتراضات السليمة المأخوذة من أفضل المعارف المتاحة من أجل استقراء قاعدة الأراضي بأسرها. وقد يتم استقراء التقديرات التاريخية لعمليات التحويل على مر الزمن استنادا إلى أحكام الخبراء القطريين.

المستوى ٣: ينبغي أن تشمل بيانات الأنشطة المستخدمة مع حسابات المستوى ٣ المحاسبة الكاملة لكل الأراضي المحولة إلى أراض زراعية، وينبغي تصنيفها بحيث تأخذ في الحسبان مختلف الظروف داخل البلد. ويمكن إجراء التصنيف حسب التقسيمات السياسية (المقاطعات والمحافظات، الخ) أو المناطق الأحيائية، أو المناخ، أو الجمع بين هذه البارامترات. وقد تتاح للبلدان في كثير من الحالات معلومات عن الاتجاهات المتعددة السنوات في تحويل الأراضي (من خلال قوائم الجرد المستندة إلى العينات الدورية أو الصور المستشعرة من بعد لاستخدامات الأراضي والغطاء الأرضي).

٣-٣-٢-١-١-٤ تقدير عدم التيقن

المستوى ١: تنشأ مصادر عدم التيقن المرتبط بهذا الأسلوب عن استخدام متوسط المعدلات العالمية أو الوطنية للتحول والتقديرات التقريبية لمساحات الأراضي المحولة إلى أراض زراعية. وإضافة إلى ذلك فإن الاعتماد على البارامترات الافتراضية لأرصدة الكربون في الظروف الأولية والنهائية يسهم في زيادة مستوى عدم التيقن نوعا ما. ويقابل القيم الافتراضية المستخدمة في هذا الأسلوب نطاقات من الأخطاء المرتبطة بها. وقد استخدمت مجموعة من البحوث المنشورة حول أرصدة الكربون في النظم الزراعية الحرجية لاشتقاق البيانات الافتراضية الواردة في القسم ٣-٣-٢-١-١-٢ (Schroeder, 1994). وبينما اشتقت القيم الافتراضية من دراسات متعددة، لم تتضمن البحوث المنشورة نطاقات عدم التيقن المقترن بتلك القيم الافتراضية. ولذلك، يفترض أن درجة عدم التيقن المقترن برصيد الكربون هو +/- ٧٥% استنادا إلى أحكام الخبراء.

المستوى ٢: يمكن زيادة شفافية عمليات المحاسبة والسماح للخبراء بتحديد الثغرات وازدواجية حساب مساحات الأراضي وذلك باستخدام التقديرات الفعلية لمختلف تحويلات مساحات الأراضي. ويستخدم أسلوب المستوى ٢ بعض القيم الافتراضية الخاصة بالبلد على الأقل، وسوف يساعد ذلك على زيادة دقة التقديرات لأنها تعبر بشكل أفضل عن الظروف ذات الصلة بالبلد. ويتطلب استخدام القيم الخاصة بالبلد عينات ذات أحجام كافية و/أو استخدام أحكام الخبراء لتقدير أوجه عدم التيقن، وهو ما ينبغي استخدامه في نهج تحليل عدم التيقن المبينة في الفصل الخامس من هذا التقرير، جنبا إلى جنب مع تقديرات عدم التيقن المقترن ببيانات الأنشطة التي يتم الحصول عليها باستخدام الإرشادات الواردة في الفصل الثاني.

المستوى ٣: ينبغي أن توفر بيانات الأنشطة المستمدة من نظام جرد استخدامات وممارسات إدارة الأراضي الأساس لتوزيع تقديرات عدم التيقن على المساحات المرتبطة بتغيرات استخدام الأراضي. ويمكن الجمع بين بيانات الانبعاثات وبيانات الأنشطة وأوجه عدم التيقن المرتبطة بها باستخدام إجراءات مونت كارلو وذلك لتقدير المتوسط وفترات الثقة في الجرد الشامل.

٣-٣-٢-٢ تغير أرصدة كربون التربة

٣-٣-٢-٢-١ القضايا المنهجية

يمكن تحويل الأراضي إلى أراض زراعية في حال الأراضي غير المدارة، بما في ذلك النظم الايكولوجية الأصلية والمضطربة نسبيا (مثل الأراضي الحرجية والمروج الطبيعية والسافانا، والأراضي الرطبة) وفي حال الأراضي المستثمرة في الاستخدامات الأخرى (مثل الأراضي الحرجية المدارة وأراضي الرعي المدارة). ومن شأن تكثيف إدارة الأراضي الزراعية (أي التوسع في عمليات إزالة الكتلة الحيوية المقطوعة، وهو اضطراب يحدث في كثير من الأحيان للتربة من خلال الحرث) أن يسفر في العادة عن فقد الكربون الموجود في المادة العضوية في التربة والمادة العضوية الميتة (الفرش الحرجي السطحي والأنقاض الخشبية الخشنة). وينبغي افتراض أن أي فرش حرجي وأي مستجمعات للخشب الميت (تقدر باستعمال الأساليب المبينة في القسم ٣-٢-٢-٢) تتأكسد بعد تحويلات الأراضي، وينبغي تقدير تغيرات أرصدة كربون المادة العضوية في التربة حسب الأساليب المبينة أدناه.

وتبين المعادلة ٣-٣-١٢ أدناه مجموع تغير أرصدة الكربون في تربة الأراضي المحولة إلى أراض زراعية:

المعادلة ٣-٣-١٢

التغير السنوي في أرصدة كربون التربة في الأراضي المحولة إلى أراض زراعية

$$\Delta C_{LC_{Soils}} = \Delta C_{LC_{Mineral}} - \Delta C_{LC_{Organic}} - \Delta C_{LC_{Liming}}$$

حيث:

$\Delta C_{LC_{Soils}}$ = التغير السنوي في أرصدة كربون التربة في الأراضي المحولة إلى أراض زراعية، أطنان كربون/سنة؛

$\Delta C_{LC_{Mineral}}$ = تغير أرصدة الكربون في التربة المعدنية في الأراضي المحولة إلى أراض زراعية، أطنان كربون/سنة؛

$\Delta C_{LC_{Organic}}$ = انبعاثات الكربون السنوية من التربة العضوية المزروعة المحولة إلى أراض زراعية (تقدر كتدفق سنوي صاف)، أطنان كربون/سنة؛

$\Delta C_{LC_{Liming}}$ = انبعاثات الكربون السنوية الناتجة عن استخدام الجير الزراعي في الأراضي المحولة إلى أراض زراعية، أطنان كربون/سنة.

وتشبه معايير اختيار أنسب أسلوب للتقدير المعايير المحددة مع تربة أراضي المحاصيل الدائمة. وتشمل العوامل الرئيسية نوع تحويل الأراضي، وطول مدة التحويل، وتوافر المعلومات الخاصة بالبلد المناسبة لتقدير أرصدة الكربون المرجعية في التربة، وتغير الأرصدة، ومعاملات الانبعاث.

وينبغي أن تسعى جميع الدول إلى تحسين نهج الجرد والإبلاغ عن طريق الارتقاء إلى أعلى مستوى ممكن على ضوء الظروف الوطنية. ومن *الممارسة السليمة* أن تستخدم البلدان أحد نهج المستوى ٢ أو المستوى ٣ إذا كانت انبعاثات الكربون وعمليات إزالته في الأراضي المحولة إلى أراض زراعية تمثل فئة رئيسية وإذا كانت الفئة الفرعية للمادة العضوية في التربة تعتبر مهمة استنادا إلى المبادئ المبينة في الفصل الخامس. وينبغي أن تستخدم البلدان مخطط تسلسل القرارات الوارد في الشكل ٣-١-٢ للمساعدة على اختيار الأسلوب.

٣-٣-٢-٢-١-١ اختيار الأسلوب

التربة المعدنية

يستند أسلوب المستوى ١ إلى *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* (انبعاثات وامتصاصات ثاني أكسيد الكربون في التربة بسبب استعمال وإدارة الأراضي، القسم ٥-٣)، باستخدام المعادلة ٣-٣-٣ بعد تحويل الأراضي. وتعتمد أساليب المستوى ١ على القيم الافتراضية لأرصدة الكربون المرجعية ومعاملات تغير الأرصدة والبيانات المفصلة نسبيا المتعلقة بموقع ومعدلات تحويل استخدام الأراضي.

وفي أسلوب المستوى ١، يتحدد رصيد كربون التربة ($SOC_{(0-T)}$) الأولي (قبل التحويل) استنادا إلى نفس أرصدة الكربون المرجعية في التربة (SOC_{REF}) المنطبقة على كل استخدامات الأراضي (الجدول ٣-٣-٣) بالإضافة إلى معاملات تغير الأرصدة (F_{LU}, F_{MG}, F_I) الملائمة لاستخدامات الأراضي السابقة كما هو مبين في الجدول ٣-٣-٩ (انظر أيضا القسمين ٣-٢-١-٣ (تربة الأراضي الحرجية) و٣-٤-١-٢ (تربة المروج الطبيعية)). وفيما يتعلق بالأراضي غير المدارة والأراضي الحرجية وأراضي الرعي المدارة التي تنخفض فيها نظم الاضطراب، يفترض أن أرصدة كربون التربة تساوي القيم المرجعية (أي أن معاملات استخدام الأراضي والإدارة والمدخلات تساوي ١). وتقدر أرصدة كربون التربة الحالية (SOC_0) في الأراضي المحولة إلى أراض زراعية بنفس الأسلوب المستخدم مع أراضي المحاصيل الدائمة، أي باستخدام أرصدة الكربون المرجعية (الجدول ٣-٣-٣) ومعاملات تغير الأرصدة (الجدول ٣-٣-٩). وهكذا، فإن المعدلات السنوية للانبعاثات (المصدر) أو الإزالة (المصرف) تحسب بإيجاد الفرق في الأرصدة (على مر الزمن) مقسوما على مدة الجرد (المدة الافتراضية تساوي ٢٠ عاما).

وفيما يلي خطوات حساب SOC_0 و $SOC_{(0-T)}$ وصافي تغير رصيد كربون التربة في كل هكتار من مساحة الأرض:

الخطوة الأولى: اختيار قيمة رصيد الكربون المرجعي (SOC_{REF}) على أساس نوع المناخ والتربة في كل مساحة من الأراضي الخاضعة للجرد.

الخطوة الثانية: حساب رصيد الكربون قبل التحويل ($SOC_{(0-T)}$) في الأراضي التي يجري تحويلها إلى أراض زراعية، على أساس رصيد الكربون المرجعي واستخدام الأرض ونظام إدارتها السابق الذي يحدد المعاملات المتعلقة باستخدام الأراضي (F_{LU}) والإدارة (F_{MG}) والمدخلات (F_I). ويُلاحظ أنه في حالة تحويل الأراضي الحرجية أو المروج الطبيعية الوطنية، فإن الأرصدة السابقة لعملية التحويل تساوي أرصدة الكربون المرجعية في التربة الوطنية.

الخطوة الثالثة: حساب SOC_0 بتكرار الخطوة الثانية وباستخدام نفس رصيد الكربون المرجعي (SOC_{REF}) ولكن باستخدام معاملات استخدام الأراضي والحراثة والمدخلات التي تمثل الظروف السائدة في الأراضي المحولة إلى أراض زراعية.

الخطوة الرابعة: حساب متوسط التغير السنوي في رصيد كربون التربة في مساحة الأراضي أثناء مدة الجرد ($\Delta C_{CC_{Mineral}}$).

مثال: في غابة تقوم على تربة بركانية في بيئة رطبة مدارية: SOC_{Ref} = ٧٠ طنا من الكربون للهكتار. وفي كل أنواع تربة الأراضي الحرجية (والمروج الطبيعية الوطنية)، فإن القيم الافتراضية لمعاملات تغير الأرصدة (F_{LU} , F_{MG} , F_I) تساوي ١. وهكذا فإن $SOC_{(0-T)}$ =٧٠ طنا من الكربون للهكتار. وفي حالة تحويل الأراضي إلى أراض لزراعة المحاصيل الحولية مع ارتفاع مستوى الحراثة وانخفاض مستوى مدخلات كربون المخلفات فإن SOC_0 حينئذ يساوي ٧٠ طنا من الكربون للهكتار● ٠,٥٨ ● ١ ● ٠,٩١ = ٣٦,٩ طن كربون/هكتار. وهكذا فإن متوسط التغير السنوي في رصيد كربون التربة في مساحة الأرض أثناء مدة الجرد يساوي (٣٦,٩ طن كربون/هكتار−٧٠ طناً من الكربون/هكتار)/٢٠ عاما = −١,٧ طن كربون/هكتار/سنة.

وتقدم *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* أيضا تقديرات لتغيرات أرصدة الكربون المقترنة بتحويل استخدام الأراضي تحويلا عابرا إلى أرض زراعية مثلما في الزراعة المتنقلة. وفي هذه الحالة، تختلف معاملات تغير الأرصدة عن المعاملات المستخدمة في حالة تحويل الأراضي إلى أراض لزراعة المحاصيل الدائمة، وسوف يعتمد تغير أرصدة كربون التربة على طول مدة دورة سُبات الأرض (تجديد الغطاء النباتي). وتمثل أرصدة كربون التربة المحسوبة في الزراعة المتنقلة متوسطا أثناء دورة السبات. ويشير اكتمال السبات إلى الحالة التي يعود فيها الغطاء النباتي في الأراضي غير الزراعية (مثل الأراضي الحرجية والسافانا) إلى حالة النضج أو شبه النضج قبل إزالته مرة أخرى لاستثمار الأراضي في زراعة المحاصيل. وأما في فترات السبات القصيرة فإن الغطاء النباتي لا يستعاد قبل إعادة الإزالة. وفي حالة تحويل الأراضي المستغلة بالفعل في الزراعة المتنقلة إلى أراض لزراعة المحاصيل الدائمة (أو استخدامات الأراضي الأخرى)، فإن معاملات الأرصدة التي تمثل الزراعة المتنقلة توفر أرصدة الكربون "الأولية" في حساب التغيرات التالية لعملية التحويل.

كما يستخدم أسلوب المستوى ٢ المتعلق بالتربة المعدنية المعادلة ٣−٣−٣ ولكنه يشمل أرصدة الكربون المرجعية الخاصة بالبلد أو الإقليمية و/أو معاملات تغير الأرصدة وبيانات الأنشطة التفصيلية المتعلقة باستخدام الأراضي.

التربة العضوية

في إطار نهج المستوى ١ ونهج المستوى ٢، تعامل التربة العضوية المحولة من استخدامات الأراضي الأخرى إلى أراض زراعية أثناء فترة الجرد بنفس الطريقة التي تعامل بها التربة العضوية في أراضي المحاصيل الطويلة الأمد، أي تطبيق معامل انبعاث عليها استنادا إلى النظام المناخي (انظر المعادلة ٣−٣−٥ والجدول ٣−٣−٥). وفي المستوى ٢، تُشتق معاملات الانبعاث من البيانات الخاصة بالبلد أو الإقليمية.

التربة المعدنية والتربة العضوية

فيما يتعلق بالتربة المعدنية والتربة العضوية على السواء، يشمل المستوى ٣ نماذج تفصيلية وخاصة بالبلد و/أو نُهج تقوم على القياسات، بالإضافة إلى البيانات التفصيلية المتعلقة باستخدام الأراضي وإدارتها. وينبغي عند تطبيق نهج المستوى ٣ لتقدير تغير كربون التربة الناتج عن تحويل الأراضي إلى أراض زراعية أن تستخدم نماذج ومجموعات من البيانات القادرة على تمثيل

التحولات على مر الزمن فيما بين مختلف استخدامات الأراضي وأنواع النباتات، بما في ذلك الأحراج، والسافانا، والمروج الطبيعية، والأراضي الزراعية. وينبغي أن يشمل أسلوب المستوى ٣ تقديرات إزالة الكتلة الحيوية ومعالجة بقايا النباتات بعد إزالتها (بما في ذلك الأنقاض الخشبية والفرش الحرجي)، بالنظر إلى أن التفاوت في إزالة ومعالجة بقايا النباتات (مثل الحرق وتمهيد الموقع) يؤثر على مدخلات الكربون في تكوين مادة التربة العضوية وفواقد الكربون من خلال التحلل والاحتراق. ومن الأهمية البالغة التثبت من النماذج من خلال المشاهدات المستقلة في المواقع الميدانية الخاصة بالبلد أو الإقليم التي تمثل أثر التفاعلات بين المناخ والتربة ونوع الغطاء النباتي على تغير أرصدة كربون التربة بعد التحويل.

التكليس

في حالة استخدام الجير الزراعي في الأراضي الزراعية المحولة من استخدامات الأراضي الأخرى، تستخدم في تقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن التكليس نفس الأساليب المستخدمة مع *الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية* المبينة في القسم ٣-٣-١-٢-١-١.

٣-٣-٢-٢-١-٢ اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة

التربة المعدنية

يلزم معرفة المتغيرات التالية عند استخدام أسلوب المستوى ١ أو أسلوب المستوى ٢:

أرصدة الكربون المرجعية (SOC_{REF})

المستوى ١: من *الممارسة السليمة* استخدام أرصدة الكربون المرجعية الافتراضية (SOC_{REF}) الواردة في الجدول ٣-٣-٣. وقد تم تحديث هذه القيم اعتمادا على القيم الواردة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* وأدخلت عليها التحسينات التالية: '١' اشتقاق التقديرات إحصائيا من آخر البيانات المتعلقة بالقطاعات الجانبية للتربة المزروعة بالغطاء النباتي الأصلي، '٢' إضافة التربة "الرمادية الجدباء" كفئة منفصلة (تعرف التربة الرمادية الجدباء بأنها بدزولات المنطقة الشمالية والمعتدلة في تصنيف قاعدة المراجع العالمية لموارد التربة، وتعرف بأنها سبودزولات في تعريف وزارة الزراعة الأمريكية)؛ '٣' إضافة التربة الموجودة في المنطقة المناخية الشمالية.

المستوى ٢: يمكن تحديد أرصدة الكربون المرجعية من خلال قياسات التربة، وذلك مثلا كجزء من أنشطة مسح التربة ورسم الخرائط في البلد. ومن المهم استخدام التوصيفات التصنيفية الموثوقة لأرصدة كربون التربة المقاسة لتجميع أنواع التربة تحت الفئات المحددة في الجدول ٣-٣-٣، أو، إذا استخدمت تقسيمات فرعية أدق لأرصدة كربون التربة المرجعية، ينبغي مراعاة اتساق ودقة توثيق تعاريف مجموعات التربة. وتشمل مزايا استخدام البيانات الخاصة بالبلد لتقدير أرصدة الكربون المرجعية زيادة دقة القيم وشمولها التمثيلي لفرادى البلدان، والقدرة على إجراء تقديرات أفضل لدوال توزيع الاحتمالات التي يمكن استخدامها في التحليل الشكلي لعدم التيقن.

معاملات تغير الأرصدة (F_{LU}, F_{MG}, F_I)

المستوى ١: في إطار المستوى ١، من *الممارسة السليمة* استخدام معاملات تغير الأرصدة الافتراضية (**F_{LU}, F_{MG}, F_I**) الواردة في الجدول ٣-٣-٩. ويتم استيفاء هذه البيانات من القيم الواردة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* على أساس التحليل الإحصائي للبحوث المنشورة. ويعرض الجدول التعاريف التي يتم الاسترشاد بها في اختيار قيم المعاملات الملائمة. وتستخدم معاملات تغير الأرصدة لتقدير الأرصدة بعد (SOC_0) وقبل ($SOC_{(0-T)}$) التحويل. وتتفاوت القيم تبعا لظروف استخدام وإدارة الأراضي قبل وبعد التحويل. يُلاحظ أنه في حالة تحويل الأراضي الحرجية أو المروج الطبيعية الوطنية إلى أراض زراعية، فإن كل معاملات تغير الأرصدة ستساوي واحد، بحيث تكون أرصدة الكربون قبل التحويل مساوية لقيم أرصدة الكربون المرجعية في النباتات الأصلية (SOC_{REF}).

المستوى ٢: وفي أسلوب المستوى ٢، يمكن في العادة تقدير معاملات تغير الأرصدة الناتجة عن عمليات تحويل الأراضي إلى أراض زراعية من خلال إجراء مقارنات تزاوجية بين قطع من الأراضي المحولة وغير المحولة، حيث تتشابه قد المستطاع كل المعاملات الأخرى بخلاف تاريخ استخدام الأرض (انظر مثلا Davidson and Ackermann, 1993). ومن المثالي أخذ العينات في عدة مواقع تمثل استخداما معينا للأراضي في مختلف الأوقات منذ إجراء التحويل والتي يشار إليها باسم المتوالية الزمنية (انظر مثلا Neill *et al.*, 1997). ويوجد القليل من التجارب الطويلة الأمد المماثلة لتحويلات استخدامات الأراضي، وهكذا فإن درجة

عدم التيقن في معاملات تغير الأرصدة ومعاملات الانبعاث المرتبطة بتحويلات استخدام الأراضي ستكون أكبر من درجة عدم التيقن المرتبطة بأراضي المحاصيل الدائمة. وعند تقييم الدراسات القائمة أو عند إجراء قياسات جديدة، من الأهمية الحاسمة أن تكون قطع الأرض التي تخضع للمقارنة متشابهة من حيث تاريخها وإدارتها قبل التحويل وكذلك من حيث الموقع التضاريسي، والخواص المادية للتربة، وأن تكون على مقربة دانية من بعضها البعض. وفيما يخص أراضي المحاصيل الدائمة، تشمل المعلومات المطلوبة رصيد الكربون (أي الكتلة/ كل وحدة مساحة عند عمق محدد) في كل استخدام من استخدامات الأراضي (والنقطة الزمنية في حال استخدام متوالية زمنية). وكما جاء من قبل تحت العنوان "الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعي"، في حالة عدم وجود معلومات محددة لاختيار مسافة العمق البديل، من *الممارسة السليمة* مقارنة معاملات تغير الأرصدة عند عمق لا يقل عن ٣٠ سنتيمترا (أي العمق المستخدم في حسابات المستوى ١. ويفضل استخدام تغيرات الأرصدة على مسافة أعمق في حالة توافر أعداد كافية من الدراسات وفي حالة إثبات وجود فروق مهمة إحصائيا على عمق أكبر في الأرصدة الموجودة نتيجة إدارة الأراضي. على أنه من الأهمية البالغة استخدام عمق واحد لتحديد أرصدة الكربون المرجعية في التربة (SOC_{Ref}) ومعاملات تغير الأرصدة (F_{LU}, F_{MG}, F_I).

التربة العضوية

ينبغي اتباع نفس الإجراءات المستخدمة في اشتقاق معاملات الانبعاث كما هو مبين في القسم الخاص *بالأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية* عند اختيار المستوى ١ والمستوى ٢ لمعاملات انبعاث الكربون من التربة العضوية في الأراضي المحولة حديثا إلى أراض زراعية.

الجدول ٣-٣-٩

المعاملات النسبية لتغير أرصدة التربة (F_{LU}, F_{MG}, F_I) في الأراضي المحولة إلى أراض زراعية

التعريف	الخطأ#	القيمة الافتراضية وفقا *للمبادئ التوجيهية*	النظام المناخي	المستوى	نوع قيمة المعامل
تمثل الغابات والمروج الطبيعية الأصلية أو الطويلة الأمد غير المتدهورة والمدارة بشكل مستدام.	لا يوجد	١	المعتدلة	الأحراج أو المروج الطبيعية الأصلية	استخدام الأراضي
	لا يوجد	١	المدارية		
الزراعة المتنقلة الدائمة في الحالات التي تزال فيها الأحراج المدارية أو الأراضي المشجرة لزراعة المحاصيل الحولية لمدة قصيرة (من ٣ إلى ٥ سنوات مثلا) تم تترك بعد ذلك لتنمو مرة أخرى.	± ٥٠%	٠,٦٤	المدارية	الزراعة المتنقلة- السبات القصير	استخدام الأراضي
	± ٥٠%	٠,٨	المدارية	الزراعة المتنقلة- السبات الكامل	
انظر المعادلة ٣-٢-١٤ والنص المصاحب لها				الأراضي الحرجية المدارة	استخدام الأراضي والإدارة والمدخلات
انظر القيم الافتراضية في الجدول ٣-٤-٥				المروج الطبيعية المدارة	استخدام الأراضي والإدارة والمدخلات
انظر القيم الافتراضية في الجدول ٣-٣-٤				الأراضي الزراعية	استخدام الأراضي والإدارة والمدخلات

تمثل تقديرا اسميا للخطأ، بما يعادل ضعفي الانحراف المعياري، كنسبة مئوية من المتوسط. وتستخدم عبارة "لا يوجد" عندما تشكل قيم المعاملات قيما مرجعية محددة.

٣-٣-٢-٢-١-٣ اختيار بيانات الأنشطة

التربة المعدنية والعضوية

ينبغي، كحد أدنى، أن يكون لدى البلدان تقديرات لمساحات الأراضي المحولة إلى أراض زراعية أثناء فترة الجرد. وإذا كانت بيانات استخدام وإدارة الأراضي محدودة، فيمكن الاعتماد على البيانات الإجمالية، مثل إحصائيات منظمة الأغذية والزراعة المتعلقة بتحويلات الأراضي، كنطقة انطلاق، بالإضافة إلى ما لدى الخبراء القطريين من معرفة بالتوزيع التقريبي لأنواع استخدامات الأراضي المحولة (مثل مساحات الأراضي الحرجية والمروج الطبيعية وأنواع التربة في كل منها) ومعرفة أنواع الممارسات الزراعية المستخدمة في الأراضي المحولة إلى أراض زراعية. ويمكن إجراء محاسبة أكثر تفصيلا سواء من خلال تحليل الصور المستشعرة دوريا من بعد لاستخدامات الأراضي وأنماط الغطاء الأرضي، و من خلال المعاينة الأرضية الدورية لأنماط استخدامات الأراضي و/أو خليط من نظم الجرد. وينبغي تصنيف تقديرات الأراضي المحولة إلى أراض زراعية تبعا لأنواع التربة الرئيسية حسب ما هو محدد في المستوى ١ أو استنادا إلى التصنيفات الخاصة بالبلد إن كانت مستخدمة في نهج المستوى ٢ أو المستوى ٣. ويمكن الاعتماد في ذلك على خرائط التربة الملائمة والبيانات المحددة مكانيا عن موقع تحويلات الأراضي.

٣-٣-٢-٢-١-٤ تقدير عدم التيقن

بالنظر إلى أن معظم تحويلات الأراضي إلى أراض زراعية تنطوي على فواقد في أرصدة كربون التربة، تعتبر أهم البيانات من وجهة نظر تقليل عدم التيقن الشامل تقديرات دقيقة لمساحة الأراضي المحولة إلى أراض زراعية. وتنطوي تحويلات الأراضي ذات التربة العضوية إلى أراض زراعية وكذلك الأراضي الرطبة ذات التربة المعدنية والأراضي ذات التربة البركانية على أهمية خاصة بالنظر ارتفاع مستوياتها من أرصدة كربون التربة الوطنية وإمكانية حدوث فواقد كبيرة فيها. وأفضل طريقة لتقليل عدم التيقن في تقديرات تغير الأرصدة ومعاملات الانبعاث في الأراضي المحولة حديثا (أقل من ٢٠ عاما) إلى أراض زراعية هي الرصد المباشر لأرصدة (وانبعاثات) الكربون قبل وبعد التحويل (لعدة سنوات) إلى أراض زراعية في نفس الموقع . ومع ذلك يشيع أكثر استخدام البيانات المستندة إلى التقديرات غير المباشرة التي تسمى "المتتاليات الزمنية" التي تشمل الأراضي المحولة إلى أراض زراعية في مختلف الأوقات في الماضي وفي مختلف المواقع. وينطوي استخدام التقديرات المستندة إلى المتتاليات الزمنية على درجة من عدم التيقن أكبر مما في الرصد المباشر على مر الزمن. ومن المهم عند وضع وتقييم المتتاليات الزمنية اختيار المساحات المتشابهة قدر المستطاع من حيث النباتات الأصلية ونوع التربة وموقع التضاريس الطبيعية، أي أن الفروق الرئيسية تتمثل في الوقت المستغرق منذ التحويل. وينبغي أن تستند التقديرات إلى أكثر من متتالية زمنية واحدة. ويتطلب تقدير عدم التيقن الشامل الجمع بين أوجه عدم التيقن المقترنة بتغير الأرصدة ومعاملات الانبعاث وبيانات الأنشطة المتعلقة بمساحات الأراضي المحولة إلى أراض زراعية.

٣-٣-٢-٣ انبعاثات غازات الدفيئة من غير ثاني أكسيد الكربون

يتناول هذا القسم الزيادة في انبعاثات أكسيد النيتروز الناجمة عن تحويل الأراضي الحرجية والمروج الطبيعية والأراضي الأخرى إلى أراض زراعية. ويمكن توقع حدوث زيادة في انبعاثات أكسيد النيتروز بعد تحويل الأراضي الحرجية والمروج الطبيعية والأراضي الأخرى إلى أراض زراعية. وينشأ ذلك نتيجة زيادة معدنة المادة العضوية في التربة (SOM) (أي تحويلها إلى مادة غير عضوية) وهو ما يحدث في العادة جراء ذلك التحويل. ولا تسفر المعدنة فقط عن خسارة صافية للكربون ومن ثم انبعاثا صافيا لثاني أكسيد الكربون (القسم ٣-٣-٢-٢-١-٢)، ولكن يرتبط بها أيضا تحويل النيتروجين الموجود من قبل في الصورة غير العضوية إلى نشادر ونترات. ويتحول بعض النشادر والنترات الموجودين إلى أكسيد نيتروز بسبب النشاط الميكروبي في التربة. وهكذا يمكن توقع زيادة انبعاثات أكسيد النيتروز الصافية جراء الزيادة في هذه الطبقة التحتية الميكروبية بسبب النقص الصافي في المواد العضوية. ويتمثل النهج المتبع في هذه الحالة في استخدام نفس معامل الانبعاث (EF_1) المستخدم في حالة الانبعاثات المباشرة المنطلقة من الأراضي الزراعية التي تزرع لمدة طويلة (انظر "الزراعة" في *دليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠*) ولها نفس الأساس المنطقي، أي أن النيتروجين المحول إلى صورة غير عضوية في التربة نتيجة المعدنة يكون له نفس

القيمة كطبقة تحتية للكائنات التي تسبب تكون أكسيد النيتروز من خلال النترتة وإزالة النترتة، بغض النظر عن المصدر العضوي، وهو في هذه الحالة التي يُحول فيها استخدام الأراضي إلى الأراضي الزراعية عبارة عن المادة العضوية في التربة، كما يمكن أن يكون جذور النباتات ومخلفات المحاصيل بعد الحصاد، أو السماد العضوي المضاف مثلما في حالة انبعاثات أكسيد النيتروز التي تتناولها *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* في الفصل الرابع المعنون "الزراعة" *ودليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠* .

ويتضمن القسم ٣-٢-١-٤ إرشادات بشأن تقدير انبعاثات الغازات النزرة (أكسيد النيتروز، وأكاسيد النيتروجين، والميثان، وأول أكسيد الكربون) الناتجة عن الحرق الموقعي وغير الموقعي للكتلة الحيوية.

ويمكن أن يتغير معدل تأكسد الميثان في التربة العلوية المعرضة للهواء جراء التحويل إلى أراض زراعية. على أن هذا التقرير لا يتناول خفض التأكسد بسبب قلة المعلومات. وقد يتسنى في المستقبل، مع توافر المعلومات، إلقاء نظرة كاملة على أثر مختلف الأنشطة على معدلات تأكسد الميثان.

٣-٣-٢-٣-١ القضايا المنهجية

أكسيد النيتروز من التربة المعدنية

٣-٣-٢-٣-١-١ اختيار الطريقة

يعادل مجموع انبعاثات أكسيد النيتروز حاصل جمع كل انبعاثات أكسيد النيتروز من تحويلات استخدامات الأراضي كما هو مبين في المعادلة ٣-٣-١٣. وتنشأ هذه الانبعاثات عن معدنة مادة التربة العضوية نتيجة تحويل الأراضي الحرجية أو المروج الطبيعية أو المستوطنات أو الأراضي الأخرى إلى أراض زراعية.

المعادلة ٣-٣-١٣

مجموع الانبعاثات السنوية لأكسيد النيتروز من التربة المعدنية في الأراضي المحولة إلى أراض زراعية

$$\text{Total } N_2O\text{-}N_{conv} = \sum_i N_2O\text{-}N_{conv,i}$$

حيث:

$\text{Total } N_2O\text{-}N_{conv}$ = مجموع الانبعاثات السنوية لأكسيد النيتروز من التربة المعدنية في الأراضي المحولة إلى أراض زراعية، كيلو غرام N_2O-N /سنة؛

$N_2O\text{-}N_{conv,i}$ = انبعاثات أكسيد النيتروز الناتجة عن نوع التحويل *i*، كيلو غرام N_2O-N /سنة.

الانبعاثات الناتجة عن التسميد: تُحسب انبعاثات أكسيد النيتروز الناتجة عن استعمال النيتروجين في استخدامات الأرض السابقة (الأراضي الحرجية أو المروج الطبيعية المدارة) واستخدامات الأراضي الجديدة (الأراضي الزراعية) في موضع آخر من الجرد (*دليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠*) وينبغي عدم الإبلاغ عنها هنا لتفادي ازدواجية الحساب.

المعادلة ٣-٣-١٤

انبعاثات أكسيد النيتروز الناتجة عن الاضطراب المرتبط بتحويل استخدام الأراضي الحرجية أو المروج الطبيعية أو الأراضي الأخرى إلى أراض زراعية

$$N_2O\text{-}N_{conv} = N_2O_{net\text{-}min}\text{-}N$$

$$N_2O_{net\text{-}min}\text{-}N = EF_1 \bullet N_{net\text{-}min}$$

حيث:

$N_2O\text{-}N_{conv}$ = انبعاثات أكسيد النيتروز الناتجة عن الاضطراب المرتبط بتحويل استخدام الأراضي الحرجية أو المروج الطبيعية أو الأراضي الأخرى إلى أراض زراعية، كيلو غرام N_2O-N /سنة؛

$N_2O_{net-min}$-N = الانبعاثات الإضافية الناتجة عن تغير استخدام الأراضي، كيلو غرام N_2O-N /سنة؛

$N_{net-min}$ = النيتروجين المنبعث سنويا من صافي معدنة مادة التربة العضوية نتيجة الاضطراب، كيلو غرام نيتروجين/سنة؛

EF_1 = معامل الانبعاث الافتراضي المحدد من الفريق الحكومي الدولي لاستخدامه في حساب الانبعاثات المنطلقة من الأراضي الزراعية بسبب إضافة النيتروجين، سواء في شكل أسمدة معدنية أو سماد عضوي، أو بقايا المحاصيل، كيلو غرام من N_2O-N /كيلوغرام نيتروجين. (القيمة الافتراضية تساوي ٠,٠١٢٥ كيلو غرام N_2O-N /كيلو غرام نيتروجين.

ملحوظة: تُضرب N_2O-N_{conv} في ٤٤/٢٨ و$١٠^{-٦}$ للحصول على انبعاثات أكسيد النيتروز بالجيغا غرام من N_2O- /سنة.

ويمكن حساب النيتروجين المنبعث من صافي المعدنة ($N_{net-min}$) باتباع حساب كربون التربة الممعدن في نفس الفترة (٢٠ سنة). ويفترض الأسلوب الافتراضي وجود نسبة ثابتة من الكربون إلى النيتروجين في مادة التربة العضوية خلال تلك الفترة، وهكذا فإن:

المعادلة ٣-٣-١٥

النيتروجين السنوي المنبعث من صافي معدنة التربة العضوية نتيجة الاضطراب (على أساس كربون التربة الممعدن)

$$N_{net-min} = \Delta C_{LC_{Mineral}} \bullet 1 / C{:}N \text{ ratio}$$

حيث:

$N_{net-min}$ = النيتروجين السنوي المنبعث من معدنة مادة التربة العضوية نتيجة الاضطراب، كيلو غرام نيتروجين/سنة؛

$\Delta C_{LC_{Mineral}}$ = القيم المأخوذة من المعادلة ٣-٣-١٢ (انظر أيضا القسم ٣-٣-٢-٢-١-١) عندما تطبق على مساحة من الأراضي المحولة إلى أراض زراعية (انظر القسم ٣-٣-٢-٢-١)، كيلو غرام كربون/سنة؛

C:N ratio = نسبة كتلة الكربون إلى النيتروجين في المادة العضوية في التربة (SOM)، كيلو غرام كربون/(كيلو غرام نيتروجين)؛

المستوى ١: تستخدم القيم الافتراضية وأقل تصنيف مكاني مع المعادلتين ٣-٣-١٣ و٣-٣-١٤.

المستوى ٢: تساعد القياسات الفعلية لنسب الكربون إلى النيتروجين المحددة محليا في SOM على تحسين حسابات انبعاثات أكسيد النيتروز بعد التحويل.

المستوى ٣: يضم أسلوب المستوى ٣ طريقة فعالة لمحاكاة الانبعاثات باستخدام نماذج العمليات استنادا إلى البيانات المحددة محليا، وربما الواضحة مكانيا، مع مراعاة السمات المحلية لتحويل استخدام الأراضي إلى أراض زراعية.

٣-٣-٢-٣-١-٢ اختار معامل الانبعاث

يلزم الحصول على المعاملات التالية:

- **EF_1:** معامل الانبعاث المستخدم في حساب انبعاثات أكسيد النيتروز من نيتروجين التربة. وتبلغ القيمة الافتراضية العالمية ٠,٠١٢٥ كيلو غرام N_2O-N/كيلو غرام نيتروجين، على أساس معامل الانبعاث الافتراضي العام المستخدم مع انبعاثات أكسيد النيتروز في الفصل الرابع (الزراعة) من *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*.
- يُحسب **الكربون المنبعث** باستخدام المعادلة ٣-٣-٣.

- **نسبة النيتروجين إلى الكربون:** تبلغ نسبة الكربون: النيتروجين (C:N) الافتراضية ١٥ في مادة التربة العضوية، وهو ما يعبر عن النسبة الكبيرة نوعا ما C:N الموجودة في تربة الأراضي الحرجية أو المروج الطبيعية مقارنة بمعظم أنواع تربة الأراضي الزراعية حيث تتراوح في العادة نسبة C:N بين ٨ و١٢.

ويبرز الإطار الوارد أدناه الطرق التي يمكن من خلالها زيادة تحسين تقديرات الانبعاثات، قياسا على النص المقابل في *دليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠*.

الإطار ٣-٣-١

***الممارسة السليمة* في اشتقاق معاملات الانبعاث الخاصة بالبلد**

تنطبق النقاط التالية في الحالات التي يمكن فيها استخدام أساليب المستويات العليا:

تتطلب *الممارسة السليمة* قياس انبعاثات أكسيد النيتروز بحسب فئات المصادر الفرعية الفردية (مثل الأسمدة الاصطناعية (F_{SN})، والسماد العضوي الحيواني (F_{AM})، ومعدنة مخلفات المحاصيل (F_{CR}) و (في السياق الحالي لتحويل استخدام الأراضي إلى أراض زراعية) معدنة النيتروجين العضوي في التربة (F_{OM-min}))

ولكي تكون معاملات انبعاث أكسيد النيتروز ممثلة لظروف البيئة والإدارة داخل البلد، ينبغي إجراء القياسات في مناطق زراعة المحاصيل الرئيسية داخل البلد، في كل المواسم وفي مختلف المناطق الجغرافية ومناطق التربة التي تخضع لمختلف نظم الإدارة، عند الاقتضاء. وتتأثر معاملات الانبعاث بعوامل التربة، مثل القوام وظروف الصرف، ودرجة الحرارة، والرطوبة (Firestone and Davidson, 1989; Dobbie *et al.*, 1999).

وقد يكون من المفيد استخدام نماذج المحاكاة، بعد التثبت منها ومعايرتها وتوثيقها بشكل جيد، في وضع معاملات انبعاث أكسيد النيتروز لمتوسط المساحة على أساس بيانات القياس.

وفيما يخص مدة وتكرار القياس، ينبغي قياس انبعاثات أكسيد النيتروز على مدى سنة كاملة (بما في ذلك فترات السبات) ويفضل إجراء القياسات على مدى سلسلة من السنوات لرصد الفروق في الظروف الجوية والتغيرات المناخية بين السنوات. وينبغي تكرار القياسات أثناء الفترة الأولية عقب تحويل الأراضي.

٣-٣-٢-٣-١-٣ اختيار بيانات الأنشطة

A_{conv}: يلزم معرفة مساحة الأراضي المحولة. وفي المستوى ١، تمثل **A_{conv}** قيمة واحدة، وأما في المستوى ٢ فإنها تصنف بحسب أنواع التحويلات.

٣-٣-٣ التمام

تحتوي سلسلة البيانات الكاملة لتقديرات مساحة الأراضي، كحد أدنى، مساحة الأراضي الواقعة داخل حدود البلد والتي تعتبر أراض زراعية أثناء المدة الزمنية التي تغطيها مسوح استخدامات الأراضي أو مصادر البيانات الأخرى والتي تقدر انبعاثات وعمليات إزالة غازات الدفيئة فيها داخل إطار قطاع استخدام الأراضي وتغييرات استخدام الأراضي والحراجة. ومجموع المساحة التي تغطيها منهجية جرد الأراضي الزراعية يساوي حاصل جمع الأراضي التي تظل أراض زراعية والأراضي المحولة إلى أراض زراعية أثناء الفترة الزمنية المعنية. وقد لا تشمل منهجية الجرد بعض مساحات الأراضي الزراعية التي يعتقد أن انبعاثات وعمليات إزالة غازات الدفيئة فيها ضئيلة أو ثابتة على مر الزمن، مثل أراضي المحاصيل غير الخشبية غير المستثمرة أو التي لا تتعرض لتغييرات استخدام الأراضي. ولذلك، من الممكن أن يقل مجموع مساحة الأراضي الزراعية التي تعد التقديرات بشأنها عن مجموع مساحة الأراضي الزراعية الواقعة داخل حدود البلد. وفي هذه الحالة، من *الممارسة السليمة* أن تقوم البلدان بتوثيق وتوضيح الفرق بين مساحة الأراضي الزراعية المرصودة في الجرد ومساحة الأراضي الزراعية الواقعة داخل حدودها. ويتم تشجيع البلدان على أن تتعقب طيلة الوقت مجموع مساحة الأراضي الزراعية داخل حدود البلد والاحتفاظ بسجلات تتسم بالشفافية بشأن الأجزاء المستخدمة في تقدير انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون. وكما جاء في الفصل الثاني، فإن جميع مساحات

الأراضي الزراعية، بما في ذلك مساحات الأراضي الزراعية غير المشمولة في جرد الانبعاثات، ينبغي تشكل جزءا من اختبارات الاتساق من أجل المساعدة على تفادي ازدواجية الحساب أو السهو. وعندما تجمع مساحة الأراضي الزراعية مع تقديرات مساحات الأراضي الأخرى، سلسة البيانات المتعلقة بمساحة الأراضي الزراعية ستمكن من إجراء تقدير كامل لقاعدة الأراضي الواردة في تقارير الجرد المقدمة من البلدان عن قطاع استخدام الأراضي وتغييرات استخدام الأراضي والحراجة.

وينبغي على البلدان التي تنتهج أسلوب المستوى ٢ أو ٣ في تقدير مستجمعات الكتلة الحيوية والتربة أن تضيف إلى الجرد مزيدا من التفاصيل عن سلسة بيانات مساحة الأراضي الزراعية. وقد يلزم مثلا تصنيف مساحة الأراضي الزراعية بحسب أنواع المناخ والتربة الرئيسية، بما في ذلك مساحات الأراضي التي تخضع أو التي لا تخضع للجرد. وعندما تستخدم في الجرد مساحات الأراضي المصنفة، من *الممارسة السليمة* أن تستخدم البلدان نفس تصنيفات الأراضي مع مستجمعات الكتلة الحيوية والتربة على السواء. ومن شأن ذلك أن يكفل الاتساق والشفافية، ويساعد على كفاءة استخدام مسوح الأراضي وغيرها من أدوات جمع البيانات الأخرى، ويمكن من الربط الواضح بين انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون في مستجمعات الكتلة الحيوية والتربة.

٣-٣-٤ وضع متسلسلة زمنية متسقة

للحفاظ على اتساق السلسلة الزمنية من *الممارسة السليمة* أن تحتفظ البلدان بسجلات عن مساحات الأراضي الزراعية المستخدمة في تقارير الجرد على مر الزمن. وينبغي أن تتعقب هذه السجلات مجموع مساحة الأراضي الزراعية التي يشملها الجرد، وأن تقسم بحسب الأراضي التي تظل أراض زراعية والأراضي المحولة إلى أراض زراعية. ويتم تشجيع البلدان على إضافة تقدير مجموع مساحة الأراضي الزراعية الواقعة داخل حدود البلد. ولكفالة اتساق معالجة التقديرات باستمرار، ينبغي أن تكون تعاريف استخدامات الأراضي محددة بوضوح وثابتة. وفى حالة تعديل تعاريف استخدامات الأراضي، من *الممارسة السليمة* الاحتفاظ بسجلات شفافة عن كيفية تغيير التعريف. وينبغي أيضا استخدام نفس التعاريف مع كل نوع من أنواع الأراضي الزراعية ونظم الإدارة المدرجة في قائمة الجرد. وبالإضافة إلى ما سبق لتيسير المحاسبة السليمة لانبعاثات وعمليات إزالة الكربون خلال فترات متعددة، يمكن استخدام المعلومات المتعلقة بعمليات تحويل الأراضي على مر التاريخ. وحتى إذا لم يتمكن البلد من الاعتماد على البيانات التاريخية في إعداد قوائم الجرد الجارية، فإن إدخال تحسينات على ممارسات الجرد الجارية للتمكين من تعقب تحويلات الأراضي على مر الزمن ستعود بالفائدة على قوائم الجرد في المستقبل.

٣-٣-٥ الإبلاغ والتوثيق

يمكن الإبلاغ عن الفئات المبينة في القسم ٣-٣ باستخدام جداول الإبلاغ الواردة في المرفق ٢ من الفصل الثالث. ويمكن مقارنة التقديرات المندرجة تحت فئة الأراضي الزراعية مع فئات الإبلاغ الواردة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* على النحو التالي:

- تقارن انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون في الكتلة الحيوية في الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية مع فئة الإبلاغ ٥ (ألف) الواردة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* والتي تحمل عنوان تغيرات الكتلة الحيوية الخشبية؛
- انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون في التربة في الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية مع فئة الإبلاغ ٥ (دال) الواردة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* والتي تحمل عنوان تغيرات كربون التربة؛
- انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن تحويلات استخدامات الأراضي إلى أراض زراعية مع فئة الإبلاغ الواردة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* ٥ (باء) والمتعلقة بالكتلة الحيوية وتقارن أيضا مع فئة الإبلاغ ٥ (دال) الواردة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* والمتعلقة بالتربة وكذلك مع الفئة ٥ (هاء) المتعلقة بالغازات من غير ثاني أكسيد الكربون.

ومن *الممارسة السليمة* حفظ وأرشفة جميع المعلومات المستخدمة في إعداد تقديرات الجرد الوطنية. وينبغي توثيق البيانات الشرحية ومصادر بيانات المعلومات المستخدمة في تقدير المعاملات الخاصة بالبلد كما ينبغي تقدير المتوسط والتباين على السواء. وينبغي أرشفة قواعد البيانات والإجراءات الفعلية المستخدمة في تجهيز البيانات (مثل البرامج الإحصائية) لتقدير المعاملات الخاصة بالبلد. ولابد من توثيق وأرشفة بيانات الأنشطة والتعاريف المستخدمة في تصنيف أو تفصيل بيانات الأنشطة. ويجب أن توثق بوضوح الإجراءات المستخدمة في تصنيف بيانات الأنشطة بحسب المناخ وأنواع التربة (بالنسبة للمستوى ١ والمستوى ٢). وأما في نهج المستوى ٣ التي تستخدم النماذج فيجب توثيق نسخة النموذج والخصائص المحددة له. ويتطلب استخدام النماذج الدينامية الاحتفاظ دائما بنسخ من ملفات مدخلات النموذج وكذلك بنسخ من شفرة برنامج النموذج والبرامج القابلة للتنفيذ.

٣-٣-٦ ضمان ومراقبة جودة الجرد

من *الممارسة السليمة* إجراء اختبارات لمراقبة الجودة وإجراء استعراض من الخبراء لتقديرات الجرد والبيانات. وينبغي الاهتمام تحديدا بالتقديرات الخاصة بالبلد لمعاملات تغير الأرصدة ومعاملات الانبعاث من أجل كفالة استنادها إلى بيانات فائقة الجودة وآراء الخبراء القابلة للتثبت.

وتشمل الاختبارات المحددة لضمان ومراقبة الجودة في كل منهجية الأراضي الزراعية ما يلي:

الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية:

يمكن أن تستند تقديرات تربة الأراضي الزراعية إلى البيانات المتعلقة بمساحة الأراضي والتي تشمل كلا من المحاصيل الخشبية المعمرة والمحاصيل الحولية، وأما تقديرات الكتلة الحيوية فإنها تقتصر على البيانات المتعلقة بمساحة الأراضي المزروعة بالمحاصيل الخشبية المعمرة. ولذلك فإن تقديرات المساحة التي تشكل أساس تقديرات الكتلة الحيوية والتربة في الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية قد تتفاوت مع تقديرات الكتلة الحيوية التي تستند إلى مساحات أصغر من الأراضي والى تقديرات التربة. وينطبق ذلك في معظم الحالات باستثناء البلدان التي تتألف فيها جميع الأراضي الزراعية من محاصيل خشبية معمرة أو عندما تقتصر إدارة واستخدام الأراضي على المحاصيل الحولية.

الأراضي المحولة إلى أراض زراعية:

ينبغي أن تكون مجاميع المساحات المجملة للأراضي المحولة إلى أراض زراعية هي نفس المجاميع في تقديرات الكتلة الحيوية والتربة. وفى حين أن مستجمعات الكتلة الحيوية والتربة قد تصنف بحسب مختلف مستويات التفصيل فإن نفس الفئات العامة ينبغي استخدامها لتصنيف البيانات المتعلقة بالمساحة.

وأما بخصوص تقديرات تغير أرصدة كربون التربة باستخدام أسلوب المستوى ١ أو أسلوب المستوى ٢، يجب أن يكون مجموع المساحات في كل نوع من أنواع المناخ والتربة هو نفسه في سنة البداية ($year_{(0-T)}$) وفى سنة النهاية ($year_{(0)}$) أثناء فترة الجرد (انظر المعادلة ٣-٣-٤).

٣-٣-٧ تقدير القيم الافتراضية لانبعاثات وعمليات إزالة كربون التربة المعدنية في الأراضي الزراعية باستخدام أسلوب المستوى ١ وفقا لإرشادات *الممارسة السليمة* المنقحة (انظر الجدول ٣-٣-٤)

تم حساب معاملات إدارة الأراضي الزراعية الخاصة بالحراثة والمدخلات، وتجنيب الأراضي وتحويل استخدامات الأراضي من مروج طبيعية أو أراض حرجية. ويمثل معامل تحويل استخدام الأراضي قيمة الكربون المفقود بعد ٢٠ عاما من الزراعة المتواصلة. وتمثل معاملات الحراثة أثر تغيير الإدارة من نظام الحراثة التقليدية الذي تقلب فيه الأرض تماما والتحول إلى ممارسات الصون، بما في ذلك عدم استخدام الحرث أو تقليله. وعدم استخدام الحرث هو غرس البذور مباشرة بدون حرث التربة، وأما تخفيض الحرث فيشمل بعض عمليات الحرث ولكنه لا ينطوي على قلب كامل للتربة ويظل في العادة أكثر من ٦٠ في المائة من سطح التربة مغطى بالمخلفات بما في ذلك ممارسات من قبيل حرث الحفر وحرث التغطية وحرث الجدر. وتمثل معاملات

المدخلات أثر تغير مدخلات الكربون في التربة عن طريق زيادة زراعة المحاصيل الإنتاجية أو تكثيف الزراعة أو استخدام الإضافات. وتشمل معاملات المدخلات النظم الزراعية التي تنقسم إلى نظم منخفضة أو متوسطة أو مرتفعة من حيث إضافات الأسمدة العضوية. وتمثل معاملات المدخلات المنخفضة المحاصيل ذات المخلفات المنخفضة أو الدورات الزراعية التي يتم فيها تجنيب الأراضي أو النظم الزراعية التي تحرق فيها المخلفات أو تزال من الحقول. وتمثل نظم الزراعة ذات المدخلات المتوسطة محاصيل الحبوب التي تعاد فيها مخلفات النباتات إلى الحقل أو الدورات الزراعية التي تستخدم فيها إضافات عضوية تعتبر بدون ذلك مدخلات منخفضة بسبب إزالة المخلفات. وأما الدورات الزراعية التي ترتفع فيها مستويات المدخلات فتزرع فيها المحاصيل العالية المخلفات ومحاصيل التغطية، وفترات تجنيب التربة المحسنة أو السنوات التي تزرع بغطاء عشبي مثل القش أو المرعى أثناء الدورة الزراعية. وتمثل معاملات الحراثة والمدخلات الأثر الواقع على أرصدة الكربون بعد ٢٠ عاما منذ تغيير نظام الإدارة. وتمثل معاملات تجنيب الأراضي أثر استبعاد الأراضي الزراعية من عمليات الإنتاج مؤقتا واستخدامها في زراعة الحشائش لمدد زمنية قد تصل إلى ٢٠ عاما.

وتم تجميع البيانات من خلال نماذج خطية مختلطة التأثيرات روعيت فيها التأثيرات الثابتة والعشوائية على السواء. وقد شملت التأثيرات الثابتة العمق وعدد السنوات منذ تغيير نظام الإدارة ونوع تغيير الإدارة (مثل الحرث المنخفض في مقابل عدم استخدام الحرث). وأما بخصوص العمق فإن البيانات لم يتم إجمالها ولكن قيست أرصدة الكربون عند كل زيادة في العمق (وذلك مثلا من صفر إلى ٥ سنتيمترات، ومن ٥ إلى ١٠ سنتيمترات، ومن ١٠ إلى ٣٠ سنتيمترا) باعتبارها نقاطا منفصلة في مجموعة البيانات. وبالمثل لم يتم إجمال البيانات المتعلقة بالمتسلسلات الزمنية على الرغم من أن تلك القياسات قد أجريت في نفس قطع الأراضي. ولذلك استخدمت التأثيرات العشوائية لمراعاة الترابط في بيانات المتسلسلات الزمنية والترابط بين نقاط البيانات التي تمثل مختلف الأعماق المأخوذة من نفس الدراسة. وقد حولت البيانات باستخدام التحويل اللوغاريتمي الطبيعي إذا لم تحافظ افتراضات النموذج على نظامية وتجانس التباين (تعرض الجداول القيم الناتجة). وتمثل المعاملات أثر ممارسات الإدارة أثناء ٢٠ عاما على الطبقة العلوية التي يمتد عمقها ٣٠ سنتيمتر من التربة باستثناء معامل تحويل استخدام الأراضي وهو الذي يمثل متوسط الكربون المفقود في ٢٠ عاما أو في فترة زمنية أطول عقب عملية الزراعة. وعند استخدام هذا الأسلوب في حساب الكربون يمكن تقريب التغير السنوي في رصيد الكربون عن طريق قسمة تقدير الجرد على ٢٠ عاما. وقد حُسب التباين لكل قيمة من قيم المعاملات ويمكن استخدامه لإنشاء دوال توزيع الاحتمالات بكثافة طبيعية.

المراجع المستخدمة في التحليل الوارد في القسم ٣-٣-٧

Agbenin, J.O., and J.T. Goladi. (1997). Carbon, nitrogen and phosphorus dynamics under continuous cultivation as influenced by farmyard manure and inorganic fertilizers in the savanna of northern Nigeria. Agriculture, Ecosystems and Environment 63:17-24.

Ahl, C., R.G. Joergensen, E. Kandeler, B. Me yer, and V. Woehler. (1998). Microbial bi omass and activity in silt and sand loams after long-term shallow tillage in central Germany. Soil and Tillage Research 49:93-104.

Al varez R., Russo M.E., Prystupa P., Scheiner J.D., Blotta L. (1998). Soil carbon pools under conventional and no-tillage sytems in the Argentine Rolling Pampa. Agronomy Journal 90: 138-143.

Angers, D.A ., M. A. Bolin der, M.R. Carter, E.G. Gregorich, C.F. Drury, B. C. Li ang, R. P. Voroney, R.R. Si mard, R.G. Donald, R. P. Beyaert, and J. Martel. (1997). Impact of tillage practices on organic carbon and nitrogen storage in cool, humid soils of eastern Canada. Soil and Tillage Research 41:191-201.

Angers, D.A ., R. P. Voroney, and D. Cote. (1995). Dynamics of soil organic matter and corn residues affected bytillage practices. Soil Science Society of America Journal 59:1311-1315.

Baer, S.G., C. W. Rice, and J.M. Blair. (2000). A ssessment of soil quality in fields with short and long termenrollment in the CRP. Journal of Soil and Water Convservation 55:142-146.

Bale sdent, J., A. Mariotti, and D. Bois gontier. (1990). Eff ect of tillage on soil organic carbon mineralization estimated from 13C abundance inmaize fields. Journal of Soil Science 41:587-596.

Barber, R.G., M. Orellana, F. Navarro, O. Diaz, and M.A . Soruco. (1996). Effects of conservation and conventional tillage systems after land clearing on soil properties and crop yield in Santa Cruz, Boliv ia. Soil and T illage Research 38:133-152.

Ba uer, A. , and A. L. Black . (1981). Soil carbon, nitrogen, and bulk density comparisons in two cropland tillage systems after 25 years and in virgin grassland. Soil Science Society of America Journal 45:166-1170.

Bayer, C., J. Mielniczuk, T. J.C. Amado, L. Martin-Neto, and S.V. Fernandes. (2000). Organic matter storagein a sandy clay loam Ac risol affected by till a ge and croppingsystems in southern Brazil. Soil and Tillage Research 54:101-109.

Bayer, C., J. Mielniczuk, L. Martin-Neto, and P.R. Ernani. (2002). Stocks and humification degree of organic matter fractions as affected by no-tillage on a subtropical soil. Plant and Soil 238:133-140.

Beare MH, Hendrix PF, Coleman DC. (1994). Water-stable aggregates and organic matter fractions in conventional- and no-tillage soils. Soil Science Society of America Journal 58: 777-786.

Beyer, L. (1994). Effect of cultivation on physico-chemical, humus-chemical and biotic properties and fertility of two forest soils. Agriculture, Ecosystems and Environment 48:179-188.

Black , A. L. , and D. L. Ta naka. (1997). A conservation till age-croppingsystems study in the Northern Great Plains of the United States. Pages 335-342 in Paul, E.A ., K. Paustian, E.T . Elliott, and C.V. Cole, editors. Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems: Long-term Experiments in North America. CRC Press. Boca Raton, FL .

Bordovsky, D.G., M. Choudhary, and C.J. Gerard. (1999). Effect of tillage, cropping, and residue management on soil properties in the Texas rolling plains. Soil Science 164:331-340.

Bori n, M., C. Menini, and L. Sartori. (1997). Effects of till age systems on energy and carbon balance in north-eastern Italy. Soil and T illage Research 40:209-226.

Borresen, T. , and A. Njos. (1993). Ploughing and rotary cultivation for cereal production in a long-term experiment on a clay soil in southeastern Norway. 1. Soil properties. Soil and T illage Research 28:97-108.

Bowman, R. A. , and R. L. Anderson. (2002). Conservation Reserve Program: Eff ects on soil organic carbon and preservation when converting back to cropland in northeastern Colorado. Journal of Soil and Water Conservation 57:121-126.

Bremer, E., H.H. Janzen, and A. M. Johnston. (1994). Sensitivity of total, light fraction and mineralizable organic matter to management practices in a Lethbridge soil. Canadian Journal of Soil Science 74:131-138.

Burke, I.C., W.K. Lauenroth, and D.P. Coffin. (1995). Soil organic matter recovery in semiarid grasslands: implications for the Conservation Reserve Program. Ecological Applications 5:793-801.

Buschiazzo, D.E., J.L. Panigatti, and P.W. Unger. (1998). Tillage effects on soil properties and crop production in the subhumid and semiarid Argentinean Pampas. Soil and Tillage Research 49:105-116.

Buyanovsky, G.A., C.L. Kucera, and G.H. Wagner. (1987). Comparative analysis of carbon dynamics in native and cultivated ecosystems. Ecology 68:2023-2031.

Buyanovsky, G.A., and G.H. Wagner. (1998). Carbon cycling in cultivated land and its global significance. Global Change Biology 4:131-141

Cambardella, C.A., and E.T. Elliott. (1992). Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. Soil Science Society of America Journal 56:777-783.

Campbell CA, Zentner RP. (1997). Crop production and soil organic matter in long-term crop rotations in the semi-arid northern Great Plains of Canada. Pages 317-334 in: E.A. Paul, E.T. Elliott, K. Paustian, and C.V. Cole. Soil organic matter in temperate agroecosystems: Long-term experiments in North America. CRC Press, Boca Raton, FL.

Campbell, C.A., V.O. Biederbeck, G. Wen, R.P. Zentner, J. Schoenau, and D. Hahn. (1999). Seasonal trends in selected soil biochemical attributes: Effects of crop rotation in the semiarid prairie. Canadian Journal of Soil Science 79:73-84.

Campbell CA, Bowren KE, Schnitzer M, Zentner RP, Townley-Smith L (1991) Effect of crop rotations and fertilization on soil organic matter and some biochemical properties of a thick black Chernozem. Canadian Journal of Soil Science 71: 377-387.

Campbell, C.A., B.G. McConkey, R.P. Zentner, F. Selles, and D. Curtin. (1996). Long-term effects of tillage and crop rotations on soil organic C and total N in a clay soil in southwestern Saskatchewan. Canadian Journal of Soil Science 76:395-401.

Campbell CA, Lafond GP, Moulin AP, Townley-Smith L, Zentner RP. (1997). Crop production and soil organic matter in long-term crop rotations in the sub-humid northern Great Plains of Canada. Pages 297-315 in: E.A. Paul, E.T. Elliott, K. Paustian, and C.V. Cole. Soil organic matter in temperate agroecosystems: Long-term experiments in North America. CRC Press, Boca Raton, FL.

Campbell, C.A., V.O. Biederbeck, B.G. McConkey, D. Curtin, and R.P. Zentner. (1999). Soil quality - effect of tillage and fallow frequency. Soil organic matter quality as influenced by tillage and fallow frequency in a silt loam in southwestern Saskatchewan. Soil Biology and Biochemistry 31:1-7.

Campbell, C.A., R.P. Zentner, F. Selles, V.O. Biederbeck, B.G. McConkey, B. Blomert, and P.G. Jefferson. (2000). Quantifying short-term effects of crop rotations on soil organic carbon in southwestern Saskatchewan. Canadian Journal of Soil Science 80:193-202.

Carter, M.R., H.W. Johnston, and J. Kimpinski. (1988). Direct drilling and soil loosening for spring cereals on a fine sandy loam in Atlantic Canada. Soil and Tillage Research 12:365-384.

Carter, M.R., J.B. Sanderson, J.A. Ivany and R.P. White. (2002). Influence of rotation and tillage on forage maize productivity, weed species, and soil quality of a fine sandy loam in the cool-humid climate of Atlantic Canada67:85-98.

Carter, M.R.. (1991). Evaluation of shallow tillage for spring cereals on a fine sandy loam. 2. Soil physical, chemical and biological properties. Soil and Tillage Research 21:37-52.

Chan, K.Y, and J.A. Mead. (1988). Surface physical propertes of a sandy loam soil under different tillage practices. Australian Journal of Soil Research 26:549-559.

Chan K.Y., Roberts W.P., Heenan D.P. (1992). Organic carbon and associated soil properties of a red Earth after 10 years of rotation under different stubble and tillage practices. Australian Journal of Soil Research 30: 71-83.

Chaney B.K., D.R.Hodson, M.A.Braim. (1985). The effects of direct drilling, shallow cultivation and ploughing on some soil physical properties in a long-term experiment on spring barley. J. Agric. Sci., Camb. 104: 125-133.

Clapp, C.E., R.R. Allmaras, M.F. Layese, D.R. Linden, and R.H. Dowdy. (2000). Soil organic carbon and 13C abundance as related to tillage, crop residue, and nitrogen fertilization under continuous corn management in Minnesota. Soil and Tillage Research55 :127-142.

Collins, H.P., R.L. Blevins, L.G. Bundy, D.R. Christenson, W.A. Dick, D.R. Huggins, and E.A. Paul. (1999). Soil carbon dynamics in corn-based agroecosystems: results from carbon-13 natural abundance. Soil Science Society of America Journal 63:584-591.

Corazza E.J. et al. (1999). Behavior of different management systems as a source or sink of C-CO2 in relation to cerrado type vegetation. R. Bras Ci.Solo 23:425-432.

Costantini, A., D. Cosentino, and A. Segat. (1996). Influence of tillage systems on biological properties of a Typic Argiudoll soil under continuous maize in central Argentina. Soil and Tillage Research 38:265-271.

Dalal, R.C., P.A. Henderson, and J.M. Glasby. (1991). Organic matter and microbial biomass in a vertisol after 20 yr of zero tillage. Soil biology and biochemistry 23:435-441.

Dalal, R.C., and R.J. Mayer. (1986). Long-term trends in fertility of soils under continuous cultivation and cereal cropping in Southern Queensland. I. Overall changes in soil properties and trends in winter cereal yields. Australian Journal of Soil Research 24:265-279.

Dalal, R. C. (1989). Long-term effects of no-tillage, crop residue, and nitrogen application on properties of a Vertisol. Soil Science Society of America Journal 53:1511-1515.

Dick WA, Edwards WM, McCoy EL. (1997). Continuous application of no-tillage to Ohio soils: Changes in crop yields and organic matter-related soil properties. Pages 171-182 in: E.A. Paul, E.T. Elliott, K. Paustian, and C.V. Cole. Soil organic matter in temperate agroecosystems: Long-term experiments in North America. CRC Press, Boca Raton, FL.

Dick, W.A., and J.T. Durkalski. (1997). No-tillage production agriculture and carbon sequestration in a Typic Fragiudalf soil of Northeastern Ohio. Pages 59-71 in Lal, R., J.M. Kimble, R.F. Follett, and B.A. Stewart, editors. Advances in Soil Science: Management of Carbon Sequestration in Soil. CRC Press Inc. Boca Raton, FL.

Doran, J.W., E.T. Elliott, and K. Paustian. (1998). Soil microbial activity, nitrogen cycling, and long-term changes in organic carbon pools as related to fallow tillage management. Soil and Tillage Research 49:3-18.

Duiker, S.W, and R. Lal. (1999). Crop residue and tillage effects on carbon sequestration in a luvisol in central Ohio. Soil and Tillage Research 52:73-81.

Edwards, J.H., C.W. Wood, D.L. Thurlow, and M.E. Ruf. (1992). Tillage and crop rotation effects on fertility status of a Hapludult soil. Soil Science Society of America Journal 56:1577-1582.

Eghball B., L.N. Mielke, D.L. McCallister, and J.W. Doran. (1994). Distribution of organic carbon and inorganic nitrogen in a soil under various tillage and crop sequences. Journal of Soil and Water Conservation 49: 201-205.

Fleige H., K. Baeumer. (1974). Effect of zero-tillage on organic carbon and total nitrogen content, and their distribution in different N-fractions in loessial soils. Agro-Ecosystems 1:19-29.

Follett, R.F., E.A. Paul, S.W. Leavitt, A.D. Halvorson, D. Lyon, and G.A. Peterson. (1997). Carbon isotope ratios of Great Plains soils and in wheat-fallow systems. Soil Science Society of America Journal 61:1068-1077.

Follett, R.F., and G.A. Peterson. (1988). Surface soil nutrient distribution as affected by wheat-fallow tillage systems. Soil Science Society of America Journal 52:141-147.

Follett, R.F., E.G. Pruessner, S.E. Samson-Liebig, J.M. Kimble, and S.W. Waltman. (2001). Carbon sequestration under the Conservation Reserve Program in the historic grassland soils of the United States of America. Pages 1-14 in Lal, R., and K. McSweeney, editors. Soil Management for Enhancing Carbon Sequestration. SSSA Special Publication. Madison, WI.

Franzluebbers, A.J., and M.A. Arshad. (1996). Water-stable aggregation and organic matter in four soils under conventional and zero tillage. Canadian Journal of Soil Science 76:387-393.

Franzluebbers, A.J., G.W. Langdale, and H.H. Schomberg. (1999). Soil carbon, nitrogen, and aggregation in response to type and frequency of tillage. Soil Science Society of Amercia Journal 63:349-355.

Franzluebbers, A.J., F.M. Hons, and D.A. Zuberer. (1995). Soil organic carbon, microbial biomass, and mineralizable carbon and nitrogen in sorghum. Soil Science Society of America 59:460-466.

Freixo, A.A., P. Machado, H.P. dos Santos, C.A. Silva, and F. Fadigas. (2002). Soil organic carbon and fractions of a Rhodic Ferralsol under the influence of tillage and crop rotation systems in southern Brazil. Soil and Tillage Research 64:221-230.

Freitas P.L., Blancaneaux P., Gavinelly E., Larre-Larrouy M.-C., Feller C. (2000). Nivel e natureza do estoque organico de latossolsob diferentessistemas de uso e manejo, Pesq.agropec.bras.Brasilia 35: 157-170.

Gebhart, D.L., H.B. Johnson, H.S. Mayeux, and H.W. Polley. (1994). The CRP increases soil organic carbon. Journal of Soil and Water Conservation 49:488-492.

Ghuman, B.S., and H.S. Sur. (2001). Tillage and residue management effects on soil properties and yields of rainfed maize and wheat in a subhumid subtropical climate. Soil and Tillage Research 58:1-10.

Girma, T. (1998). Effect of cultivation on physical and chemical properties of a Vertisol in Middle Awash Valley, Ethiopia. Communications in Soil Science and Plant Analysis 29:587-598.

Graham, M.H., R.J. Haynes, and J.H. Meyer. (2002). Soil organic matter content and quality: effects of fertilizer applications, burning and trash retention on a long-term sugarcane experiment in South Africa. Soil Biology and Biochemistry 34:93-102.

Grandy, A.S., G.A. Porter, and M.S. Erich. (2002). Organic amendment and rotation crop effects on the recovery of soil organic matter and aggregation in potato cropping systems. Soil Science Society of America Journal 66:1311-1319.

Gregorich, E.G., B.H. Ellert, C.F. Drury, and B.C. Liang. (1996). Fertilization effects on soil organic matter turnover and corn residue C storage. Soil Science Society of America Journal 60:472-476.

Halvorson AD, Vigil MF, Peterson GA, Elliott ET (1997) Long-term tillage and crop residue management study at Akron, Colorado. Pages 361-370 in: E.A. Paul, E.T. Elliott, K. Paustian, and C.V. Cole. Soil organic matter in temperate agroecosystems: Long-term experiments in North America. CRC Press, Boca Raton, FL.

Halvorson, A.D., B.J. Wienhold, and A.L. Black. (2002). Tillage, nitrogen, and cropping system effects on soil carbon sequestration. Soil Science Society of America Journal 66:906-912.

Hansmeyer, T.L., D.R. Linden, D.L. Allan, and D.R. Huggins. (1998). Determining carbon dynamics under no-till, ridge-till, chisel, and moldboard tillage systems within a corn and soybean cropping sequence. Pages 93-97 in Lal R., J.M. Kimble, R.F. Follett, and B.A. Stewart, editors. Advances in Soil Science: Management of Carbon Sequestration in Soil. CRC Press. Boca Raton, FL.

Hao, X., C. Chang, and C.W. Lindwall. (2001). Tillage and crop sequence effects on organic carbon and total nitrogen content in an irrigated Alberta soil. Soil and Tillage Research 62:167-169.

Harden, J.W., J.M. Sharpe, W.J. Parton, D.S. Ojima, T.L. Fries, T.G. Huntington, and S.M. Dabney. (1999). Dynamic replacement and loss of soil carbon on eroding cropland. Global Biogeochemical Cycles 14:885-901.

Havlin, J.L., and D.E. Kissel. (1997). Management effects on soil organic carbon and nitrogen in the East-Central Great Plains of Kansas. Pages 381-386 in Paul, E.A., K. Paustian, E.T. Elliott, and C.V. Cole, editors. Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems: Long-term Experiments in North America. CRC Press. Boca Raton, FL.

Hendrix PF (1997) Long-term patterns of plant production and soil carbon dynamics in a Georgia piedmont agroecosystem. Pages 235-245 in: E.A. Paul, E.T. Elliott, K. Paustian, and C.V. Cole. Soil organic matter in temperate agroecosystems: Long-term experiments in North America. CRC Press, Boca Raton, FL.

Hernanz, J.L., R. Lopez, L. Navarrete, and V. Sanchez-Giron. (2002). Long-term effects of tillage systems and rotations on soil structural stability and organic carbon stratification in semiarid central Spain. Soil and Tillage Research 66:129-141.

Hulugalle, N.R. (2000). Carbon sequestraiton in irrigated vertisols under cotton-based farming systems. Communications in Soil Science and Plant Analysis 31:645-654.

Hussain, I., K.R. Olson, M.M. Wander, and D.L. Karlen. (1999). Adaption of soil quality indices and application to three tillage sytems in southern Illinois. Soil and Tillage Research 50:237-249.

Ihori, T., I.C. Burke, W.K. Lauenroth, and D.P. Coffin. (1995). Effects of cultivation and abandonmen on soil organic matter in Northeastern Colorado. Soil Science Society of America Journal 59:1112-1119.

Janzen, H.H. (1987). Soil organic matter characteristics after long-term cropping to various spring wheat rotations. Canadian Journal of Soil Science 67:845-856.

Jastrow, J.D., R.M. Miller, and J. Lussenhop. (1998). Contributions of interacting biological mechanisms to soil aggregate stabilization in restored prairie. Soil Biology and Biochemistry 30:905-916.

Karlen, D.L., A. Kumar, R.S. Kanwar, C.A. Cambardella, and T.S. Colvin. (1998). Tillage system effects on 15-year carbon-based and simulated N budgets in a tile-drained Iowa field. Soil and Tillage Research 48:155-165.

Karlen, D.L., M.J. Rosek, J.C. Gardner, D.L. Allan, M.J. Alms, D.F. Bezdicek, M. Flock, D.R. Huggins, B.S. Miller, and M.L. Staben. (1999). Conservation Reserve Program effects on soil quality indicators. Journal of Soil and Water Conservation 54:439-444.

Karlen, D.L., N.C. Wollenhaupt, D.C. Erbach, E.C. Berry, J.B. Swan, N.S. Eash, and J.L. Jordahl. (1994). Long-term tillage effects on soil quality. Soil and Tillage Research 32:313-327.

Kushwaha, C.P., S.K. Tripathi, and K.P. Singh. (2000). Variations in soil microbial biomass and n availability due to residue and tillage management in a dryland rice agroecosystem. Soil and tillage Research 56:153-166.

Lal, R., A.A. Mahboubi, and N.R. Fausey. (1994). Long-term tillage and rotation effects on properties of a central Ohio soil. Soil Science Society of America Journal 58:517-522.

Lal, R. (1998). Soil quality changes under continuous cropping for seventeen seasons of an alfisol in western nigeria. Land Degradation and Development 9:259-274.

Larney, F.J., E. Bremer, H.H. Janzen, A.M. Johnston, and C.W. Lindwall. (1997). Changes in total, mineralizable and light fraction soil organic matter with cropping and tillage intensities in semiarid southern Alberta, Canada. Soil and Tillage Research 42:229-240.

Lilienfein J., Wilcke W., Vilela L., do Carmo Lima S., Thomas R., Zech W. (2000). Effect of no-tillage and conventional tillage systems on the chemical composition of soil solid phase and soil solution of brazilian savanna. J. Plant Nutr. Soil Sci. 163: 411-419.

McCarty, G.W., N.N. Lyssenko, and J.L. Starr. (1998). Short-term changes in soil carbon and nitrogen pools during tillage management transition. Soil Science Society of America Journal 62:1564-1571.

Mielke, L.N., J.W. Doran, and K.A. Richards. (1986). Physical environment near the surface of plowed and no-tilled soils. Soil and Tillage Research 7:355-366.

Mikhailova, E.A., R.B. Bryant, I.I. Vassenev, S.J. Schwager, and C.J. Post. (2000). Cultivation effects on soil carbon and nitrogen contents at depth in the Russian Chernozem. Soil Science Society of America Journal 64:738-745.

Mrabet R., N. Saber, A. El-brahli, S. Lahlou, F. Bessam. (2001). Total, particulate organic matter and structural stability of a Calcixeroll soil under different wheat rotations and tillage systems in a semiarid area of Morocco. Soil & Tillage Research 57: 225-235.

Nyborg, M., E.D. Solberg, S.S. Malhi, and R.C. Izaurralde. (1995). Fertilizer N, crop residue, and tillage alter soil C and N content in a decade. Pages 93-99 in Lal, R., J. Kimble, E. Levine, and B.A. Stewart, editors. Advances in Soil Science: Soil Management and Greenhouse effect. CRC Press. Boca Raton, FL.

Parfitt, R.L., B.K.G. Theng, J.S. Whitton, and T.G. Shepherd. (1997). Effects of clay minerals and land use on organic matter pools. Geoderma 75:1-12.

Paustian, K. and E.T. Elliott. Unpublished data. Field sampling of long-term experiments in U.S. and Canada for EPA carbon sequestration project

Pennock, D.J., and C. van Kessel. (1997). Effect of agriculture and of clear-cut forest harvest on landscape-scale soil organic carbon storage in Saskatchewan. Canadian Journal of Soil Science 77:211-218.

Rhoton F E, Bruce RR, Buehring NW, Elkins GB, Langdale CW, Tyler DD. (1993). Chemical and physical characteristics of four soil types under conventional and no-tillage systems. Soil and Tillage Research 28: 51-61.

Sherrod, L.A., G.A. Peterson, D.G. Westfall, and L.R. Ahuja. In press. Cropping intensification enhances soil organic carbon and nitrogen in a no-till agroecosystem. Soil Science Society of America Journal.

Pierce, F.J. and M.-C. Fortin. (1997). Long-term tillage and periodic plowing of a no-tilled soil in Michigan: Impacts, yield, and soil organic matter. Pages 141-149 in: E.A. Paul, E.T. Elliott, K. Paustian, and C.V. Cole. Soil organic matter in temperate agroecosystems: Long-term experiments in North America. CRC Press, Boca Raton, FL.

Potter, K.N., O.R. Jones, H.A. Torbert, and P.W. Unger. (1997). Crop rotation and tillage effects on organic carbon sequestration in the semiarid southern Great Plains. Soil Science 162:140-147.

Potter, K.N., H.A. Torbert, H.B. Johnson, and C.R. Tischler. (1999). Carbon storage after long-term grass establishment on degraded soils. Soil Science 164:718-723.

Powlson D.S. and D.S.Jenkinson. (1982). A comparison of the organic matter, biomass, adenosine triphosphate and mineralizable nitrogen contents of ploughed and direct-drilled soils, J. Agric. Sci. Camb. 97: 713-721.

Rasmussen, P.E, and S.L. Albrecht. (1998). Crop management effects on organic carbon in semi-arid Pacific Northwest soils. Pages 209-219 in Lal R., J.M. Kimble, R.F. Follett, and B.A. Stewart, editors. Advances in Soil Science: Management of Carbon Sequestration in Soil. CRC Press. Boca Raton, FL.

Reeder, J.D., G.E. Schuman, and R.A. Bowman. (1998). Soil C and N changes on Conservation Reserve Program lands in the Central Great Plains. Soil and Tillage Research 47:339-349.

Robles, M.D., and I.C. Burke. (1997). Legume, grass, and conservation reserve program effects on soil organic matter recovery. Ecological Applications 7:345-357.

Ross, C.W., and K.A. Hughes. (1985). Maize/oats forage rotation under 3 cultivation systems, 1978-83 2. Soil properties. New Zealand Journal of Agricultural Research 28:209-219.

Sa, J.C.M., C.C. Cerri, W.A. Dick, R. Lal, S.P.V. Filho, M.C. Piccolo, and B.E. Feigl. (2001). Organic matter dynamics and carbon sequestration rates for a tillage chronosequence in a Brazilian Oxisol. Soil Science Society of America Journal 65:1486-1499.

Saffigna, P.G., D.S. Powlson, P.C. Brookes, and G.A. Thomas. (1989). Influence of sorghum residues and tillage on soil organic matter and soil microbial biomass in an Australian vertisol. Soil Biology and Biochemistry 21: 759-765.

Saggar, S., G.W. Yeates, and T.G. Shepherd. (2001). Cultivation effects on soil biological properties, microfauna and organic matter dynamics in Eutric Gleysol and Gleyic Luvisol soils in New Zealand. Soil and Tillage Research 58:55-68.

Sainju, U.M., B.P. Singh, and W.F. Whitehead. (2002). Long-term effects of tillage, cover crops, and nitrogen fertilization on organic carbon and nitrogen concentrations in sandy loam soils in Georgia, USA. Soil and Tillage Research 63:167-179.

Salinas-Garcia, J.R., F.M. Hons, and J.E. Matocha. (1997). Long-term effects of tillage and fertilization on soil organic matter dynamics. Soil Science Society of America Journal 61:152-159.

Schiffman, P.M., and W.C. Johnson. (1989). Phytomass and detrital carbon storage during forest regrowth in the southeastern United States Piedmont. Canadian Journal of Forest Research 19:69-78.

Sidhu, A.S., and H.S. Sur. (1993). Effect of incorporation of legume straw on soil properties and crop yield in a maize-wheat sequence. Tropical Agriculture (Trinidad) 70:226-229.

Six, J., E.T. Elliot, K. Paustian, and J.W. Doran. (1998). Aggregation and soil organic matter accumulation in cultivated and native grassland soils. Soil Science Society of America Journal 62:1367-1377.

Six, J., K. Paustian, E.T. Elliott, and C. Combrink. (2000). Soil structure and organic matter: I. Distribution of aggregate-size classes and aggregate-associated carbon. Soil Science Society of America Journal 64:681-689

Slobodian, N., K. Van Rees, and D. Pennock. (2002). Cultivation-induced effects on belowground biomass and organic carbon. Soil Science Society of America Journal 66:924-930.

Solomon, D., F. Fritzsche, J. Lehmann, M. Tekalign, and W. Zech. (2002). Soil organic matter dynamics in the subhumid agroecosystems of the Ethiopian Highlands: evidence from natural 13C abundance and particle-size fractionation. Soil Science Society of America Journal 66: 969-978.

Sparling, G.P., L.A. Schipper, A.E. Hewitt, and B.P. Degens. (2000). Resistance to cropping pressure of two New Zealand soils with contrasting mineralogy. Australian Journal of Soil Research 38:85-100.

Stenberg, M., B. Stenberg, and T. Rydberg (2000). Effects of reduced tillage and liming on microbial activity and soil properties in a weakly-structured soil. Applied Soil Ecology 14:135-145.

Taboada, M.A., F.G. Micucci, D.J. Cosentino, and R.S. Lavado. (1998). Comparison of compaction induced by conventional and zero tillage in two soils of the Rolling Pampa of Argentina. Soil and Tillage Research 49:57-63.

Tiessen, H., J.W.B. Stewart, and J.R. Bettany. (1982). Cultivation effects on the amounts and concentration of carbon, nitrogen, and phosphorus in grassland soils. Agronomy Journal 74:831-835.

Unger PW. (2001). Total carbon, aggregation, bulk density, and penetration resistance of cropland and nearby grassland soils. Pages 77-92 in: R. Lal (ed.). Soil carbon sequestration and the greenhouse effect. SSSA Special Publication No. 57, Madison, WI.

Voroney, R.P., J.A. Van Veen, and E.A. Paul. (1981). Organic C dynamics in grassland soils. 2. Model validation and simulation of the long-term effects of cultivation and rainfall erosion. Canadian Journal of Soil Science 61:211-224.

Wander, M.M., M.G. Bidart, and S. Aref. (1998). Tillage impacts on depth distribution of total and particulate organic matter in three Illinois soils. Soil Science Society of America Journal 62:1704-1711.

Wanniarachchi SD, Voroney RP, Vyn TJ, Beyaert RP, MacKenzie AF. (1999). Tillage effects on the dynamics of total and corn-residue-derived soil organic matter in two southern Ontario soils. Canadian Journal of Soil Science 79: 473-480.

Westerhof, R., L. Vilela, M. Azarza, and W. Zech. (1998). Land use effects on labile N extracted with permanganate and the nitrogen management index in the Cerrado region of Brazil. Biology and Fertility of Soils 27:353-357.

Yang, X.M., and B.D. Kay. (2001). Impacts of tillage practices on total, loose-and occluded-particulate, and humified organic carbon fractions in soils within a field in southern Ontario. Canadian Journal of Soil Science 81: 149-156.

Yang, X.M., and M.M. Wander. (1999). Tillage effects on soil organic carbon distribution and storage in a silt loam soil in Illinois. Soil and Tillage Research 52:1-9.

Zhang, H., M.L. Thompson, and J.A. Sandor. (1988). Compositional differences in organic matter among cultivated and uncultivated Argiudolls and Hapludalfs derived from loess. Soil Science Society of America Journal 52:216-222.

3.4

٣-٤ المروج الطبيعية

تغطى المروج الطبيعية كما هو محدد في الفصل الثاني نحو ربع سطح الأرض (Ojima *et al.*, 1993) وهى تشمل مجموعة من الظروف المناخية التي تتراوح بين القاحلة والرطبة. ويمكن أن تتفاوت المروج الطبيعية تفاوتا كبيرا من حيث درجة وكثافة الإدارة لتتراوح بين المراعى والسافانا المستثمرة بشكل واسع، حيث تمثل معدلات تربية الحيوانات ونظم الحرائق أهم متغيرات الإدارة وبين المستثمرة بشكل كثيف (من خلال التسميد والري وتغييرات الأنواع)، مثل أراضى الرعي والدريس. ويغلب عموما على الغطاء النباتي في المروج الطبيعية النباتات العشبية المعمرة التي تستخدم على الأرجح في الرعي، وتختلف عن "الأحراج" من حيث وجود ظلة حرجية تقل عن العتبة المستخدمة في تعريف الحرج.

ويغلب الكربون التحتي في المروج الطبيعية ولاسيما في الجذور والمادة العضوية في التربة. وفى نظم مناخية معينة تحتوى تربة المروج الطبيعية في كثير من الأحيان على كربون أكثر مما في أنواع النباتات الأخرى. ويمثل الرعي والحرائق اضطرابات مشتركة تتطور بها المروج الطبيعية ولذلك يتسم الغطاء النباتي وكربون التربة في المروج الطبيعية بقدرته النسبية على تحمل الاضطرابات المعتدلة الناتجة عن الرعي ونظم الحرائق (Milchunas and Lauenroth, 1993) وفى كثير من المروج الطبيعية يمثل وجود الحرائق عاملا رئيسيا في الحيلولة دون غزو الأنواع الخشبية التي يمكن أن تؤثر بقوة على أرصدة الكربون في النظام الإيكولوجي (Jackson *et al.*, 2002).

المبادئ التوجيهية المنقحة للفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ لعام ١٩٩٦ بشأن القوائم الوطنية لجرد غازات الدفيئة (*المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*) تغيرات رصيد الكتلة الحيوية والتربة الناتجة عن تحويلات استخدامات الأراضي بين المروج الطبيعية واستخدامات الأراضي الأخرى (مثل الأراضي الزراعية)، وتغيرات رصيد كربون التربة الناتجة عن تغيرات الإدارة بين المراعى المحسنة وغير المحسنة، وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن صرف المياه من تربة الأراضي الرطبة وتكليس المراعى.

ويكمل هذا التقرير *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* من خلال ما يلي:

- إعداد المنهجيات المطلوبة لمعالجة تغيرات أرصدة الكربون في المستجمعين الرئيسيين في المروج الطبيعية وهما الكتلة الحيوية الحية والتربة؛
- اشتماله بوضوح على تأثيرات الاضطرابات الطبيعية وحرائق النباتات في المروج الطبيعية المدارة؛
- تغطيته الشاملة لتقدير تحولات استخدامات الأراضي إلى مروج طبيعية.

ويتضمن هذا القسم إرشادات عن استخدام المنهجيات الأساسية والمتقدمة المتعلقة بعمليات الجرد والإبلاغ عن الانبعاثات وعمليات الإزالة في مستجمعات كربون الكتلة الحيوية والتربة في المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية وفى الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية. ويتناول هذا القسم أيضا أساليب تقدير انبعاثات الغازات من غير ثاني أكسيد الكربون. وتسير المنهجيات وفقا لهيكل من المستويات الهرمية، حيث تستخدم أساليب المستوى ١ القيم الافتراضية مع الاقتصار في العادة على تفاصيل محدودة للبيانات المتعلقة بمساحات الأراضي. ويقابل المستوى ٢ استخدام المعاملات الخاصة بالبلد و/أو التصنيفات الأدق لمساحة الأراضي، مما يقلل من عدم التيقن المرتبط بتقديرات الانبعاثات/الإزالة. وتستخدم مع أساليب المستوى ٣ النهج الخاصة بالبلد الأكثر تعقيدا. ويتم، حيثما أمكن، تحديث القيم الافتراضية المستمدة من *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* وتقديم قيم افتراضية جديدة استنادا إلى آخر استنتاجات البحوث.

٣-٤-١ المروج الطبيعية التي تظل مروجاً طبيعية

تتأثر أرصدة الكربون في المروج الطبيعية الدائمة بالأنشطة البشرية والاضطرابات الطبيعية بما في ذلك قطع الكتلة الحيوية الخشبية وتدهور المراعى وعمليات الرعي والحرائق وإعادة الإعمار وإدارة المراعى وما إلى ذلك. وقد يكون حجم الكتلة الحيوية المنتجة سنويا في المروج الطبيعية كبيرا، ولكن الرصيد القائم للكتلة الحيوية الظاهرة قلما يزيد عن بضعة أطنان في

كتلة هكتار بسبب سرعة التجدد والإزالة الناتجين عن المراعى والحرائق . وقد تتراكم مقادير أكبر في المكونات الخشبية للغطاء النباتي وفى الكتلة الحيوية للجذور وفى التربة. ويتأثر معدل زيادة أو نقص أرصدة الكربون في كل واحد من هذه المستجمعات بممارسات الإدارة، مثل ممارسات الإدارة المبينة أعلاه.

ويتضمن هذا القسم إرشادات بشأن تقدير تغيرات أرصدة الكربون في المروج الطبيعة التي تظل مروجا طبيعية (GG) وذلك في اثنين من مستجمعات الكربون هما الكتلة الحيوية الحية والتربة. ولا تتوافر حاليا معلومات كافية لوضع معاملات افتراضية لتقدير مستجمعات المادة العضوية الميتة. ولذلك فإن مجموع التغير السنوي في أرصدة الكربون في المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية يساوى مجموع التقديرات السنوية لتغيرات أرصدة الكربون في كل مستجمع من مستجمعات الكربون، أي الكتلة الحيوية الحية والتربة، كما هو مبين في المعادلة ٣-٤-١. ونبين أدناه التقنيات المستخدمة في تقدير كل مستجمع على حدة.

المعادلة ٣-٤-١

التغير السنوي في أرصدة الكربون في المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية

$$\Delta C_{GG} = \Delta C_{GG_{LB}} + \Delta C_{GG_{Soils}}$$

حيث:

ΔC_{GG} = التغير السنوي في أرصدة الكربون في المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية، أطنان كربون/سنة؛

$\Delta C_{GG_{LB}}$ = التغير السنوي في أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية في المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية، أطنان كربون/سنة؛

$\Delta C_{GG_{Soils}}$ = التغير السنوي في أرصدة كربون التربة في المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية، أطنان كربون/سنة؛

ولتحويل أطنان الكربون إلى جيغا غرام من ثاني أكسيد الكربون، تضرب القيمة في ٤٤/١٢ و$١٠^{-٣}$. وبخصوص (علامات) الإشارات، يمكن الرجوع إلى القسم ٣-١-٧ أو المرفق ٢ (جداول الإبلاغ وصحائف العمل).

الجدول ٣-٤-١
وصف مستويات الفئات الفرعية في إطار المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية

المستوى / الفئات الفرعية	المستوى ١	المستوى ٢	المستوى ٣
الكتلة الحيوية الحية	يفترض عدم وجود أي تغير في أرصدة الكربون	تستخدم القيم الخاصة بالبلد لحساب تراكم الكربون ومعدلات الإزالة والمسوح السنوية أو الدورية لتقدير المساحات المندرجة تحت مختلف فئات المروج الطبيعية بحسب المناطق المناخية	يستخدم النهج الخاص بالبلد بقياسات مكانية دقيقة (مثل النمذجة أو القياس)
التربة	تستخدم المعاملات الافتراضية مع تغيرات الكربون في التربة المعدنية. ولابد من تصنيف المساحات بحسب نوع المناخ والتربة. وبالنسبة لتغيرات كربون التربة العضوية، تستخدم المعاملات الافتراضية وتصنف المساحات بحسب المناطق المناخية. وتستخدم معاملات الانبعاث الافتراضية مع الانبعاثات الناتجة عن التكليس.	بخصوص التربة المعدنية والعضوية على السواء، تستخدم مجموعة ما من المعاملات الافتراضية و/أو الخاصة بالبلد وتقديرات مساحات الأراضي ذات الاستبانة المكانية الأدق بصورة متزايدة. وبالنسبة للانبعاثات الناتجة عن التكليس، تستخدم معاملات الانبعاث تبعا لنوع الجير المستخدم.	يستخدم النهج الخاص بالبلد بمقياس مكاني دقيق (مثل النمذجة أو القياس)

٣-٤-١-١ تغير أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية

على الرغم من التشابه المفاهيمي في الأساليب المستخدمة في تقدير تغيرات الكتلة الحيوية في المروج الطبيعية والأراضي الزراعية والأراضي الحرجية (المبينة بالتفصيل في القسم ٣-٢-١-١)، هناك عدد من الطرق التي تنفرد بها المروج الطبيعية. فالمروج الطبيعية تتعرض لحرائق متكررة في الغطاء النباتي يمكن أن تؤثر على تكثيف السافانا[١]، وعلى الوفيات وتجدد النمو ونسبة الجذور إلى الأغصان. ويمكن أن تتأثر أرصدة الكتلة الحيوية بأنشطة الإدارة الأخرى مثل إزالة الأشجار والآجام وتحسين المراعى وزراعة الأشجار (المراعى الحرجية)، وفرط الرعي والتدهور. وفيما يتعلق بالأنواع الخشبية في السافانا (المروج الطبيعية المزروعة بالأشجار)، تختلف علاقات القياس التبايني عن تلك المستخدمة في الأحراج بسبب وجود أعداد كبيرة من الأشجار المتعددة السوق، وكثرة عدد الجنيبات، والأشجار المجوفة، وارتفاع نسبة الأشجار الميتة القائمة، وارتفاع نسب الجذور إلى الأغصان وتجدد نمو الأشجار المقطوعة.

٣-٤-١-١-١ القضايا المنهجية

تبين المعادلة ٣-٤-٢ المعادلة الموجزة المستخدمة لتقدير تغيرات أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية في المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية. ويمكن تصنيف المروج الطبيعية بحسب أنواعها أو أقاليمها أو مناطقها المناخية تبعا للمستوى المنهجي المطبق وتوافر البيانات.

المعادلة ٣-٤-٢

التغير السنوي في أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية في المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية

$$\Delta C_{GGLB} = \sum_c \sum_i \sum_m \Delta C_{GGLB(c,i,m)}$$

حيث:

$\Delta C_{GG_{LB}}$ = التغير السنوي في أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية في المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية في كل أنواع المروج الطبيعية i، والأقاليم المناخية c، ونظم الإدارة m، أطنان كربون/سنة

$\Delta C_{GGLB(c,i,m)}$ = تغير أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية في نوع محدد من المروج الطبيعية i، والمنطقة المناخية c ونظام الإدارة m، أطنان كربون/سنة

يشمل مستجمع الكتلة الحيوية الحية في المروج الطبيعية أرصدة الكربون الظاهرة والتحتية في النباتات الخشبية والعشبية (الكلأ والعشب العلفي). على أن أرصدة الكربون في المكون العشبي الظاهر تعتبر في العادة صغيرة ولا تتأثر نسبيا بالإدارة. وهكذا فإن الكتلة الحيوية العشبية الظاهرة لا تؤخذ في الحسبان إلا عند تقدير انبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن الحرق. وأما مخونات الكربون في الكتلة الحيوية التحتية للنباتات العشبية فهي أكبر وأكثر حساسية لتغيرات الإدارة ولذلك فإنها تدرج في تقديرات تغيرات أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية في المروج الطبيعية.

٣-٤-١-١-١ اختيار الأسلوب

ينبغي على جميع البلدان أن تسعى إلى تحسين النهج المستخدمة في الجرد والإبلاغ، وذلك عن طريق التقدم نحو استخدام المستوى الأعلى قدر الإمكان بالنظر إلى الظروف الوطنية. ومن *الممارسة السليمة* أن تستخدم البلدان نهج المستوى ٢ أو المستوى ٣ عندما تكون انبعاثات وعمليات إزالة الكربون في المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية فئة رئيسية، وإذا كانت الفئة الفرعية للكتلة

---

[١] "تكثيف السافانا" هو مصطلح عام يطلق على الزيادة في الكثافة والكتلة الحيوية للأنواع الخشبية في النظم الإيكولوجية في المروج الطبيعية على مر الزمن بسبب التغيرات في نظم الحرائق و/أو الرعي، فضلا عن التغيرات المناخية. فعلى سبيل المثال تشير التقديرات إلى أن طغيان/تكثف الكتلة الحيوية الخشبية في المروج الطبيعية في أمريكا الجنوبية قد أدى إلى زيادة أرصدة الكتلة الحيوية بنحو ٠,٧ طن من المادة الجافة/هكتار/سنة خلال عدة سنوات (Pacala *et. al.* 2001).

الحيوية الحية مهمة استنادا إلى المبادئ المبينة في الفصل الخامس. وينبغي على البلدان أن تستخدم مخطط تسلل القرارات المبين في الشكل ٣-١-١ للمساعدة على اختيار الأسلوب.

المستوى ١: في المروج الطبيعية التي لا تتغير فيها ممارسات الإدارة تكون أرصدة كربون الكتلة الحيوية في حالة ثبات تقريبي (أي أن تراكم الكربون الناتج عن نمو النباتات تقابله تقريبا فواقد الكربون الناتجة عن التحلل والحرائق). وقد تكون تغيرات الأرصدة كبيرة في المروج الطبيعية التي تتغير فيها ممارسات الإدارة على مر الزمن (وذلك مثلا من خلال تكثف السافانا أو إزالة الأشجار/الجنيبات لأغراض الرعي، وتحسين إدارة المراعى وغير ذلك من الممارسات). على أنه لا تتوافر معلومات لوضع معدلات افتراضية عامة للتغير في أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية في المروج الطبيعية وذلك فيما يتعلق بمختلف نظم الإدارة. ولذلك يتمثل افتراض المستوى ١ في عدم وجود أي تغير في أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية.

المستوى ٢: في المستوى ٢، تقدر تغيرات رصيد الكربون في الكتلة الحيوية الظاهرة والتحتية في النباتات الخشبية المعمرة وفي الكتلة الحيوية التحتية في الكلأ كما هو مبين في المعادلة ٣-٤-٣.

المعادلة ٣-٤-٣

التغير السنوي في أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية

في المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية

$$\Delta C_{GG_{LB(c,i,m)}} = (\Delta B_{perennial} + \Delta B_{grasses}) \bullet CF$$

حيث:

$\Delta C_{GG_{LB(c,i,m)}}$ = تغير أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية في نوع محدد من المروج الطبيعية i، والمناطق المناخية c، ونظم الإدارة m، أطنان كربون/سنة؛

$\Delta B_{perennial}$ = تغير الكتلة الحيوية الخشبية المعمرة الظاهرة والتحتية، أطنان مادة جافة/سنة؛

$\Delta B_{grasses}$ = تغير الكتلة الحيوية التحتية في الكلأ، أطنان مادة جافة/سنة؛

CF = جزء الكربون في المادة الجافة (القيمة الافتراضية = ٠,٥)، أطنان كربون/(أطنان مادة جافة).

ويمكن تقدير تغيرات الكتلة الحيوية الحية ΔB بإحدى طريقتين: باستخدام المعدلات السنوية للزيادة والنقص (المعادلة ٣-٤-٤) أو باستخدام أرصدة الكتلة الحيوية في نقطتين زمنيتين (المعادلة ٣-٤-٥).

المعادلة ٣-٤-٤

التغير السنوي في الكتلة الحيوية الحية (النهج القائم على المعدلات)

$$\Delta B_i = A_i \bullet (G - L)$$

حيث:

ΔB_i = التغير السنوي في الكتلة الحيوية الحية في نوع المروج الطبيعية i ، أطنان مادة جافة/سنة؛

A_i = مساحة المروج الطبيعية للنوع i، بالهكتار؛

G = متوسط النمو السنوي في الكتلة الحيوية، أطنان مادة جافة/هكتار/سنة؛

L = متوسط الكتلة الحيوية المفقودة سنويا، أطنان مادة جافة/هكتار/سنة.

ويمكن استخدام نهج اختلاف الكتلة الحيوية (المعادلة ٣-٤-٥) في الحالات التي يتم فيها تقدير البيانات المتعلقة بأرصدة الكتلة الحيوية على فترات منتظمة من خلال بعض أنواع نظم الجرد الوطنية. ويتم حساب الفرق بين مجموع أرصدة الكتلة الحيوية عند

نقطتين زمنيتين. وتقسم هذه القيمة على عدد السنوات التي تفصل بين عمليات القياس من أجل الحصول على المعدل السنوي لتغير أرصدة الكتلة الحيوية.

المعادلة ٣-٤-٥

التغير السنوي في الكتلة الحيوية الحية (نهج الاختلاف)

$$\Delta B = (B_{t2} - B_{t1}) / (t_2 - t_1)$$

حيث:

ΔB= التغير السنوي في الكتلة الحيوية الحية، أطنان مادة جافة/سنة

B_{t_2}=الكتلة الحيوية عند الزمن t_2 طنان مادة جافة.

B_{t_1}=الكتلة الحيوية عند الزمن t_1 أطنان مادة جافة

وتشمل أساليب المستوى ٢ التقديرات القطرية والإقليمية لأرصدة الكتلة الحيوية بحسب الأنواع الرئيسية للمروج الطبيعية وبحسب نشاط الإدارة وتشمل أيضا تقديرات تغير الأرصدة كدالة لنشاط الإدارة الرئيسي (أي الرعي ونظم الحرائق وإدارة الإنتاجية).

ويمكن استخدام أي من النهج المبينة أعلاه لتقدير التغيرات في الكتلة الحيوية الظاهرة والتحتية. وفى المروج الطبيعية المنشأة منذ فترة طويلة، لا يرجح حدوث تغيرات في الكتلة الحيوية إلا استجابة لتغيرات حديثة نسبيا (وذلك مثلا خلال العشرين عاما الماضية) في ممارسات الإدارة. ولذلك من *الممارسة السليمة* الربط بين تقديرات تغير الكتلة الحيوية وبين ظروف الإدارة المحددة مصنفة، إن أمكن، بحسب نوع المناخ والمروج الطبيعية. ومثال ذلك أنه عند استخدام نهج المعدل، تضرب مساحة المروج الطبيعية شبه القاحلة المستخدمة لأغراض الرعي الكثيف في المعاملات G وL الخاصة بالمروج الطبيعية شبه القاحلة المستخدمة في الرعي الكثيف. وفى حالة استخدام نهج الاختلاف، ينبغي حين إذ قياس أرصدة الكتلة الحيوية أو تقديرها كل على حدة في كل نوع من أنواع المروج الطبيعية التي تخضع لنظم إدارة محددة. ويمكن أن يشمل تصنيف نظم الإدارة/ظروف المروج الطبيعية فئات من قبيل المروج الطبيعية الأصلية الواسعة الإدارة، والمروج الطبيعية المعرضة لغزو الكتلة الحيوية الخشبية، والمروج الطبيعية المعرضة للتدهور المعتدل والشديد، والمراعى المحسنة المدارة بكثافة (انظر عموما ظروف الإدارة المحددة في القسم ٣-٤-١-٢ المتعلق بتغيرات أرصدة الكربون في التربة).

وفي حين يمكن استخدام المعادلتين ٣-٤-٤ و ٣-٤-٥ لتقدير تغيرات أرصدة الكتلة الحيوية التحتية مباشرة، يتم في كثير من الأحيان تقريب أرصدة الكتلة الحيوية التحتية باستخدام معاملات التوسع المطبقة على أرصدة الكتلة الحيوية الظاهرة. وتمثل هذه المعاملات نسب الكتلة الحيوية التحتية إلى الكتلة الحيوية الظاهرة والتي قد تعرف أيضا بأنها نسبة الجذور إلى الأغصان. وقد تتفاوت النسب تبعا لنوع المروج الطبيعية والمنطقة المناخية والأنشطة المستخدمة في الإدارة. وتبين المعادلة ٣-٤-٦ كيفية تقدير مجموع أرصدة الكتلة الحيوية (الظاهرة والتحتية). ويلاحظ أنه لابد أن تقدر أولا الكتلة الحيوية الظاهرة (B_{AG}) ثم تطبق بعد ذلك المعادلة ٣-٤-٦. ويمكن استخدام مجموع رصيد الكتلة الحيوية (B_{Total}) أو رصيد الكتلة الحيوية التحتية (B_{BG})، أو رصيد الكتلة الحيوية الظاهرة (B_{AG}) المأخوذ من المعادلة رقم ٣-٤-٦ في المعادلة ٣-٤-٥ لتقدير تغيرات أرصدة الكتلة الحيوية على مر الزمن.

المعادلة ٣-٤-٦

مجموع الكتلة الحيوية

$$B_{Total} = B_{AG} + B_{BG}$$

and

$$B_{BG} = B_{AG} \bullet R$$

حيث:

B_{Total} = مجموع الكتلة الحيوية الظاهرة والتحتية، أطنان مادة جافة.

B_{AG} = الكتلة الحيوية الظاهرة، أطنان مادة جافة

B_{BG} = الكتلة الحيوية التحتية، أطنان مادة جافة

R = نسبة الجذور إلى الأغصان، بدون أبعاد

المستوى ٣: يشمل المستوى ٣ نظم الجرد باستخدام الأساليب الإحصائية في أخذ عينات لأرصدة الكربون على مر الزمن و/أو نماذج العمليات المصنفة بحسب أنواع المناخ والمروج الطبيعية ونظم الإدارة. ومثال ذلك أنه يمكن تقدير صافى تغيرات أرصدة كربون الكتلة الحيوية في المروج الطبيعية على مر الزمن باستخدام نماذج النمو المحددة بحسب الأنواع والتي تشمل تأثيرات أنشطة الإدارة، من قبيل كثافة الرعي والحرائق والتسميد في ظل وجود بيانات مناظرة عن أنشطة الإدارة. ويمكن استخدام النماذج جنبا إلى جنب مع تقديرات الأرصدة باستخدام العينات الدورية المشابهة لتلك المستخدمة في القوائم التفصيلية لجرد الأحراج، وذلك لتقدير تغيرات الأرصدة كما في المعادلة ٣-٤-٥ لإجراء عمليات استقراء مكاني لمساحات المروج الطبيعية.

٣-٤-١-١-١-٢ اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة

المستوى ١: عند استخدام أسلوب المستوى ١ فإن الافتراض الأساسي يتمثل في عدم وجود أي تغيرات في أرصدة الكتلة الحيوية. ولذلك لا توجد أي معاملات افتراضية للانبعاثات/الإزالة.

المستوى ٢: تتوافر بعض البيانات التي تساعد على إجراء تقديرات باستخدام أسلوب المستوى ٢. وتشمل المعاملات المطلوبة لإجراء تقديرات باستخدام المستوى ٢: نمو الكتلة الحيوية (**G**) والفقد (**L**) أو أرصدة الكتلة الحيوية عند نقاط زمنية متعددة (Bt, Bt-1)، ومعاملات التوسع للكتلة الحيوية التحتية.

ويتطلب النهج القائم على المعدلات (المعادلة ٣-٤-٤) اشتقاق معدلات الفقد (أي L) في المعادلة (٣-٤-٤) الخاصة بالكتلة الحيوية الخشبية (مثل الفواقد الناتجة عن القطع أو إزالة الجنيبات) والكتلة الحيوية التحتية للأنواع العشبية (وذلك مثلا بسبب تدهور المراعى)، وصافى معدلات النمو (مثل النمو الناتج عن زيادة كثافة السافانا أو عمليات تحسين المراعى) للكتلة الحيوية الخشبية والتحتية الخشبية (G في المعادلة ٣-٤-٤). ولتحديد معاملات نمو وفقد الكربون باستخدام القيم المبلغ عنها بشأن أرصدة الكربون، يلزم على الأقل معرفة التقديرات عند نقطتين زمنيتين. ويحسب بعد ذلك تغير أرصدة الكربون بين هاتين الفترتين الزمنيتين ويقسم هذا المقدار على عدد سنوات الفترة الزمنية للحصول على المعدل السنوي. وينبغي تقدير معدلات التغير استجابة للتغيرات التي تطرأ على أنشطة الإدارة/استخدام الأراضي المحددة (مثل تسميد المراعى أو إزالة الجنيبات أو زيادة كثافة السافانا). وينبغي مقارنة نتائج البحوث الميدانية مع تقديرات نمو وفقد الكربون المستمدة من المصادر الأخرى وذلك للتثبت من عدم خروجها عن النطاقات الموثقة. ويمكن تعديل معدلات نمو وفقد الكربون المبلغ عنها استنادا إلى البيانات الإضافية وآراء الخبراء شريطة اشتمال تقرير الجرد على أُسس منطقية ووثائق واضحة. (ملحوظة: من المهم عند اشتقاق تقديرات معدلات تراكم الكتلة الحيوية الاعتراف بأن *صافى* تغيرات أرصدة الكتلة الحيوية تحدث أساسا أثناء السنوات الأولى (عشرين سنة مثلا) بعد التغيرات في الإدارة. وتصل أرصدة الكتلة الحيوية بعد ذلك الوقت إلى حالة الثبات مع قلة أو انعدام تغيرات أرصدة الكتلة الحيوية ما لم تطرأ أي تغيرات أخرى على ظروف الإدارة).

ويلزم معرفة البيانات الإقليمية أو القطرية المتعلقة بأرصدة الكتلة الحيوية لاستخدامها في المعادلة ٣-٤-٥. ويمكن الحصول على تلك البيانات من خلال مجموعة من الأساليب، بما في ذلك تقدير الكثافة (الغطاء التاجي) للنباتات الخشبية باستخدام الصور الجوية (أو الصور الساتلية العالية الاستبانة) والقياسات الميدانية لقطع الأراضي. ويمكن أن يتفاوت كثيرا تركيب الأنواع وكثافة الكتلة الحيوية الظاهرة في مقابل الكتلة الحيوية التحتية في مختلف أنواع المروج الطبيعية وفى مختلف الظروف. ولذلك قد يكون من الملائم تصنيف أنشطة جمع العينات وإجراء المسوح بحسب أنواع المروج الطبيعية. ويتضمن الفصل الخامس (القسم ٥-٣) إرشادات عامة عن تقنيات المسح وأخذ العينات في عمليات جرد الكتلة الحيوية.

ويتضمن الجدول ٣-٤-٢ التقديرات الافتراضية لأرصدة الكتلة الحيوية الظاهرة والإنتاجية الظاهرة السنوية. وهذه التقديرات هي قيم للمتوسطات العالمية بحسب مناطق المناخ الرئيسية وليس الغرض منها أن تكون أساسا لتقديرات تغير رصيد الكتلة الحيوية باستخدام أسلوب المستوى ٢ ولكن يمكن الاستفادة منها كقيم افتراضية لتقدير انبعاثات الغازات من غير ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن الحرق (انظر القسم ٣-٤-١-٣) ولإجراء مقارنة من الدرجة الأولى مع تقديرات أرصدة الكتلة الحيوية باستخدام البيانات المشتقة على مستوى البلد.

الجدول ٣-٤-٢

التقديرات الافتراضية للكتلة الحيوية القائمة في المروج الطبيعية (كمادة جافة) وصافى الإنتاج الأولى الظاهري بحسب المناطق المناخية المحددة من الفريق الحكومي الدولي

المنطقة المناخية المحددة من الفريق الحكومي الدولي	ذروة الكتلة الحيوية الحية الظاهرة (أطنان مادة جافة/هكتار)			صافى الإنتاج الأولى الظاهري (ANPP) (أطنان مادة جافة/هكتار/سنة)		
	المتوسط	عدد الدراسات	الخطأ[١]	المتوسط	عدد الدراسات	الخطأ[١]
الشمالية – الجافة والمطيرة[٢]	١,٧	٣	±٧٥%	١,٨	٥	±٧٥%
المعتدلة الباردة – الجافة	١,٧	١٠	±٧٥%	٢,٢	١٨	±٧٥%
المعتدلة الباردة – المطيرة	٢,٤	٦	±٧٥%	٥,٦	١٧	±٧٥%
المعتدلة الدافئة – الجافة	١,٦	٨	±٧٥%	٢,٤	٢١	±٧٥%
المعتدلة الدافئة – المطيرة	٢,٧	٥	±٧٥%	٥,٨	١٣	±٧٥%
المدارية – الجافة	٢,٣	٣	±٧٥%	٣,٨	١٣	±٧٥%
المدارية – الرطبة والمطيرة	٢ ،٦	٤	±٧٥%	٨,٢	١٠	±٧٥%

تم تجميع البيانات المتعلقة بالكتلة الحيوية الحية القائمة من المتوسطات المتعددة السنوات المبلغ عنها في مواقع المروج الطبيعية المسجلة في قاعدة بيانات:

ORNL DAAC NPP [http://www.daac.ornl.gov/NPP/html_docs/npp_site.html]

واستمدت تقديرات الإنتاج الأولى الظاهري من المصادر التالية:

Olson, R. J., J. M. O. Scurlock, S. D. Prince, D. L. Zheng, and K. R. Johnson (eds.). 2001. NPP Multi-Biome: NPP and Driver Data for Ecosystem Model-Data Intercomparison.

وتتاح هذه المصادر مباشرة على هذا الموقع الشبكي [http://www.daac.ornl.gov/NPP/html_docs/EMDI_des.html]

[١] يمثل تقديرا اسميا للخطأ بما يعادل ضعف الانحراف المعياري، كنسبة مئوية من المتوسط.

[٢] بالنظر إلى قلة البيانات، تم الجمع بين المناطق الجافة والرطبة في نظم درجات الحرارة الشمالية وبين المناطق الرطبة والمطيرة الشمالية.

ويمكن أن يمثل تقدير الكتلة الحيوية التحتية عنصرا مهما في مسوح الكتلة الحيوية في المروج الطبيعية، ولكن القياسات الميدانية تشكل عناء كبيرا وتمثل صعوبة، ولذلك تستخدم في كثير من الأحيان معاملات التوسع لتقدير الكتلة الحيوية التحتية استنادا إلى الكتلة الحيوية الظاهرة. وقد أسفرت عمليات تكييف الحرائق والرعي عن زيادة نسب الجذور إلى الأغصان مقارنة بالكثير من النظم الإيكولوجية الأخرى.وبذلك لا يمكن استخدام معاملات توسع الكتلة الحيوية في المناطق الحرجية بدون تعديل. ويتضح من نسب الجذور إلى الأغصان وجود نطاقات واسعة في القيم على مستوى الأنواع الفردية (e.g. Anderson *et al.*, 1972) والمجموعات (مثل، Jackson *et al.*, 1996; Cairns *et al.*, 1997). وهكذا يوصَى بأن تستخدم، قدر المستطاع، نسب الجذور إلى الأغصان المشتقة عمليا على مستوى مناطق أو أنواع نباتية محددة. ويتضمن الجدول ٣-٤-٣ نسب الجذور إلى الأغصان الافتراضية في النظم الإيكولوجية الرئيسية للمروج الطبيعية في العالم. ويمكن استخدام هذه البيانات كقيم افتراضية عندما لا يكون لدى البلدان معلومات محددة إقليميا لوضع نسب خاصة بالبلد. كما يتضمن الجدول النسب الخاصة بالأحراج/السافانا والجنبات للاستخدام في البلدان التي تدرج تلك الأراضي في قوائم جرد المروج الطبيعية.

المستوى٣: لا تستخدم معاملات تغير الأرصدة أو معاملات الانبعاث في حد ذاتها عند تطبيق نهج المستوى ٣ التي تستعمل مثلا مجموعة من النماذج الدينامية، إلى جانب قياسات جرد تغيرات أرصدة الكتلة الحيوية. ويتم اشتقاق تقديرات الانبعاثات/الإزالة

باستخدام النهج القائمة على النماذج من خلال التفاعل بين المعادلات المتعددة التي تستخدم في تقدير صافى تغير أرصدة الكتلة الحيوية في حدود النماذج. وتتمثل أهم معايير اختيار النماذج الملائمة في قدرتها على تمثيل كل ممارسات الإدارة التي تعبر عنها بيانات الأنشطة. ومن الأهمية البالغة أن يتم التثبت من النموذج من خلال المشاهدات المستقلة في المواقع الميدانية الإقليمية أو القطرية التي تمثل تغيرات المناخ والتربة ونظم إدارة المروج الطبيعية في البلد.

الجدول ٣-٤-٣

معاملات التوسع الافتراضية (نسب الجذور إلى الأغصان) في النظم الإيكولوجية الرئيسية للسافانا/المراعى في العالم

	نوع الغطاء النباتي	المنطقة المناخية التقريبية المحددة من الفريق الحكومة الدولي ١	نسبة الجذور إلى الأغصان الجذور إلى الأغصان	الرقم	الخطأ ٢
المروج الطبيعية	المروج الطبيعية في السهوب/التندرا/البراري	الشمالية (الجافة والمطيرة) والمعتدلة الباردة المطيرة والمعتدلة الدافئة المطيرة	٤	٧	±١٥٠%
	المروج الطبيعية شبه القاحلة	الجافة (المعتدلة الباردة والمعتدلة الدافئة والمدارية)	٢,٨	٩	±٩٥%
	المروج الطبيعية المدارية/شبه المدارية	المدارية الرطبة والمطيرة	١,٦	٧	±١٣٠%
أخرى	الأحراج/السافانا		٠,٥	١٩	±٨٠%
	الجنبات		٢,٨	٩	±١٤٤%

(١) صنفت مصادر البيانات بحسب أنواع المناطق الأحيائية للمروج الطبيعية ولذلك فإن تناظرها مع المناطق المناخية المحددة من الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ ليست سوى عمليات تقريبية.

(٢) يعبر عن تقديرات الأخطاء بأنها ضعف الانحراف المعياري كنسبة مئوية من المتوسط.

٣-٤-١-١-١-٣ اختيار بيانات الأنشطة

تشير بيانات الأنشطة في هذا القسم إلى تقديرات مساحات الأراضي (A_i) في المروج الطبيعية الطويلة الأجل (أي التي لم تحول مؤخرا من استخدامات الأراضي الأخرى). وبالإضافة إلى ذلك ستحتاج البلدان إلى تقدير مساحات الأراضي المحروقة كل عام وذلك لتقدير انبعاثات الغازات من غير ثاني أكسيد الكربون. ويتضمن الفصل الثاني إرشادات عامة بشأن النهج المستخدمة في معرفة وتصنيف المساحات بحسب مختلف فئات استخدامات الأراضي. ولتقدير الانبعاثات وعمليات الإزالة من هذا المصدر، تحتاج البلدان إلى الحصول على مساحات أراضى المروج الطبيعية وأن تكون مصنفة حسب الاقتضاء بحيث تقابل معاملات الانبعاث المتاحة وغيرها من البارامترات. وبالنظر إلى أن المستوى ١ يفترض عدم حدوث أي تغييرات صافية في الكتلة الحيوية في المروج الطبيعية من خلال النمو والفقد، فلا حاجة إلى وضع بيانات للأنشطة عند المستوى ١ باستثناء تقدير انبعاثات الغازات من غير ثاني أكسيد الكربون المرتبطة بالحرق (القسم ٣-٤-١-٣). وتتعلق الإرشادات الواردة أدناه بإعداد بيانات الأنشطة المستخدمة مع أسلوب المستوى ٢ وأسلوب المستوى ٣.

وتستخدم المسوح السنوية أو الدورية جنبا إلى جنب مع النهج المبينة في الفصل الثاني وذلك لتقدير متوسط المساحة السنوية للأراضي في المروج الطبيعية. وتقسم مساحة الأراضي بعد ذلك بحسب المناطق المناخية العامة وممارسات الإدارة حتى تتماشى

مع قيم G و L. ويمكن استخدام الإحصائيات الدولية، مثل قواعد بيانات منظمة الأغذية والزراعة *والمبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي المعنى بتغير المناخ*، والمصادر الأخرى لتقدير مساحة أراضى المروج الطبيعية. ويمكن تقدير مساحة الأراضي المحروقة وذلك من خلال معرفة متوسط تكرار الحرائق في مختلف أنواع المروج الطبيعية أو استنادا إلى قياسات أدق، مثل استخدام الاستشعار من بعد لجرد المساحات المحروقة.

ولتحسين التقديرات، تستخدم المسوح السنوية أو الدورية الأكثر تفصيلا لتقدير مساحات المروج الطبيعية المصنفة بحسب أنواع المروج الطبيعية والمناطق المناخية ونظم الإدارة. وإذا لم تتوافر البيانات الخاصة بالبلد الدقيقة الاستبانة إلا جزئيا، فيتم تشجيع البلدان على استقراء كل قاعدة أراضى المروج الطبيعية باستخدام الافتراضات السليمة المستمدة من أفضل المعلومات المتاحة.

ويتطلب أسلوب المستوى ٣ بيانات للأنشطة العالية الاستبانة وأن تكون مصنفة على المستويات دون الوطنية إلى مقاييس شبكية دقيقة. ومثلما في المستوى ٢، تصنف مساحات الأراضي إلى أنواع المروج الطبيعية المحددة بحسب فئات المناخ والإدارة الرئيسية، وتستخدم، إن أمكن تقديرات المساحة المحددة مكانيا لتيسير التغطية الكاملة للمروج الطبيعية ولكفالة عدم المبالغة في التقديرات أو التقليل منها. وبالإضافة إلى ذلك يمكن ربط تقديرات المساحة المحددة مكانيا بمعدلات تراكم وإزالة الكربون المحلية والآثار الناجمة عن إعادة التخزين والإدارة، وتحسين دقة التقديرات.

٣-٤-١-١-١-٤ تقدير عدم التيقن

بالنظر إلى أن المستوى ١ يفترض عدم حدوث أي تغيير في الكتلة الحيوية للمروج الطبيعية، من غير الملائم إعداد تقديرات لعدم التيقن في المستوى ١. وتتعلق الإرشادات الواردة أدناه بتقديرات عدم التيقن في المستويين ٢ و ٣.

وتشمل مصادر عدم التيقن درجة الدقة في تقديرات مساحة الأراضي (A_i) وجزء مساحة الأراضي المحروق ($f_{burned,i}$))، والزيادة في الكربون والفواقد G، وL، ورصيد الكربون (B)، ومعامل التوسع (EF). ومن *الممارسة السليمة* حساب تقديرات الأخطاء (أي الانحرافات المعيارية والخطأ المعياري أو نطاقاته) لكل قيمة من القيم الخاصة بالبلد، واستخدام تلك التقديرات في إجراء تقدير أساسي لعدم التيقن. ويمكن استخدام تقديرات عدم التيقن الافتراضية الواردة في الجدول ٣-٤-٣ فيما يتعلق بمعاملات توسع الكتلة الحيوية.

وقد تستخدم أيضا نهج المستوى ٢ بيانات الأنشطة الأدق استبانة، مثل تقديرات المساحة في مختلف المناطق المناخية أو في مختلف نظم إدارة المروج الطبيعية داخل الحدود الوطنية. ومن شأن البيانات ذات الاستبانة الدقيقة أن تقلل من مستويات عدم التيقن عندما تقترن بمعاملات تراكم الكربون المحددة لقواعد الأراضي ذات القياسات الأدق.

ويمكن استخدام هذه المعلومات مع قياس عدم التيقن المرتبط بتقديرات المساحة (الفصل الثاني) لتقدير عدم التيقن المرتبط بتقديرات انبعاثات وعمليات إزالة الكربون في الكتلة الحيوية في المروج الطبيعية باستخدام منهجية المستوى ١ المتعلقة بتحليل عدم التيقن في الفصل ٥-٢ (تحديد وقياس عدم التيقن).

٣-٤-١-٢ تغير أرصدة كربون التربة

٣-٤-١-٢-١ القضايا المنهجية

تتضمن *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* أساليب تقدير انبعاثات وعمليات امتصاص ثاني أكسيد الكربون في التربة نتيجة استخدامات الأراضي والإدارة (القسم ٥-٣) التي يمكن تطبيقها على كل استخدامات الأراضي، بما في ذلك المروج الطبيعية. وتنظر المنهجية المستخدمة في تغيرات رصيد الكربون العضوي (انبعاثات أو عمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون) في التربة المعدنية وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون من التربة العضوية (أي التربة الخثية أو النبيسة) المحولة إلى مراع، وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن تكليس تربة أراضي المروج الطبيعية.

وفيما يتعلق بتغيرات أرصدة كربونات التربة المعدنية، تحدد *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* أرصدة كربون التربة بأنها كربون عضوي داخل في تكوين طبقات التربة المعدنية على عمق ٣٠ سنتيمترا ولا تشمل الكربون في المخلفات السطحية (أي

المادة العضوية الميتة) أو تغيرات الكربون غير العضوي (أي معادن الكربونات). وفى معظم أنواع تربة المروج الطبيعية، تمثل المخلفات السطحية رصيدا ثانويا بالمقارنة مع الكربون الموجود داخل التربة.

فيما يلي أدناه المعادلة الموجزة ٣-٤-٧ لتقدير تغير أرصدة الكربون في التربة:

المعادلة ٣-٤-٧

التغير السنوي في أرصدة كربون التربة في المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية

$$\Delta C_{GG_{Soils}} = \Delta C_{GG_{Mineral}} - \Delta C_{GG_{Organic}} - \Delta C_{GG_{Liming}}$$

حيث:

$\Delta C_{GG_{Soils}}$ = التغير السنوي في أرصدة كربون التربة في المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية، أطنان كربون/سنة

$\Delta C_{GG_{Mineral}}$ = التغير السنوي في أرصدة كربون التربة المعدنية في المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية، أطنان كربون/سنة

$\Delta C_{GG_{Organic}}$ = التغير السنوي في أرصدة كربون التربة العضوية في المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية (يُقدّر كتدفق سنوي صاف)، أطنان كربون/سنة

$\Delta C_{GG_{Liming}}$ = انبعاثات الكربون السنوية الناتجة عن استخدام الجير في المروج الطبيعية، أطنان كربون/سنة

في أسلوبي المستوى ١ والمستوى ٢، يفترض أن تغيرات المادة العضوية الميتة وأرصدة الكربون غير العضوي تساوى صفرا. وإذا اشتمل نهج المستوى ٣ على المادة العضوية الميتة، فينبغي أن تستند القياسات على أقل المقادير الموجودة أثناء الدورة السنوية لتفادى إضافة المواد النباتية التي تضمر حديثا والتي تمثل مستجمعا عابرا للمادة العضوية. ويتوقف اختيار أنسب مستوى على ما يلي:"١" توافر تفاصيل بيانات الأنشطة المتعلقة بإدارة المروج الطبيعية والتغيرات في الإدارة على مر الزمن؛ و"٢" توافر المعلومات المناسبة لتقدير قاعدة أرصدة الكربون وتغير الأرصدة ومعاملات الانبعاث؛ و"٣" توافر نظم الجرد الوطنية المتخصصة في التربة.

وينبغي على جميع البلدان أن تعمل على تحسين نهج الجرد والإبلاغ وذلك عن طريق الارتقاء إلى أعلى مستوى ممكن بالنظر إلى الظروف الوطنية. ومن *الممارسة السليمة* أن تستخدم البلدان نهج المستوى ٢ أو نهج المستوى ٣ إذا كانت انبعاثات وعمليات إزالة الكربون في المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية تمثل فئة رئيسية وإذا كانت الفئة الفرعية للمادة العضوية في التربة تعتبر مهمة استنادا إلى المبادئ المحددة في الفصل الخامس، وينبغي على البلدان أن تستخدم مخطط تسلسل القرارات الوارد في الشكل ٣-١-١ للمساعدة على اختيار الأسلوب.

٣-٤-١-٢-١-١ اختيار الأسلوب

يختلف الأسلوب المستخدم في تقدير تغيرات أرصدة الكربون في التربة المعدنية عن الأسلوب المستخدم مع التربة العضوية. ومن الممكن أيضا أن تستخدم البلدان مختلف المستويات لإعداد تقديرات للمكونات المنفصلة في تلك الفئة الفرعية تبعا لتوافر الموارد. وهكذا فإننا نتناول التربة المعدنية والتربة العضوية والانبعاثات الناتجة عن التكليس كلا على حدة أدناه.

التربة المعدنية

في حالة التربة المعدنية، يستند أسلوب التقدير إلى التغيرات في أرصدة كربون التربة خلال فترة محددة في أعقاب ما يطرأ على الإدارة من تغيرات تؤثر على كربون التربة كما هو مبين في المعادلة ٣-٤-٨. وتقدر أرصدة كربون التربة السابقة ($SOC_{(0-T)}$) وأرصدة كربون التربة في سنة الجرد (SOC_0) في مساحة أراضى المروج الطبيعية المدرجة في قائمة الجرد استنادا إلى أرصدة الكربون المرجعية (الجدول ٣-٤-٤) ومعاملات تغير الأرصدة (الجدول ٣-٤-٥) المستخدمة في المدد الزمنية المعنية. ويشير هنا نظام المروج الطبيعية إلى مجموعة محددة من المناخ والتربة والإدارة. وتحسب المعدلات السنوية للانبعاثات (المصدر) أو عمليات

الإزالة (المصرف) كفرق في الأرصدة (على مر الزمن) مقسوما على المدة الزمنية للجرد. وتبلغ المدة الزمنية الافتراضية ٢٠ عاما.

المعادلة ٣-٤-٨

التغير السنوي في أرصدة كربون التربة المعدنية في نظام وحيد من نظم المروج الطبيعية

$$\Delta C_{GG_{Mineral}} = [(SOC_0 - SOC_{(0-T)}) \bullet A] / T$$

$$SOC = SOC_{REF} \bullet F_{LU} \bullet F_{MG} \bullet F_I$$

حيث:

$\Delta C_{GG_{Mineral}}$ = التغير السنوي في أرصدة كربون التربة المعدنية، أطنان كربون/سنة؛

SOC_0 = رصيد الكربون العضوي في التربة في سنة الجرد، أطنان كربون/هكتار؛

$SOC_{(0-T)}$ = رصيد الكربون العضوي في التربة في السنوات T قبل الجرد، أطنان كربون/هكتار؛

T = مدة الجرد، بالسنوات (المدة الافتراضية = ٢٠ عاما) ؛

A = مساحة الأراضي في كل مجموعة، بالهكتار؛

SOC_{REF} = رصيد الكربون المرجعي، أطنان كربون/هكتار؛ انظر الجدول ٣-٤-٤؛

F_{LU} = معامل تغير الأرصدة المتعلق بنوع استخدام الأراضي أو بنوع تغير استخدام الأراضي، بدون أبعاد؛ انظر الجدول ٣-٤-٥؛

F_{MG} = معامل تغير الأرصدة المتعلق بنظام الإدارة، بدون أبعاد؛ انظر الجدول ٣-٤-٥؛

F_I = معامل تغير الأرصدة المتعلق بمدخلات المادة العضوية، بدون أبعاد؛ انظر الجدول ٣-٤-٥.

تم تحديد أنواع معاملات أنواع استخدامات الأراضي والإدارة تحديدا عاما وهى تشمل ما يلي: (١) معامل استخدام الأراضي (F_{LU}) الذي يعبر عن مستويات رصيد الكربون المرتبطة بالنظم الإيكولوجية الوطنية؛ (٢) معامل الإدارة (F_{MG}) الذي يمثل الفئات العامة للمروج الطبيعية المحسنة والمتدهورة؛ (٣) معامل المدخلات (F_I) الذي يمثل مختلف مستويات مدخلات الكربون في التربة والتي يقتصر استخدامها على المروج الطبيعية المحسنة. وإذا كانت المساحة واقعة في نطاق استخدامات أخرى للأراضي (مثل الأراضي الحرجية والأراضي الزراعية) في بداية مدة الجرد، فينبغي حينئذ اتباع الإرشادات الواردة في القسم ٣-٤-٢ المعنون "الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية."

وفيما يلي خطوات الحساب المستخدمة لتحديد SOC_0 و $SOC_{(0-T)}$ وصافى تغير رصيد الكربون في التربة لكل هكتار من مساحة الأراضي:

الخطوة الأولى: اختيار قيمة رصيد الكربون المرجعي (SOC_{REF}) استنادا إلى نوع المناخ والتربة في كل مساحة من المروج الطبيعية التي تخضع للجرد.

الخطوة الثانية: اختيار ظروف الإدارة في المروج الطبيعية (F_{MG}) الموجودة في بداية مدة الجرد (منذ ٢٠ عاما مثلا) ومستوى مدخلات الكربون (F_I). وبعد ضرب هذه المعاملات في رصيد كربون التربة المرجعي فإننا نحصل على تقدير رصيد كربون التربة "الأولى" ($SOC_{(0-T)}$) في مدة الجرد. ويلاحظ أن معامل استخدام الأراضي (F_{LU}) يساوى ١ دائما في المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية.

الخطوة الثالثة: حـــساب SOC_0 عن طريق تكرار الخطوة ٢ باستخدام نفس رصيد الكربون المرجعي (SOC_{REF}) و $F_{LU}=1$، ولكن باستخدام معاملات الإدارة والمدخلات التي تمثل الظروف في سنة الجرد (الحالية).

الخطوة الرابعة: حساب متوسط التغير السنوي في رصيد كربون التربة في المساحة خلال مدة الجرد ($\Delta C_{GG_{Mineral}}$).

مثال: فيما يتعلق بتربة الألتيسول في المناخ الرطب المدارى، فإن قيمة SOC_{Ref} (صفر إلى ٣٠ سنتيمترا) = ٤٧ طنا من الكربون للهكتار. وفى إطار ممارسات الإدارة التي تسفر عن وجود مراع غير محسنة وتتعرض لدرجة معتدلة من فرط الرعي، فإن رصيد كربون التربة في بداية مدة الجرد (المدة الافتراضية هي ٢٠ عاما من قبل) = ($SOC_{Ref} \bullet F_{LU} \bullet F_{MG} \bullet F_I$)= ٤٧ طنا من الكربون/هكتار● ١ ● ٠,٩٧ ● ١ = ٤٥,٦ طنا من الكربون للهكتار. وأما المراعى المحسنة التي تستخدم فيها الأسمدة (F_{MG} = ١,١٧) فهي حالة الإدارة في سنة الجرد (الحالية) التي ينتج عنها تقدير رصيد كربون التربة بما قيمته ٤٧ طنا من الكربون للهكتار ● ١ ● ١,١٧ ● ١ = ٥٥ طنا من الكربون للهكتار. وهكذا فإن متوسط التغير السنوي في رصيد كربون التربة في المساحة خلال مدة الجرد يحسب على هذا النحو: ((٥٥ طن/كربون/هكتار-٤٥,٦طن/كربون/هكتار)/ ٢٠ عاما=٠,٤٧ طن/كربون/هكتار/سنة.

المستوى ١: عند تطبيق أسلوب المستوى ١، تستخدم أرصدة الكربون المرجعي الافتراضية ومعاملات تغير الأرصدة (كما هو مبين في المعادلة ٣-٤-٨) في نظم المروج الطبيعية الرئيسية في البلد وتصنف بحسب أنواع المناخ والتربة الافتراضية (المعادلة ٣-٤-٩). ويمكن حساب تغيرات الأرصدة في المساحة الإجمالية للمروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية إما عن طريق تتبع تغيرات الإدارة وحساب تغيرات الأرصدة في مجموعات الأراضي المنفردة (المعادلة ٣-٤-٩- ألف) أو عن طريق حساب الأرصدة الإجمالية لكربون التربة في بداية ونهاية فترة الجرد استنادا إلى البيانات الأعم المتعلقة بتوزيع مساحات نظم المروج الطبيعية (المعادلة ٣-٤-٩-باء). وسوف تكون النتائج الإجمالية هي نفسها في كلا النهجين، ولكن الفرق الرئيسي يتمثل في أن عزو تأثيرات التغيرات المحددة في الإدارة يتطلب بيانات أنشطة تتعقب تغيرات الإدارة في مساحات الأراضي المحددة. ونبين في القسم ٣-٤-١-٢-١-٢ القيم الافتراضية المستخدمة في إجراء هذا الحساب.

المعادلة ٣-٤-٩

التغير السنوي في أرصدة كربون التربة المعدنية في مجموع المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية

$$\Delta C_{GGMINERAL} = \sum_C \sum_S \sum_I [(SOC_0 - SOC_{(0-T)}) \bullet A]_{C,S,I} / T \qquad (A)$$

$$\Delta C_{GGMINERAL} = \sum_C \sum_S \sum_I (SOC_0 \bullet A)_{C,S,I} - \sum_C \sum_S \sum_I (SOC_{(0-T)} \bullet A)_{C,S,I} / T \qquad (B)$$

حيث:

$\Delta C_{GG_{Mineral}}$ = التغير السنوي في أرصدة كربون التربة المعدنية، أطنان كربون/سنة

SOC_0 = رصيد الكربون العضوي في التربة في سنة الجرد، أطنان كربون/هكتار

$SOC_{(0-T)}$ = رصيد الكربون العضوي في التربة في السنوات T قبل الجرد، أطنان كربون/هكتار

T = المدة الزمنية للجرد، بالسنوات (المدة الافتراضية = ٢٠ عاما)

A = مساحة الأراضي في كل مجموعة، بالهكتار

c = يمثل المناطق المناخية، و *s* أنواع التربة، *i* مجموعة أنواع المروج الطبيعية الرئيسية الموجودة في البلد

مثال: يبين المثال التالي عمليات حساب المساحات الإجمالية لتغير رصيد الكربون في تربة المروج الطبيعية باستخدام المعادلة ٣-٤-٩- باء. في المناخ الرطب المدارى، يوجد مليون هكتار من المروج الطبيعية الدائمة التي تحتوى على تربة الألتيسول. ويبلغ رصيد الكربون المرجعي الوطني (SOC_{Ref}) في نوع المناخ/التربة ٤٧ طنا من الكربون للهكتار. وفى بداية فترة حساب الجرد (أي من قبل ٢٠ عاما) كان توزيع نظم المروج الطبيعية هو ٥٠٠ ألف هكتار من المروج الطبيعية الأصلية غير المدارة و ٠٠٠ ٤٠٠ هكتار من أراضى الرعي المتدهورة تدهورا معتدلا وغير المحسنة و ٠٠٠ ١٠٠ هكتار من المروج الطبيعية المتدهورة تدهورا شديدا. وبذلك فإن أرصدة كربون التربة الأولية في تلك المساحة هي: ٠٠٠ ٥٠٠ هكتار ● (٤٧ طن كربون/هكتار ● ١ ● ١ ● ١) + ٠٠٠ ٤٠٠ هكتار ● (٤٧ طن كربون/هكتار ● ١ ● ٠,٩٧ ● ١) + ٠٠٠ ١٠٠ هكتار ● (٤٧ طن كربون/هكتار ●١ ● ٠,٧ ● ١) = ٤٥,٠٢٦ مليون طن من الكربون. وفى سنة الجرد (الحالية)، يوجد: ٠٠٠ ٣٠٠ هكتار من المروج الطبيعية الأصلية غير المدارة و ٠٠٠ ٣٠٠ هكتار من أراضى الرعي المتدهورة تدهورا معتدلا وغير المحسنة و ٠٠٠ ٢٠٠ هكتار من المروج الطبيعية المتدهورة تدهورا شديدا و ٠٠٠ ١٠٠ هكتار من المراعى المحسنة التي تستخدم فيها الأسمـــــدة، و ٠٠٠ ١٠٠ هكتار من المراعى التي على درجة عالية من التحسين والتي تستخدم فيها الأسمدة بالإضافة إلى الري. وبذلك فإن مجموع أرصدة كربون التربة في سنة الجرد هو: ٠٠٠ ٣٠٠ هكتار ● ٤٧ طن كربون/هكتار ●١ ●١ ●١) + ٠٠٠ ٣٠٠ هكتار ● (٤٧ طن كربون/هكتار ●١ ●١ ٠,٩٧ ●١) + ٠٠٠ ٢٠٠ هكتار ● (٤٧ طن كربون/ هكتار ●١ ●٠,٧ ●١) + ٠٠٠ ١٠٠ هكتار ● (٤٧ طن كربون/هكتار ●١ ● ١,١٧ ●١) + ٠٠٠ ١٠٠ هكتار ● (٤٧ طن كربون/هكتار ●١ ● ١,١٧ ● ١,١١) = ٤٥,٩٦٠ مليون طن كربون. ويبلغ المتوسط السنوي لتغير الأرصدة في المساحة بأكملها خلال تلك الفترة: ٤٥,٩٦٠ – ٤٥,٠٢٦) مليون طن كربون/٢٠ سنة = ٠,٩٣٤ مليون طن/٢٠ سنة = ٤٦,٦٩٥ طن من الزيادة في رصيد كربون التربة سنويا.

المستوى ٢: في المستوى ٢، تستخدم نفس المعادلات الأساسية المستخدمة في أسلوب المستوى ١ ولكن تستخدم في هذه الحالة القيم الخاصة بالبلد لأرصدة الكربون المرجعية و/أو معاملات تغير الأرصدة. وبالإضافة إلى ذلك، من المرجح أن تشمل نهج المستوى ٢ تصنيفا أكثر تفصيلا لنظم الإدارة في حالة توافر بيانات كافية.

المستوى ٣: لا يرجح استخدام معاملات تغير الأرصدة أو معاملات الانبعاث البسيطة في حد ذاتها عند تطبيق نهج المستوى ٣ التي تستخدم فيها مجموعة من النماذج الدينامية جنبا إلى جنب مع القياسات التفصيلية لجرد انبعاثات/رصيد كربون التربة. وتقدر الانبعاثات باستخدام النهج القائمة على النماذج استنادا إلى تفاعل المعادلات المتعددة التي تقدر صافى تغير أرصدة كربون التربة في النماذج. وتوجد مجموعة من النماذج المصممة لمحاكاة ديناميات كربون التربة (انظر مثلا الدراسات الاستعراضية التي قام بإجرائها McGill *et al.*, 1996; Smith *et al.*, 1997).

وتتمثل المعايير الرئيسية لاختيار النموذج الملائم في قدرة النموذج على تمثيل كل ممارسات الإدارة التي يمثلها النموذج وفى اتساق مدخلات النموذج (أي المتغيرات المحركة) مع توافر البيانات المتعلقة بالمدخلات المستخدمة في جميع أنحاء البلد. ومن الأهمية البالغة التثبت من النموذج من خلال المشاهدات المستقلة في المواقع الميدانية القطرية أو الإقليمية التي تمثل تغير المناخ والتربة ونظم الإدارة في البلد. وتشمل أمثلة مجموعات بيانات التثبت الملائمة تجارب المروج الطبيعية الطويلة الأجل (مثل Conant *et al.*, 2001) أو القياسات الطويلة الأجل لتدفق الكربون في النظم الإيكولوجية في نظم المروج الطبيعية باستخدام تقنيات من قبيل التغاير الدوامي (Baldocchi *et al.*, 2001). ومن المثالي إقامة نظام لجرد قطع أراضى المروج الطبيعية الدائمة الممثلة إحصائيا والتي تشمل الأقاليم المناخية الرئيسية وأنواع التربة ونظم الإدارة وتغيرات النظم في الحالات التي يمكن فيها إجراء قياسات متكررة لأرصدة كربون التربة على مر الزمن. وفى معظم الحالات، ينبغي ألا يقل تواتر إعادة المعاينة الموصى به عن ٣ إلى ٥ سنوات (الفريق الحكومي الدولي، ٢٠٠٠ – ب). وينبغي، حيثما أمكن، إجراء قياسات لأرصدة كربون التربة باستخدام كتل متعادلة (مثل Ellert *et al.*, 2001). وينبغي تنفيذ إجراءات من أجل التقليل قدر المستطاع من أثر التغيرات المكانية على تكرار

المعاينة بمرور الزمن (مثل Conant and Paustian, 2002a). ويمكن دمج تلك القياسات مع منهجية تقوم على أساس نماذج العمليات.

التربة العضوية

تتمثل منهجية تقدير تغير أرصدة الكربون في التربة العضوية للمروج الطبيعية المدارة في تحديد المعدل السنوي لفقد الكربون بسبب الصرف واضطرابات الإدارة الأخرى عند تكييف تلك التربة مع المروج الطبيعية المدارة [٢]. وتساعد ممارسات الصرف وإدارة المراعى على حفز أكسدة المادة العضوية التي تراكمت من قبل في بيئة خالية إلى حد كبير من الأوكسجين (على الرغم من أن معدلات الانبعاث تكون أقل من معدلات الانبعاث في ظل الاستخدام السنوي للأراضي الزراعية حيث يزيد الحرث المتكرر من التحلل). وتقدر انبعاثات الكربون السنوية بضرب مساحة التربة العضوية للمروج الطبيعية في كل نوع من أنواع المناخ في معامل الانبعاث كما هو مبين في المعادلة ٣-٤-١٠ أدناه:

المعادلة ٣-٤-١٠

انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من التربة العضوية المزروعة في المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية

$$\Delta C_{GG_{Organic}} = \sum_c (A \bullet EF)_c$$

حيث:

$\Delta C_{GG_{Organic}}$ = انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن التربة العضوية المزروعة في المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية، أطنان كربون/سنة

A = مساحة أراضى التربة العضوية في نوع المناخ *c*، بالهكتار

EF = معامل الانبعاث لنوع المناخ C (انظر الجدول ٣-٤-٦)، أطنان كربون/هكتار/سنة

المستوى ١: في المستوى ١، تستخدم معاملات الانبعاث الافتراضية (الجدول ٣-٤-٦) جنبا إلى جنب مع تقديرات مساحة التربة العضوية في ظل نظام إدارة المروج الطبيعية داخل كل منطقة مناخية موجودة في البلد (المعادلة ٣-٤-١٠). ويمكن تقدير المساحة باستخدام الإرشادات الواردة في الفصل الثاني.

المستوى ٢: يستخدم نهج المستوى ٢ المعادلة ٣-٤-١٠ حيث تقدر معاملات الانبعاث باستخدام البيانات الخاصة بالبلد المصنفة بحسب المناطق المناخية كما هو مبين في القسم ٣-٤-١-٢-١-٢. وينبغي تقدير المساحة باستخدام الإرشادات الواردة في الفصل الثاني.

المستوى ٣: تشمل نهج المستوى ٣ المستخدمة في تقديرات التربة العضوية النظم الأكثر تفصيلا التي تضم النماذج الدينامية وشبكات القياس كما هو مبين أعلاه في صدد التربة المعدنية.

التكليس

تشمل *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* استخدام الكربونات المحتوية على الكلس (مثل الجير الكلسي) ($CaCO_3$) أو الدولوميت ($CaMg(CO_3)_2$)) للتربة كمصدر لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون. وفى المناطق الرطبة، قد يستخدم الجير دوريا في المراعى المستغلة بكثافة لتقليل حمضية التربة. والتفسير المبسط لهذه العملية هو أنه عندما يذوب جير الكربونات في التربة، فإن تبادل الأيونات القاعدية الموجبة (Ca^{++}, Mg^{++}) مع أيونات الهيدروجين (^{+}H) على غروانات التربة (مما يقلل حمضية التربة) والبيكربونات المتكونة ($2HCO_3$) يمكن أن تتفاعل أكثر لتتحول إلى ثاني أكسيد كربون وماء (H_2O). وعلى الرغم من استمرار

[٢] ينبغي ألا تدرج في هذه الفئة المروج الطبيعية "الرطبة" التي قد تستخدم للرعي الموسمي ولكنها لم تجفف اصطناعيا.

تأثير التكليس عموما لبضع سنوات (يضاف الجير بعدها مرة ثانية)، تبعا للمناخ والتربة وممارسات الإدارة، فإن *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* تأخذ في الحسبان انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن كل كربون الكربونات المضافة في سنة الاستخدام. وبذلك فإن المنهجية الأساسية تتمثل ببساطة في ضرب مقدار الجير المستخدم في معامل الانبعاث الذي يتفاوت قليلا تبعا لتركيب المادة المضافة.

المعادلة ٣-٤-١١

انبعاثات الكربون السنوية الناتجة عن استخدام الجير الزراعي

$$\Delta C_{GG_{Liming}} = M_{Limestone} \bullet EF_{Limestone} + M_{Dolomite} \bullet EF_{Dolomite}$$

حيث:

$\Delta C_{GG_{Liming}}$ = انبعاثات الكربون السنوية الناتجة عن استخدام الجير الزراعي، أطنان كربون/سنة؛

M = المقدار السنوي للجير الكلسي ($CaCO_3$) أو الدولوميت ($CaMg(CO_3)_2$))، أطنان/سنة؛

EF = معامل الانبعاث، أطنان كربون (طن من الحجر الجيري أو الدولوميت) (وهى تعادل محتويات كربون الكربونات في المواد (١٢ في المائة للحجر الجيري الكلسي، و ١٢,٢ في المائة للدولوميت)

المستوى ١: في المستوى ١ يمكن استخدام مجموع مقدار الكربونات المحتوية على الجير والمستخدمة سنويا في تربة المروج الطبيعية ومعامل انبعاث شامل بقيمة ٠,١٢ وذلك لتقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بدون التفرقة بين التركيبات المتغيرة لمادة الجير. ويلاحظ أنه على الرغم من أن جير الكربونات هو المادة التي يغلب استخدامها في التكليس، يستخدم أكسيد وهيدروكسيد الجير الذي لا يحتوى على كربون غير عضوي إلى حد ما في التكليس الزراعي، وينبغي ألا يدرج هنا (ينتج ثاني أكسيد الكربون عن صناعة هاتين المادتين ولكنه لا يتكون بعد استخدامهما في التربة).

المستوى ٢: يمكن أن يتطلب نهج المستوى ٢ التفريق بين مختلف أشكال الجير ومعاملات الانبعاث المحددة إن وجدت البيانات، وذلك لأن مختلف مواد التكليس باستخدام الكربونات (الحجر الجيري وكذلك المصادر الأخرى، مثل الرواسب الطينية الكلسية، والأصداف) يمكن أن تتفاوت نوعا ما من حيث محتواها الكربوني ونقاوتها العامة.

المستوى ٣: يمكن أن يتطلب نهج المستوى ٣ إجراء حساب للانبعاثات الناتجة عن استخدام الجير على نحو أكثر تفصيلا مما هو مفترض في إطار المستويين ١ و ٢. وتبعا لظروف المناخ والتربة، فإن البيكربونات الناتجة عن استخدام الجير قد لا تنطلق كلها في شكل ثاني أكسيد كربون في التربة أو من مياه الصرف، حيث يمكن أن يذوب بعضها ويتسرب إلى مسافة أعمق في طبقة التربة أو ينتقل إلى المياه الجوفية العميقة أو البحيرات والمحيطات حيث يتم تنقيته. وإذا توفرت البيانات والفهم الكافي لتحول الكربون غير العضوي في ظروف التربة والمناخ المحددة، يمكن اشتقاق معاملات انبعاث محددة. على أنه قد يلزم على ضوء هذا التحليل إدراج تدفقات الكربون المرتبطة بمعادن الكربونات الأولية والثانوية في التربة وتأثرها بممارسات الإدارة في المروج الطبيعية.

٣-٤-١-٢-١-٢ اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة

التربة المعدنية

عند استخدام أسلوب المستوى ١ أو أسلوب المستوى ٢، يلزم معرفة معاملات الانبعاث/الإزالة التالية المتعلقة بالتربة المعدنية: رصيد الكربون المرجعي (SOC_{REF})، ومعامل تغير الأرصدة المتعلق بتغير استخدام الأراضي (F_{LU})، ومعامل تغير الأرصدة المتعلق بنظام الإدارة (F_{MG})، ومعامل المادة العضوية المدخلة (F_I).

أرصدة الكربون المرجعية **(SOC_{REF})**

تستخدم التربة المغطاة بالغطاء النباتي الأصلي والتي لم تتعرض لآثار كبيرة ناجمة عن الاستخدام والإدارة لتكون خط الأساس أو المرجعية التي يمكن أن ترتبط بها التغيرات الناجمة عن الإدارة في كربون التربة.

المستوى ١: في إطار أسلوب المستوى ١، من *الممارسة السليمة* استخدام أرصدة كربون التربة المرجعية الافتراضية (SOC_{REF}) الواردة في الجدول ٣-٤-٤. ويتم تحديث تلك القيم باستخدام البيانات الواردة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* وأدخلت عليها التحسينات التالية: '١' اشتقاق التقديرات إحصائيا من آخر البيانات المتعلقة بالمقاطع الجانبية للتربة المغطاة بالغطاء النباتي الأصلي، '٢' إضافة التربة "الرمادية الجدباء" كفئة منفصلة (تعرف التربة الرمادية الجدباء بأنها بدزولات المنطقة الشمالية والمعتدلة في تصنيف قاعدة المراجع العالمية لموارد التربة، وتعرف بأنها سبوتزولات في تعريف وزارة الزراعة الأمريكية)، '٣' إضافة التربة الموجودة في المنطقة المناخية الشمالية.

المستوى ٢: في أسلوب المستوى ٢، يمكن تحديد أرصدة الكربون المرجعية من خلال قياسات التربة، وذلك مثلا كجزء من أنشطة مسح التربة ورسم الخرائط في البلد. وتشمل مزايا هذا الأسلوب التوصل إلى قيم تتسم بدرجة أكبر من الشمول التمثيلي للبلد المعني، والقدرة على تحسين تقدير دوال توزيع الاحتمالات التي يمكن استخدامها في التحليل الشكلي لأوجه عدم التيقن. وينبغي استخدام وتوثيق المعايير المقبولة لمعاينة وتحليل كربون التربة العضوي والكثافة الحجمية.

معاملات تغير الأرصدة (F_{LU}, F_{MG}, F_I)

المستوى ١: في إطار المستوى ١، من *الممارسة السليمة* استخدام معاملات تغير الأرصدة الافتراضية (**F_{LU}, F_{MG}, F_I**) الواردة في الجدول ٣-٤-٥.

ويتم استيفاء هذه البيانات من القيم الواردة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* على أساس التحليل الإحصائي للبحوث المنشورة. وفى الحالات التي تتوفر فيها بيانات كافية، تحسب القيم المنفصلة المتعلقة بالمروج الطبيعية في المناطق المعتدلة والمدارية. ويعين لكل المروج الطبيعية (باستثناء المروج الطبيعية ذات التربة العضوية) معاملا أساسيا أو (استخدام للأراضي) بقيمة ١. وهناك أربع فئات محددة من ظروف إدارة المروج الطبيعية (غير المحسنة/غير المتدهورة، والمتدهورة باعتدال، والمتدهورة بشدة، والمحسنة – انظر التعاريف في الجدول ٣-٤-٥). وتعرف المروج الطبيعية المحسنة بأنها المروج الطبيعية المدارة (غير المتدهورة) بصورة مستدامة والتي يضاف إليها نوع واحد على الأقل من المدخلات الخارجية (مثل الأنواع المحسنة أو التسميد أو الري) لزيادة إنتاجيتها. وأما بخصوص المروج الطبيعية المحسنة فهناك مستويان لقيمة معامل المدخلات، وهما "الاسمي" (الذي يشير إلى الحالة الأساسية) (F_I=1) حيث لا يوجد أي تحسين *إضافي* في الإدارة بخلاف ما هو مطلوب لتصنيفها كمروج طبيعية محسنة) و "المرتفع" الذي يستخدم فيه واحد على الأقل من التحسينات الإضافية (مثل التسميد بالإضافة إلى الري) وهو ما يمثل إدارة المروج الطبيعية الشديدة الكثافة. واستندت قيم المروج الطبيعية المتدهورة باعتدال إلى الدراسات التي تتناول الظروف أو المعالجات التي تمثل فرط الرعي و/أو التدهور. على أن في كثير من الحالات لاسيما في المناطق المدارية، يرتبط تدهور المراعى بفقد الأنواع العشبية الأكثر استساغة لتحل محلها "الحشائش" (النباتات الخشبية في كثير من الأحيان). وعلى الرغم من أن ذلك يشكل تدهورا من منظور استخدام الأراضي في الرعي، فإن الآثار السلبية الواقعة على كربون التربة قد تكون أقل حدة (كما يتضح من خلال التناقص الضئيل في F_{LU} في المروج الطبيعية المتدهورة باعتدال بالنسبة للظروف الوطنية). ولم تحدد في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* سوى فئة واحدة من فئات المروج الطبيعية المتدهورة والتي تنخفض فيها كثيرا قيمة F_{MG} (٠,٧) وهو ما يوحى بالتدهور الشديد وارتفاع مستوى فقد كربون التربة. ولا يوجد سوى عدد غير كافي من الدراسات التي يمكن استخدامها في إعادة تقدير قيمة المعامل في هذه الظروف ولذلك فقد تم الاحتفاظ بالقيمة السابقة كي تمثل هذا التدهور الشديد.

المستوى ٢: في تطبيقات المستوى ٢، يمكن تقدير قيم معامل تغير الأرصدة استنادا إلى التجارب الطويلة الأمد أو القياسات الميدانية الأخرى (مثل المتواليات الزمنية الميدانية) في بلد أو إقليم معين. وتشمل مزايا هذا الأسلوب وجود قيمة أدق وأكثر تمثيلا للبلد المعنى والقدرة على تقدير دوال توزيع الاحتمالات المتعلقة بقيم المعاملات التي يمكن استخدامها في التحليل العلمي لعدم التيقن. ويوجد القليل من التجارب الطويلة الأجل المماثلة التي تبحث في آثار إدارة المروج الطبيعية على أرصدة كربون التربة، ولذلك فإن أوجه عدم التيقن المقترنة بمعاملات الانبعاثات الناتجة عن إدارة المروج الطبيعية تكون أكبر من مثيلاتها في الأراضي الزراعية الدائمة. وهناك الكثير من الدراسات التي تقيم فروق الأرصدة في قطع الأراضي المتزاوجة، ومن المهم أن تكون قطع الأراضي الخاضعة للمقارنة متشابهة من حيث تاريخ استخدام الأراضي/الإدارة قبل تنفيذ معالجات الإدارة التجريبية وإذا توافرت بيانات كافية عن معدل التنحية وإدارة الأراضي، يمكن حساب قيم المعاملات المرتبطة بممارسات محددة في إدارة المروج الطبيعية (مثل التسميد وغرس بذور الأنواع العشبية والعلفية المحسنة. وإدارة الرعي، وما إلى ذلك)

وينبغي أن تشمل المعلومات التي يتم تجميعها من الدراسات المنشورة وغيرها من المصادر رصيد الكربون، (أي الكتلة حسب مساحة كل وحدة عند عمق محدد)، أو كل المعلومات المطلوبة لحساب SOC، أي النسبة المئوية للمادة العضوية بالإضافة إلى الكثافة الحجمية. وفى حالة الإبلاغ عن النسبة المئوية للمادة العضوية وليس عن النسبة المئوية للكربون العضوي. يمكن استخدام معامل تحويل قيمته ٠,٥٨ لمحتوى كربون المادة العضوية في التربة. وتشمل المعلومات الأخرى التي لابد من إدراجها في التحليل نوع التربة (مثل WRB or USDA Soil Taxonomy Reference)، وعمق القياسات، والإطار الزمني المستخدم للتعبير عن الفروق في ممارسات الإدارة. وينبغي أن تشمل معاملات تغير الأرصدة العمق الكافي لتغطية كل أثر تغيرات الإدارة على أرصدة كربون التربة وتصحيح التغيرات الممكنة في الكثافة الحجمية (Ellert *et al.*, 2001). ومن *الممارسة السليمة* إضافة عمق أدنى يبلغ على الأقل ٣٠ سنتيمترا (أي العمق المستخدم في حسابات المستوى ١). وقد يكون من المستصوب قياس تغيرات الأرصدة عند عمق أكبر إذا توافر عدد كاف من الدراسات وفى حالة إثبات وجود فروق إحصائية مهمة في الأرصدة بسبب إدارة الأراضي عند العمق الأكبر.

التربة العضوية

عند تقدير الانبعاثات المتأتية من التربة العضوية المعدلة من خلال الصرف الاصطناعي وغير ذلك من الممارسات لاستخدامها كمروج طبيعية مدارة. يلزم تحديد معامل انبعاث EF لمختلف النظم المناخية.

المستوى ١: في إطار أسلوب المستوى ١، يبين الجدول ٣-٤-٦ معاملات الانبعاث الافتراضية دون تغير عما في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*. ويستثنى من هذا الجدول المروج الطبيعية الرطبة التي قد تستخدم لأغراض الرعي الموسمي ولكنها لا تكون قد تعرضت لعمليات صرف اصطناعي.

المستوى٢: في المستوى ٢. لا يوجد إلا القليل من البيانات المتعلقة بالانبعاثات الناتجة عن التربة العضوية في المروج الطبيعية المدارة. وتستند في العادة التقديرات الواردة في الدراسات المنشورة إلى قياسات الانخساف، ولا يستند إلا عدد قليل من الدراسات إلى القياسات المباشرة لتدفقات ثاني أكسيد الكربون من التربة العضوية في المروج الطبيعية (Ogle *et al.*, 2003)، وتشمل العمليات التي تسهم في حدوث الانخساف: التآكل، والدمج، والحرق، والتحلل. وينبغي ألا يشتمل تقدير معامل الانبعاث إلا على العملية الأخيرة. وفى حالة استخدام بيانات الانخساف، ينبغي أن تستخدم معاملات التحويل الإقليمية الملائمة لتحديد نسبة الانخساف الناتج عن التأكسد استنادا إلى الدراسات المتعلقة بقياس الانخساف وتدفق ثاني أكسيد الكربون على السواء. وفى حالة عدم توافر هذه المعلومات، يوصى باستخدام معامل افتراضي قيمته ٠,٥ لنسبة التأكسد إلى الانخساف على أساس غرام لكل غرام وذلك استنادا إلى الدراسة التي قام بإجرائها Armentano ، وMenges في عام ١٩٨٦. ويوصى باستخدام القياسات المباشرة لتدفقات الكربون، إن وجدت، لأنها تمثل أفضل وسيلة لتقدير معدلات الانبعاث من التربة العضوية.

الجدول ٣-٤-٤

الرصيد المرجعي الافتراضي (في الغطاء النباتي الأصلي) للكربون العضوي في التربة (SOC_{REF})(أطنان كربون لكل هكتار على عمق صفر-٣٠ سنتيمترا)

المنطقة	التربة المرتفعة النشاط[١]	التربة المنخفضة النشاط[٢]	التربة الرملية[٣]	التربة الجدباء[٤]	التربة البركانية[٥]	تربة الأراضي الرطبة[٦]
الشمالية	٦٨	غير منطبق	#١٠	١١٧	#٢٠	١٤٦
المعتدلة الباردة الجافة	٥٠	٣٣	٣٤	غير منطبق	#٢٠	٨٧
المعتدلة الباردة الرطبة	٩٥	٨٥	٧١	١١٥	١٣٠	
المعتدلة الدافئة الجافة	٣٨	٢٤	١٩	غير منطبق	#٧٠	٨٨
المعتدلة الدافئة الرطبة	٨٨	٦٣	٣٤	غير منطبق	٨٠	
المدارية الجافة	٣٨	٣٥	٣١	غير منطبق	#٥٠	٨٦
المدارية الرطبة	٦٥	٤٧	٣٩	غير منطبق	#٧٠	
المدارية المطيرة	٤٤	٦٠	٦٦	غير منطبق	#١٣٠	

ملحوظة: أخذت البيانات من قواعد بيانات التربة (Jobbagy and Jackson (2000) and Bernoux *et al.* (2002). ويبين الجدول متوسط الأرصدة. ويفترض وجود خطأ افتراضي في التقدير بنسبة ٩٥ % (يعبر عنه كانحرافين معياريين 2X كنسبة مئوية من المتوسط) لأنواع التربة-المناخ. وتعني عبارة "غير منطبق" أن هذه الأنواع من التربة لا تظهر في العادة في بعض المناطق المناخية.

تشير إلى الحالات التي لا تتوفر فيها أي بيانات ويتم فيها الاحتفاظ بالقيم الافتراضية المحددة في *المبادئ التوجيهية*.

[١] التربة التي تحتوي على معادن طينية عالية النشاط هي تربة مفككة بدرجة تتراوح بين خفيفة ومعتدلة وتغلب عليها معادن طينية سيليكاوية بنسبة ١:٢ (تشمل في تصنيف قاعدة المراجع العالمية لموارد التربة: Leptosols, Vertisols, Kastanozems, Chernozems, Phaeozems, Luvisols, Alisols, Albeluvisols, Solonetz, Calcisols, Gypsisols, Umbrisols, Cambisols, Regosols؛ وتشمل في تصنيف وزارة الزراعة الأمريكية Mollisols, Vertisols, high-base status Alfisols, (Aridisols, Inceptisols)

[٢] التربة الطينية المنخفضة النشاط هي تربة عالية التفكك وتغلب عليها المعادن الطينية وأكاسيد الحديد والألومنيوم اللابلورية بنسبة ١:١ (تشمل في تصنيف قاعدة المراجع العالمية لموارد التربة: Acrisols, Lixisols, Nitisols, Ferralsols, Durisols؛ وتشمل في تصنيف وزارة الزراعة الأمريكية: Ultisols, Oxisols, acidic Alfisols)

[٣] تشمل كل أنواع التربة (بغض النظر عن التصنيف الأحيائي) التي تحتوي على أكثر من ٧٠ في المائة من الرمل و أقل من ٨ في المائة من الطين على أساس التحليلات القياسية لقوام التربة (تشمل في تصنيف قاعدة المراجع العالمية لموارد التربة Arenosols وتشمل في تصنيف وزارة الزراعة الأمريكية Psamments).

[٤] التربة التي تتسم بدرجة تحمض عالية (تشمل في قاعدة المراجع العالمية لموارد التربة Podzols وتشمل في تصنيف وزارة الزراعة الأمريكية Spodosols).

[٥] التربة المشتقة من الرماد البركاني وتتسم بأشكال معدنية متعددة (تشمل في تصنيف قاعدة المراجع العالمية لموارد التربة Andosols، وتشمل في تصنيف وزارة الزراعة الأمريكية Andisols).

[٦] التربة ذات الصرف المحدود الذي يفضي إلى الفيضان الدوري والظروف اللاهوائية (تشمل في تصنيف قاعدة المراجع العالمية لموارد التربة Gleysols وتشمل في تصنيف وزارة الزراعة الأمريكية الفصائل المائية).

الجدول ٣-٤-٥

المعاملات النسبية لتغير الرصيد المرتبطة بإدارة المروج الطبيعية[انظر القسم ٣-٤-٧ لمعرفة أساليب تقدير معاملات تغير الرصيد]

المعامل	المستوى	النظام المناخي	القيم الافتراضية وفقا *للمبادئ التوجيهية*	القيم الافتراضية وفقا للإرشادات المنقحة	الخطأ [١]، [٢]	التعريف
استخدام الأراضي (F_{LU})	الجميع	الجميع	١	١	لا يوجد	يعين معامل استخدام الأراضي قيمته ١ لكل المروج الطبيعية الدائمة.
الإدارة (F_{MG})	المدارة إسميا (غير المتدهورة)	الجميع	١	١	لا يوجد	تمثل المروج الطبيعية غير المتدهورة والمدارة بصورة مستدامة، ولكن بدون تحسينات كبيرة في الإدارة.
الإدارة (F_{MG})	المتدهورة بدرجة معتدلة	المعتدلة/الشمالية	لا يوجد	٠,٩٥	± ١٢%	تمثل المروج الطبيعية المعرضة لفرط الرعي أو التدهور المعتدل مع انخفاض طفيف في الإنتاجية (بالنسبة للمروج الطبيعية الوطنية أو المدارة اسميا) ولا تضاف إليها أي مدخلات.
		المدارية	لا يوجد	٠,٩٧	± ١٠%	
الإدارة (F_{MG})	المتدهورة بشدة	الجميع	٠,٧	٠,٧	± ٥٠%	تعني ضمنا حدوث فواقد على الأجل الطويل في الإنتاجية والغطاء النباتي بسبب الأضرار الميكانيكية الشديدة التي تصيب الغطاء النباتي و/أو تآكل التربة.
الإدارة (F_{MG})	المروج الطبيعية المحسنة	المعتدلة/الشمالية	١,١	١,١٤	± ١٠%	تمثل المروج الطبيعية التي تدار بصورة مستدامة في ظل ضغوط معتدلة جراء الرعي ويضاف إليها على الأقل نوع واحد من التحسينات (مثل التسميد، وتحسين الأنواع، والري).
		المدارية	١,١	١,١٧	± ١٠%	
المدخلات (التي يقتصر استخدامها على المروج الطبيعية المحسنة) (F_I)	الاسمية	الجميع	لا يوجد	١	لا يوجد	تنطبق على المروج الطبيعية المحسنة التي لم تستخدم فيها أي مدخلات إضافية.
المدخلات (التي يقتصر استخدامها على المروج الطبيعية المحسنة) (F_I)	المرتفعة	المعتدلة/الشمالية	لا يوجد	١,١١	± ٨%	تنطبق على المروج الطبيعية المحسنة التي استخدم فيها واحد أو أكثر من مدخلات الإدارة/التحسينات (بما يتجاوز المطلوب لتصنيفها ضمن المروج الطبيعية المحسنة).
		المدارية	لا يوجد	١,١١	+ ٨%	

[١] ± انحرافين معياريين، يعبر عنهما كنسبة مئوية من المتوسط. وفي حالة عدم توافر دراسات كافية لإجراء تحليل إحصائي، يستخدم معامل افتراضي بقيمة ± ٥٠% استنادا إلى أحكام الخبراء. وتستخدم عبارة "لا يوجد" في حالة المعاملات التي تشكل قيما مرجعية أو في الحالات التي لم تقدر فيها من قبل قيم المعاملات في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*.

٢ لا يشمل هذا النطاق الخطأ المنتظم المحتمل الناجم عن صغر حجم العينات التي قد لا تمثل الأثر الحقيقي في كل مناطق العالم.

الجدول ٣-٤-٦ معاملات الانبعاث السنوية (EF) المرتبطة بالتربة العضوية في المروج الطبيعية المدارة		
نظام درجة حرارة المناخ	**القيمة الافتراضية وفقا *للمبادئ* التوجيهية (أطنان كربون هكتار/سنة)**	**الخطأ#**
معتدل بارد	٠,٢٥	±٩٠%
معتدل دافئ	٢,٥	±٩٠%
مداري/شبه مداري	٥	±٩٠%
# يمثل تقديرا اسميا للخطأ بما يعادل ضعفي الانحراف المعياري، كنسبة مئوية من المتوسط.		

التكليس

انظر المناقشة الواردة في القسم ٣-٤-١-٢-١-١.

٣-٤-١-٢-١-٣ اختيار بيانات الأنشطة

التربة المعدنية

يلزم معرفة مساحة المروج الطبيعية التي تخضع لمختلف ممارسات الإدارة (A) لتقدير الانبعاثات /الإزالة من التربة المعدنية.

وفيما يخص المروج الطبيعية القائمة، ينبغي أن تتضمن بيانات الأنشطة تغيرات أو اتجاهات ممارسات الإدارة أو استخدام المروج الطبيعية التي تؤثر على رصيد كربون التربة من خلال التأثير على الإنتاج. ويوجد نوعان رئيسيان لبيانات الأنشطة المتعلقة بالإدارة: '١' الإحصاءات الإجمالية المتعلقة بالبلد أو بالمناطق الإدارية داخل البلد (مثل المحافظات والمقاطعات والأقسام) أو '٢' قوائم جرد استخدامات الأراضي وممارسات الإدارة المحددة القائمة على مجموعة عينات تشكل قاعدة إحصائية لمساحات الأراضي في البلد. ويبين الفصل الثاني استخدام هذين النوعين من بيانات الأنشطة. ويتوقف استخدام الأساليب المبينة في ذلك الفصل مع المستويات الثلاثة المبينة هنا على الاستبانة المكانية والزمنية. وفيما يتعلق بقوائم الجرد التي يتم إعدادها باستخدام المستويين ١ و ٢، ينبغي تصنيف بيانات الأنشطة بحسب الفروق المناخية وأنواع التربة الرئيسية بالنظر إلى أن أرصدة الكربون المرجعية تتفاوت تفاوتا كبيرا تبعا لتلك العوامل. وعند استخدام النماذج الدينامية و/أو قوائم الجرد القائمة على القياسات المباشرة في المستوى ٢، يلزم الحصول على معلومات مشابهة أو أكثر تفصيلا فيما يتعلق بمجموعات البيانات المتعلقة بالمناخ والتربة والتضاريس والإدارة، وأما المتطلبات الدقيقة فتتوقف جزئيا على النموذج المستخدم.

ويمكن الحصول من الإحصائيات المتوافرة عالميا، مثل قواعد بيانات منظمة الأغذية والزراعة (http://www.fao.org/waicent/portal/glossary_en.asp) على مجموعات البيانات السنوية المتعلقة بمجموع مساحة الأراضي حسب أنواع الاستخدامات الرئيسية، بدون أي تفاصيل إضافية عن ممارسات الإدارة في المروج الطبيعية ونوع المناخ أو التربة. وهكذا فإن بيانات منظمة الأغذية والزراعة أو غيرها من البيانات الخاصة بالبلد الإجمالية المشابهة تتطلب معلومات إضافية خاصة بالبلد لتصنيف المناطق بحسب أنواع الإدارة والمناخ والتربة. وإذا لم تكن هذه المعلومات قد جمعت بعد، فيمكن استخدام نهج أولي يتمثل في استبدال الخرائط المتاحة عن الغطاء الأرضي/استخدام الأراضي (المستمدة من مصادر وطنية أو من مجموعات البيانات العالمية، مثل نظام معلومات البرنامج الدولي للغلاف الأرضي والمحيط الحيوي) بخرائط التربة المأخوذة من مصادر وطنية أو عالمية، مثل خريطة التربة في العالم لمنظمة الأغذية والزراعة. وينبغي، حيثما أمكن، تحديد مساحات الأراضي المرتبطة بممارسات الإدارة المميزة للمروج الطبيعية، وربطها بقيم معاملات الإدارة سواء أكانت عامة (أي المتدهورة أو الأصلية أو المحسنة) أم خاصة (مثل التسميد أو كثافة الرعي). وقد يكون من المفيد استخدام خرائط تدهور التربة كمصدر للمعلومات المطلوبة لتصنيف المروج الطبيعية حسب نظم الإدارة (انظر مثلا Conant and Paustian, 2002b).

وتتسم قوائم الجرد الوطنية المتعلقة باستخدامات الأراضي والموارد المؤلفة من مجموعة من نقاط العينات الثابتة التي يتم عندها تجميع البيانات على فترات منتظمة، ببعض المزايا على الإحصائيات الإجمالية المتعلقة باستخدامات الأراضي في الرعي. ومن السهل ربط نقاط الجرد بنظام معين من نظم المروج الطبيعية، ويمكن تحديد نوع التربة المرتبط بموقع معين عن طريق أخذ العينات أو إسناد الموقع لخريطة التربة الملائمة. ويمكن لنقاط الجرد المختارة على أساس التصميم الإحصائي الملائم أن تساعد أيضا على تقدير التغيرات المرتبطة ببيانات الأنشطة التي يمكن استخدامها كجزء من التحليل الشكلي لعدم التيقن. ويبين الفصل الثاني المبادئ المستخدمة في أخذ العينات. ومن أمثلة قوائم جرد الموارد القائمة على نقاط العينات قائمة جرد الموارد الوطنية في الولايات المتحدة (Nusser and Goebel, 1997) .

التربة العضوية

يلزم معرفة مساحة التربة العضوية المزروعة بحسب النظام المناخي (A) لتقدير الانبعاثات الناتجة عن التربة العضوية. ويمكن استخدام قواعد بيانات ونُهج مشابهة لقواعد البيانات والنُهج المبينة أعلاه لتقدير المساحة. ويمكن الحصول على معلومات أولية عن مساحات أراضى التربة العضوية في نظام المروج الطبيعية عن طريق استبدال خرائط التربة التي تبين التوزيع المكاني للهستوسول (أي التربة العضوية) بخرائط استخدام الأراضي التي تبين مساحة الأراضي الزراعية. ويمكن استخدام البيانات الخاصة بالبلد المتعلقة بمشروعات الصرف بالإضافة إلى خرائط ومسوح التربة للحصول على تقدير أدق لمساحات التربة العضوية في المروج الطبيعية المدارة ذات الصلة.

٣-٤-١-٢-١-٤ تقدير عدم التيقن

يتطلب تقدير عدم التيقن إجراء تقدير لعدم التيقن المرتبط بمعدلات الانبعاثات/ الإزالة، وكذلك عدم التيقن المرتبط ببيانات الأنشطة (أي مساحات الأراضي التي تشملها تغيرات استخدامات الأراضي والإدارة) وتفاعلها.

وتعرض الجداول تقديرات الانحراف المعياري (وحجم العينة) للقيم الافتراضية العالمية المنقحة الواردة في هذا التقرير، حيثما وجدت. ويمكن استخدام هذه القيم مع التقديرات الملائمة للتغيرات في بيانات الأنشطة لتقدير عدم التيقن باستعمال الإرشادات الواردة في الفصل الخامس من هذا التقرير. وينبغي أن تدرك وكالات الجرد أن عدم التيقن المقترن بالقيم الافتراضية العالمية البسيطة يرتفع نسبيا عندما تستخدم هذه القيم في بلدان بعينها. وإضافة إلى ذلك بالنظر إلى أن الدراسات الميدانية المتاحة لاشتقاق القيم الافتراضية العالمية ليست موزعة توزيعا متساويا في كل المناطق المناخية وأنواع التربة ونظم الإدارة، فإن بعض المناطق، خاصة الأقاليم المدارية، تعانى قصورا في التمثيل. وفى إطار أساليب المستوى ٢، يمكن اشتقاق دوال كثافة الاحتمال (أي تقديرات المتوسط والتباين) لمعاملات تغير الأرصدة، ومعاملات انبعاث التربة العضوية، وأرصدة الكربون المرجعية، كجزء من عملية اشتقاق البيانات بحسب البلدان أو المناطق. ويمكن تخفيض عدم التيقن المرتبط بمعدلات الانبعاثات وعمليات الإزالة في التربة وذلك من خلال الدراسات الميدانية لتأثيرات الإدارة على أرصدة كربون التربة في أنواع المروج الطبيعية الرئيسية ونظم الإدارة. وفي الحالات التي تستخدم فيها بيانات المتواليات الزمنية، يمكن أن ترتفع نسبيا نسبة عدم التيقن المرتبط بتقديرات تغييرات رصيد الكربون، ومن ثم يكون من المستصوب استخدام متوسط عدد دراسات "متماثلة" لاشتقاق قيم تتسم بقدر أكبر من الشمول التمثيلي.

٣-٤-١-٣ انبعاثات غازات الدفيئة من غير ثاني أكسيد الكربون

تناول الغازات من غير ثاني أكسيد الكربون في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*

تناولت *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي ودليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠* (الفصل الرابع المعنون "الزراعة") بالفعل الانبعاثات التالية:

- انبعاثات أكسيد النيتروز الناتجة عن استخدام الأسمدة المعدنية والعضوية والمخلفات العضوية وتثبيت النيتروجين البيولوجي في المروج الطبيعية المدارة؛
- انبعاثات أكسيد النيتروز وأكاسيد النيتروجين والميثان وأول أكسيد الكربون الناتجة عن حرق المروج الطبيعية (السافانا) في المناطق المدارية؛

- انبعاثات الميثان الناتجة عن رعى الحيوانات.

ومن *الممارسة السليمة* اتباع *لمبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* القائمة (الفصل الرابع المعنون "الزراعة") و*دليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠* وذلك لتقدير هذه التدفقات والإبلاغ عنها في القسم المتعلق بالزراعة.

وتشمل مصادر الانبعاثات والإزالة الإضافية غير المدرجة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* (الفصل الرابع المعنون "الزراعة") و*دليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠*، انبعاثات أكسيد النيتروز الناتجة عن معدنة النيتروجين العضوي في المروج الطبيعية العضوية المصرفة من المياه[٣]، والتغييرات التي تؤدي إلى تقليل عمليات امتصاص الميثان في تربة المروج الطبيعية المدارة، والانبعاثات الناتجة عن الحرق في المروج الطبيعية المعتدلة. ويوصى في هذه المرحلة باستخدام منهجيات محددة وذلك بسبب عدم كفاية البيانات المتعلقة بانبعاثات أكسيد النيتروز الناتجة عن زيادة معدنة النيتروجين العضوي في تربة المروج الطبيعية العضوية، والتخفيضات الناتجة عن الإدارة في مصارف الميثان في تربة المروج الطبيعية. ويرجح في معظم الظروف أن تمثل هذه المصادر تدفقات ثانوية، وقد يتسنى بحث هذه المصادر على الوجه الأكمل مع إجراء مزيدا من البحوث ومع توافر مزيدا من المعلومات.

وفى حالة حرق المروج الطبيعية خارج المناطق المدارية، (التي هي غير مدرجة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* (الفصل الرابع المعنون "الزراعة") و*دليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠*))، يبين القسم ٣-٢-١-٤ أساليب تقدير انبعاثات أكسيد النيتروز، وأكاسيد النيتروجين، والميثان، وأول أكسيد الكربون المنطلقة من حرق المروج الطبيعية. ويمكن الحصول على القيم الافتراضية للكتلة الحيوية القائمة المستخدمة في تقدير كمية الوقود المستهلك من الجدول ٣-٤-٢. ويلاحظ أن مقدار الكتلة الحيوية التي يمكن استخدامها كوقود قد تتفاوت تفاوتا كبيرا تبعا للفترة الزمنية التي تستخدم فيها أثناء السنة وتبعا لنظام الرعي، وهكذا يوصى باستخدام تقديرات الكتلة الحيوية المحددة على المستوى القطري والتي تقابل زمان ومكان حرق المروج الطبيعية.

٣-٤-٢ الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية

تعتبر أثار الكربون الناتجة عن التحويل من استخدامات الأراضي الأخرى (غالبا الأراضي الحرجية والأراضي الزراعية، والأراضي الرطبة بدرجة أقل، ونادرا المستوطنات) إلى مروج طبيعية اقل مما في حالة التحويل إلى أراض زراعية. وتوفر الدارسات المتعلقة بنوع التحويل الرئيسي (من الأراضي الحرجية إلى المروج الطبيعية داخل المناطق المدرية) أدلة على حدوث زيادات وفواقد صافية في كربون التربة. ويعتبر تأثير الإدارة على تغيرات كربون التربة في المروج الطبيعية بعد التحويل تأثيرا بالغ الأهمية (انظر مثلا Veldkamp, 2001). ويمكن أن يسفر تحويل الأراضي من الاستخدامات الأخرى ومن الحالات الطبيعية إلى مروج طبيعية عن انبعاثات صافية (أو امتصاصات صافية) لثاني أكسيد الكربون من كل من الكتلة الحيوية والتربة. ويعالج القسم ٣-٤-٢ -١ الانبعاثات المنطلقة من الكتلة الحيوية، وأما الانبعاثات المنطلقة من التربة فيعالجها القسم ٣-٤-٢-٢. ويتضمن القسم ٥-٢-٣ (تحويل الأراضي الحرجية والمروج الطبيعية) من *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* حساب تغيرات رصيد الكربون في الكتلة الحيوية نتيجة عمليات تحويل استخدامات الأراضي إلى مرود طبيعية.

وترمى الأساليب المبينة في هذا القسم إلى حساب التغيرات التي تطرأ على أرصدة الكتلة الحيوية والتربة المقترنة بتحويل استخدامات الأراضي وإنشاء مروج طبيعية جديدة. وينبغي تقدير التغيرات اللاحقة في الأرصدة في إطار *المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية*.

وتتضمن المعادلة ٣-٤—١٢ المبينة أدناه الصيغة الموجزة لحساب تغيرات أرصدة الكربون في الأراضي المحولة على مرود طبيعية. ويتم تقدير فئتين فرعيتين ضمن فئة *الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية*، وهما الكتلة الحيوية الحية والمادة العضوية في التربة. ويوجز الجدول ٣-٤-٧ المستويات المستخدمة مع كل فئة فرعية للكربون.

---

[٣] تشتمل *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* (الفصل الرابع المعنون 'الزراعة') و*دليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠*، الانبعاثات الناتجة عن تسميد تلك المروج الطبيعية وتثبيتها

المعادلة ٣-٤-١٢

مجموع تغير أرصدة الكربون في الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية

$$\Delta C_{LG} = \Delta C_{LG_{LB}} + \Delta C_{LG_{Soils}}$$

حيث:

ΔC_{LG} = مجموع تغير أرصدة الكربون في الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية،أطنان كربون/سنة؛

$\Delta C_{LG_{LB}}$ = تغير أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية في الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية، أطنان كربون/سنة؛

$\Delta C_{LG_{Soils}}$ = تغير أرصدة الكربون في التربة في الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية، أطنان كربون/سنة.

٣-٤-٢-١ تغير أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية

٣-٤-٢-١-١ القضايا المنهجية

يتضمن هذا القسم *إرشادات الممارسات السليمة* المتعلقة بحساب انبعاثات وإزالة ثاني أكسيد الكربون في الكتلة الحيوية نتيجة تحويل الأراضي من الظروف الطبيعية وغيرها من استخدامات الأراضي إلى مروج طبيعية، بما في ذلك إزالة الأحراج وتحويل الأراضي الزراعية إلى مراع وأراض للرعي. وتنشأ انبعاثات وعمليات إزالة الكربون في الكتلة الحيوية في الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية بسبب إزالة واستبدال الغطاء النباتي القائم بغطاء نباتي مختلف . وقد تسفر هذه العملية عن حدوث زيادات أو نقص في أرصدة كربون الكتلة الحيوية تبعا لنوع تحويل استخدام الأراضي. ويختلف ذلك عن المفاهيم التي تشكل الأساس لتغيرات رصيد كربون الكتلة الحيوية في المروج الطبيعية التي تظل مروج طبيعية حيث ترتبط التغيرات بممارسات الإدارة.

وتتطلب عموما أساليب قياس انبعاثات وإزالة الكربون بسبب تحويل استخدامات الأراضي الأخرى إلى مروج طبيعية، تقدير أرصدة الكربون قبل وبعد التحويل (تبعا لما إن كانت الأرض تستخدم من قبل كأراض حرجية أو أراض زراعية أو أراض رطبة) وتقديرات مساحات الأراضي المحولة أثناء الفترة التي ينفذ فيها. ونتيجة للتحويل إلى مروج طبيعية، يفترض أن الغطاء النباتي الغالب يزال تماما وبعد ذلك يزرع نوع ما من النباتات العشبية أو أي غطاء نباتي آخر(مثل إنشاء المراعى). وبدلا من ذلك، يمكن أن تنشأ المروج الطبيعية عن إهمال استخدامات الأراضي السابقة، مثل الأراضي الزراعية، لتحل المروج الطبيعية محل تلك المساحة. وينبغي حساب الغطاء النباتي الذي يحل محل الغطاء النباتي المزال أثناء التحويل وذلك باستخدام هذه المنهجية جنبا إلى جنب مع الأساليب المبينة في القسم ٣-٤-١.

٣-٤-٢-١-١-١ اختيار الطريقة

المستوى١: يسير أسلوب المستوى ١ وفقا للنهج المبين في القسم ٥-٢-٣ من *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*، حيث يقدر مقدار الكربون المزال وذلك بضرب المساحة المحولة سنويا في الفرق بين متوسط أرصدة كربون الكتلة الحيوية قبل وبعد التحويل، على أن يؤخذ في الحسبان الكربون الموجود في الكتلة الحيوية التي تحل محل الغطاء النباتي المزال. ومن *الممارسة السليمة* أن تأخذ في الحسبان تماما كل تحويلات الأراضي إلى مروج طبيعية. وهكذا، فإن هذا القسم يضع التفاصيل المتعلقة بالأسلوب بحيث يشمل كل استخدامات الأراضي الأولية، مما يشمل الأراضي الحرجية ولكن لا يقتصر عليها. وينبغي على جميع البلدان أن تعمل على تحسين نهج الجرد والإبلاغ عن طريق التقدم إلى أعلى مستوى ممكن على ضوء الظروف الوطنية. ومن *الممارسة السليمة* أن تستخدم البلدان نهج المستوى ٢ أو المستوى٣ إذا كانت انبعاثات الكربون وعمليات إزالته في الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية تمثل فئة رئيسية وإذا كانت الفئة الفرعية للكتلة الحيوية الحية تعتبر مهمة استنادا إلى المبادئ المبينة في الفصل الخامس. وينبغي على البلدان أن تستخدم مخطط تسلسل القرارات الوارد في الشكل ٣-١-٢ للمساعدة على اختيار الأسلوب.

وتلخص المعادلة ٣-٤-١٣ العناصر الرئيسية التي تشكل عملية التقريب من المرتبة الأولى لتغيرات رصيد الكربون في الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية. ويقدر متوسط تغير رصيد الكربون على أساس المساحة في كل نوع من أنواع التحويل. ويعتبر

متوسط تغير رصيد الكربون مساويا لتغير رصيد الكربون الناتج عن إزالة الكتلة الحيوية أثناء الاستخدام الأولى للأراضي (أي الكربون الموجود في الكتلة الحيوية بعد التحويل مباشرة مخصوما منه كربون الكتلة الحيوية قبل التحويل)، بالإضافة إلى أرصدة الكربون الناتجة عن نمو الكتلة الحيوية عقب التحويل. وكما جاء في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* ، لابد من أن يأخذ في الحسبان أي غطاء نباتي يحل محل الغطاء النباتي الذي أُزيل أثناء تحويل استخدام الأراضي. وفى *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*، يتم الجمع في حد واحد بين كربون الكتلة الحيوية بعد التحويل وكربون الكتلة الحيوية الذي ينمو في الأرض عقب التحويل. وأما في هذا الأسلوب، فيتم فصلهم إلى حدين منفصلين هما C_{After} C_{Growth} وذلك لزيادة الشفافية. وفى المستوى ١ يفترض أن أرصدة كربون الكتلة الحيوية بعد التحويل مباشرة (C_{After}) تساوى صفرا، أي أن الأرض يزال منها كل غطاءها النباتي قبل غرس النباتات العشبية أو الخشبية أو قبل زرعها أو قبل تجددها طبيعيا. ويُضرب متوسط تغير رصيد الكربون للمساحة المعينة المحولة في المساحة التقديرية للأراضي المحولة في سنة ما. وفى السنوات اللاحقة تحسب تغيرات منسوب الكربون في الكتلة الحيوية الحية في المروج الطبيعية الناتجة عن تغيرات الإدارة وذلك باستخدام المنهجية المبينة في القسم ٣-٤-١-١ (تغير الكتلة الحيوية في المروج الطبيعية التي تظل مروج طبيعية).

الجدول ٣-٤-٧
وصف مستويات الفئات الفرعية المندرجة تحت الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية

المستوى / الفئات الفرعية	المستوى ١	المستوى ٢	المستوى ٣
الكتلة الحيوية الحية	تستخدم المعاملات الافتراضية لتقدير تغير رصيد كربون الكتلة الحيوية نتيجة تحويلات استخدامات الأراضي، وكربون الكتلة الحيوية التي تحل محل الغطاء النباتي المزال.	تستخدم على الأقل بعض البارامترات الخاصة بالبلد المتعلقة برصيد الكربون لتقدير تغيرات رصيد الكربون الناتجة عن تحويل استخدام الأراضي إلى مروج طبيعية. ويقسم الكربون الناتج عن إزالة الكتلة الحيوية بين عمليات الحرق والتحلل وعمليات التحويل الأخرى المهمة على المستوى الوطني. وتقدر انبعاثات الغازات النزرة من غير ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن جزء الكتلة الحيوية المحروق داخل وخارج الموقع. وتستخدم تقديرات المساحة المصنفة إلى مناطق مناخية على المستوى الوطني وغير ذلك من الحدود حتى تلائم البارامترات الخاصة بالبلد لرصيد الكربون.	يستخدم النهج القطري بمقياس مكاني دقيق (مثل النمذجة والقياس).
أرصدة كربون التربة	فيما يتعلق بتغيرات كربون التربة المعدنية، تستخدم المعاملات الافتراضية. ويجب تقسيم المساحات بحسب نوع المناخ والتربة. وفيما يتعلق بتغيرات كربون التربة العضوية، تستخدم المعاملات الافتراضية وتصنف المساحات بحسب المناطق المناخية. وفيما يتعلق بالانبعاثات الناتجة عن التكليس، تستخدم معاملات الانبعاث الافتراضية.	فيما يتعلق بالتربة المعدنية والعضوية على السواء، تستخدم مجموعة ما من المعاملات الافتراضية و/أو الخاصة بالبلد، وتقديرات المساحة ذات الاستبانة المكانية الأدق بصورة متزايدة. وفيما يتعلق بالانبعاثات الناتجة عن التكليس، تستخدم معاملات الانبعاث المصنفة بحسب أشكال الجير.	يستخدم النهج القطري بمقياس مكاني دقيق (مثل النمذجة والقياس).

وفيما يلي الخطوات الأساسية لتقدير تغيرات رصيد كربون الكتلة الحيوية الناتجة عن تحويل الأراضي إلى مروج طبيعية:

١) يقدر متوسط مساحة الأراضي غير المروج الطبيعية المحولة إلى مروج طبيعية أثناء السنة ($A_{conversion}$) على حدة في كل نوع من أنواع استخدامات الأراضي الأولية (أي الأراضي الحرجية والأراضي الزراعية وما إلى ذلك) والنوع النهائي للمروج الطبيعية.

٢) في كل نوع من أنواع تحويل استخدام الأراضي إلى مروج طبيعية، تستخدم المعادلة ٣-٤-١٣ لتقدير التغير الناتج في أرصدة الكربون. ويمكن استخدام البيانات الافتراضية الواردة في القسم ٣-٤-٢-١-١-٢ المتعلقة بقيم C_{After}, C_{Before}, C_{Growth} لتقدير مجموع تغير الأرصدة على أساس مساحة كل نوع من أنواع الأراضي المحولة. ويمكن بعد ذلك ضرب تقدير تغير الأرصدة على أساس مساحة كل نوع في تقديرات المساحة الملائمة التي نحصل عليها في الخطوة ١.

٣) يقدر مجموع تغير رصيد الكربون الناتج عن كل تحويلات استخدامات الأراضي إلى مروج طبيعية وذلك عن طريق إيجاد حاصل جمع التقديرات الفردية لكل نوع من أنواع التحويل.

يتمثل الافتراض الأساسي للمستوى ١ في أن جميع كربون الكتلة الحيوية يفقد في الغلاف الجوى من خلال عمليات التحلل إما داخل أو خارج الموقع. وبذلك فإن حسابات المستوى ١ لا تفرق بين الانبعاثات الفورية الناتجة عن الحرق وبين الانبعاثات الناتجة عن أنشطة التحويل الأخرى.

المعادلة ٣-٤-١٣

التغير السنوي في أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية في الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية

$$\Delta C_{LG_{LB}} = A_{Conversion} \bullet (L_{Conversion} + \Delta C_{Growth})$$

$$L_{Conversion} = C_{After} - C_{Before}$$

حيث:

$\Delta C_{LG_{LB}}$ = التغير السنوي في أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية في الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية، أطنان كربون/سنة؛

$A_{Conversion}$ = المساحة السنوية للأراضي المحولة إلى مروج طبيعية من استخدام أولى، هكتار/سنة؛

$L_{Conversion}$ = تغير رصيد الكربون لمساحة كل نوع من أنواع التحويل عندما تحول الأراضي إلى مروج طبيعية، أطنان كربون/هكتار؛

ΔC_{Growth} = أرصدة الكربون بعد سنة واحدة من نمو الغطاء النباتي في المروج الطبيعية بعد التحويل، أطنان كربون/هكتار؛

C_{After} = أرصدة كربون الكتلة الحيوية بعد التحويل مباشرة على مروج طبيعية، أطنان كربون/هكتار؛

C_{Before} = أرصدة كربون الكتلة الحيوية قبل التحويل مباشرة إلى مروج طبيعية، أطنان كربون/هكتار.

وتميل أرصدة الكتلة الحيوية في المروج الطبيعية المنشأة حديثا إلى الثبات في غضون بضعة سنوات عقب التحويل (وذلك مثلا في غضون سنة إلى سنتين بالنسبة للكتلة الحيوية العشبية الظاهرة ومن ٣ إلى ٥ سنوات بالنسبة للكتلة الحيوية التحتية)، تبعا لنوع تحويل الأراضي (مثال ذلك أن المراعى المبذورة من المرجح أن تستقر بسرعة بينما قد يستغرق تجدد الغطاء النباتي في الأراضي الزراعية المهملة عدة سنوات)، والظروف المناخية وظروف الإدارة. وبالنظر إلى أن القيمة الافتراضية لتغير رصيد كربون الكتلة الحيوية في *المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية* في إطار المستوى ١ = صفر، فإن تغيرات أرصدة كربون الكتلة الحيوية في المروج الطبيعية المنشأة عقب تحويل استخدام الأراضي تؤخذ في الحسبان في سنة التحويل.

المستوى ٢: من الناحية الهيكلية فإن حسابات المستوى ٢ تشبه حسابات المستوى ١ ولكن مع وجود هذه الفروق. أولا، تستند حسابات المستوى ٢ على الأقل إلى بعض التقديرات الخاصة بالبلد لأرصدة الكربون في استخدامات الأراضي الأولية والنهائية بدلا من القيم الافتراضية الواردة في القسم ٣-٤-٢-١-١-٢. وتصنف تقديرات مساحات الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية بمقاييس مكانية أدق لرصد الفروق الإقليمية في قيم أرصدة الكربون الخاصة بالبلد.

وثانيا، قد تعدل حسابات المستوى ٢ الافتراض المتمثل في أن أرصدة الكربون بعد التحويل مباشرة يساوي صفرا. ويمكن ذلك البلدان من مراعاة تحويلات استخدامات الأراضي في الحالات التي يزال فيها بعض، وليس كل، الغطاء النباتي من استخدام الأراضي الأصلية. وبالإضافة إلى ذلك، من الممكن في حسابات المستوى ٢ احتساب تراكم الكتلة الحيوية عقب إنشاء المروج الطبيعية على مدى عدة سنوات (بدلا من محاسبة كل تغير في رصيد الكتلة الحيوية في سنة التحويل)، إن وجدت البيانات المطلوبة لتقدير الزمن الذي يستغرقه تكون الكتلة الحيوية بالكامل وتغيرات الأرصدة السنوية.

وثالثا، من *الممارسة السليمة* في حسابات المستوى ٢ توزيع فواقد الكربون على عمليات الحرق والتحلل عندما ينطبق ذلك. وتحدث انبعاثات ثاني أكسيد الكربون نتيجة عمليات الحرق والتحلل أثناء تحويلات استخدامات الأراضي. وبالإضافة إلى ذلك، تنطلق انبعاثات الغازات النزرة من غير ثاني أكسيد الكربون نتيجة الحرق. وعن طريق تقسيم الفواقد بين الحرق والتحلل، يمكن للبلدان أن تحسب انبعاثات الغازات النزرة من غير ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن الحرق. ويوفر دليل العمل الوارد في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* تعليمات تدريجية لتقدير عمليات إزالة الكربون الناتج عن الحرق والتحلل في الموقع وخارج الموقع وكذلك لتقدير انبعاثات الغازات النزرة من غير ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن الحرق (الصفحات ٥-٧ إلى ٥-١٧). ونقدم أدناه إرشادات لتقدير عمليات إزالة الكربون الناتجة عن الحرق والتحلل، كما يتضمن القسم ٣-٢-١-٤ من هذا الفصل إرشادات إضافية بشأن تقدير انبعاثات الغازات النزرة من غير ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن الحرق.

وتتضمن المعادلتان ٣-٤-١٥ و ٣-٤-١٦ أدناه الصيغ الأساسية المطلوبة لتقدير مقدار الكربون المحترق أو المتروك ليتحلل على التوالي. وتعالج هذه المنهجية الحرق المستخدم لأغراض تمهيد الأراضي. ويتناول القسم ٣-٤-٣ من هذا التقرير انبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن الحرق في المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية. ويتمثل الافتراض الأساسي في المعادلتين ٣-٤-١٥ و ٣-٤-١٦ في أن الكتلة الحيوية الظاهرة هي وحدها التي تحرق أو تتحلل. ويتم تشجيع البلدان على استخدام معلومات إضافية لتقييم هذا الافتراض، خاصة فيما يتعلق بتحلل الكتلة الحيوية التحتية. ويمكن تعديل النهج الأساسي حتى يشمل أنشطة التحويل الأخرى وكذلك لمراعاة الظروف الوطنية. والقيمة المدخلة في تلك المعادلتين هي مجموع مقدار كربون الكتلة الحيوية المزالة أثناء تمهيد الأراضي ($\Delta C_{conversion}$) (٣-٤-١٤)، وهو ما يعادل مساحة الأراضي المحولة ($A_{Conversion}$) مضروبا في تغير رصيد الكربون حسب مساحة هذا النوع من التحويل ($L_{Conversion}$) في المعادلة ٣-٤-١٣.

ويستخدم في بعض الأحيان جزء الكتلة الحيوية المزال كمنتجات خشبية. وفى حالة المنتجات الخشبية قد تستعمل البلدان الافتراض الأساسي الذي يقول بأن كربون المنتجات الخشبية يتأكسد في سنة الإزالة. وبدلا من ذلك، قد ترجع البلدان إلى التذييل ١ في الفصل الثالث لمعرفة تقنيات تقدير رصيد الكربون في منتجات الخشب المقطوع والتي تُحتسب شريطة تزايد الكربون في مستجمع هذه المنتجات.

المعادلة ٣-٤-١٤

تغير أرصدة الكربون نتيجة إزالة الكتلة الحيوية أثناء تحويل استخدام الأراضي

$$\Delta C_{conversion} = A_{conversion} \bullet (L_{conversion})$$

حيث:

$\Delta C_{conversion}$ = تغير أرصدة الكربون نتيجة إزالة الكتلة الحيوية أثناء تحويل استخدام الأراضي، أطنان كربون.

$A_{Conversion}$ = مساحة الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية، بالهكتار.

$L_{Conversion}$ = تغير رصيد الكربون حسب مساحة ذلك النوع من التحويل، أطنان كربون/هكتار (من المعادلة ٣-٤-١٣)

المعادلة ٣-٤-١٥

فواقد الكربون الناتجة عن حرق الكتلة الحيوية داخل وخارج الموقع

$$L_{burn\ onsite} = \Delta C_{conversion} \bullet \rho_{burned\ on\ site} \bullet \rho_{oxid}$$
$$L_{burn\ offsite} = \Delta C_{conversion} \bullet \rho_{burned\ off\ site} \bullet \rho_{oxid}$$

حيث:

L_{burn} = فواقد الكربون الناتجة عن حرق الكتلة الحيوية، أطنان كربونٍ

$\Delta C_{conversion}$ = تغير أرصدة الكربون نتيجة إزالة الكتلة الحيوية في عملية تحويل استخدام الأراضي، أطنان كربون

$\rho_{burned\ on\ site}$ = نسبة الكتلة الحيوية المحروقة موقعيا، بدون أبعاد

ρ_{oxid} = نسبة الكتلة الحيوية التي تتأكسد عند احتراقها، بدون أبعاد

$\rho_{burned\ off\ site}$ = نسبة الكتلة الحيوية المحروقة خارج الموقع، بدون أبعاد

المعادلة ٣-٤-١٦

فواقد الكربون الناتجة عن تحلل الكتلة الحيوية

$$L_{decay} = \Delta C_{conversion} \bullet \rho_{decay}$$
$$\rho_{decay} = 1 - (\rho_{burned\ on\ site} + \rho_{burned\ off\ site})$$

حيث:

L_{decay} = فواقد الكربون الناتجة عن تحلل الكتلة الحيوية،أطنان كربون

$\Delta C_{conversion}$ = تغير أرصدة الكربون نتيجة إزالة الكتلة الحيوية في عملية تحويل استخدام الأراضي،أطنان كربون

ρ_{decay} = نسبة الكتلة الحيوية المتروكة لتتحلل موقعيا، بدون أبعاد

$\rho_{burned\ on\ site}$ = نسبة الكتلة الحيوية المحروقة موقعيا، بدون أبعاد

$\rho_{burned\ off\ site}$ = نسبة الكتلة الحيوية المحروقة خارج الموقع، بدون أبعاد

ومن *الممارسة السليمة* أن تستخدم البلدان الحدين $L_{burn\ on\ site}$ و $L_{burn\ off\ site}$ ، كمدخلات لتقدير الغازات النزرة من غير ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن الاحتراق باتباع الإرشادات الواردة في القسم ٣-٢-١-٤.

المستوى ٣: تشبه حسابات المستوى ٣ الحسابات المستخدمة في المستوى ٢ ولكن مع وجود الفروق التالية: بدلا من الاعتماد على متوسط المعدلات السنوية للتحويل، تستخدم البلدان التقديرات المباشرة لمساحات الأراضي المحولة سنويا والمصنفة مكانيا في كل نوع من أنواع استخدامات الأراضي الأولية والنهائية، وتستند تغيرات رصيد الكربون إلى المعلومات المحددة محليا. وبالإضافة إلى ذلك قد تستخدم البلدان النماذج الدينامية مما يتيح الربط مكانيا وزمنيا بين تقديرات الكتلة الحيوية وتقديرات تغير رصيد كربون التربة.

٣-٤-٢-١-١-٢ اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة

المستوى ١: تتطلب الخطوة الأولى في هذه المنهجية بارامترات أرصدة الكربون قبل التحويل في كل استخدام أولى (C_{Before}) وبعد التحويل (C_{After}) ويفترض أن كل الكتلة الحيوية تزال عند تمهيد الموقع لاستخدام المروج الطبيعية، وهكذا فإن القيمة الافتراضية لأرصدة الكربون بعد التحويل (C_{After}) تساوى صفراً من أطنان الكربون/هكتار. ويزود الجدول ٣-٤-٨ المستعملين بتوجيهات بشأن كيفية الحصول على قيم أرصدة الكربون قبل التحويل(C_{Before}) في استخدامات الأراضي قبل إزالة الكتلة الحيوية. ويتضمن الجدول ٣-٤-٩ القيم الافتراضية لأرصدة الكربون في المروج الطبيعية بعد التحويل (ΔC_{Growth}).. وتستند هذه اليم على القيم

الافتراضية لأرصدة الكتلة الحيوية الظاهرة (الجدول ٣-٤-٢) ونسب الجذور إلى الأغصان (الجدول ٣-٤-٣) الواردة في القسم ٣-٤-١-١-١-٢ المعنون "المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية"، وتنطبق على الكتلة الحيوية العشبية (أي غير الخشبية).

الجدول ٣-٤-٨

أرصدة كربون الكتلة الحيوية الافتراضية المزالة بسبب التحويل إلى مروج طبيعية

فئة استخدام الأراضي	رصيد كربون الكتلة الحيوية قبل التحويل (C_{Before})	نطاق الخطأ[1]
الأراضي الحرجية	انظر الجدول ٢ الوارد في المرفق ١ من الفصل الثالث لمعرفة أرصدة الكربون في نطاق من أنواع الأحراج بحسب المناطق المناخية. ويعبر عن الأرصدة	
الأراضي الزراعية: المحاصيل الخشبية	انظر الجدول ٣-٣-٢ لمعرفة أرصدة الكربون في أنواع عامة من أراض المحاصيل الخشبية المعمرة في نطاق من الأقاليم المناخية. ويستخدم هذا الحد	± ٧٥%
الأراضي الزراعية: المحاصيل الحولية	تستخدم القيمة الافتراضية الواردة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* وهى ٥ أطنان من الكربون/هكتار (أو ١٠ أطنان من المادة الجافة/هكتار).	± ٧٥%
١ تمثل تقديرا اسميا للخطأ بما يعادل ضعف الانحراف المعياري كنسبة مئوية من المتوسط..		

المستوى ٢: ينبغي أن تشمل أساليب المستوى ٢ بعض التقديرات الخاصة بالبلد لأرصدة الكتلة الحيوية وعمليات إزالتها الناتجة عن تحويل الأراضي كما ينبغي أن تشمل تقديرات الفواقد الموقعية وغير الموقعية الناتجة عن الحرق والتحلل عقب تحويل الأراضي إلى مروج طبيعية. ويمكن أن تتخذ هذه التحسينات شكل دراسات منهجية للمحتوى من الكربون والانبعاثات وعمليات الإزالة المقترنة باستخدامات الأراضي وتحويلات استخدامات الأراضي داخل البلد، وإعادة دراسة الافتراضات الأساسية على ضوء الظروف الخاصة بالبلد.

ونقدم هنا بارامترات الانبعاثات الافتراضية المتعلقة بالحرق والتحلل. ومع ذلك يتم تشجيع البلدان على اشتقاق معاملات قطرية لتحسين دقة التقديرات. وتستخدم *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* قيمة افتراضية عامة تبلغ ٠,٥ لجزء الكتلة الحيوية المحترق موقعيا أثناء تحويلات الأراضي الحرجية. وتشير البحوث إلى أن هذا الجزء يعتبر متغيرا بدرجة كبيرة وقد ينخفض ليصل إلى ٠,٢ (انظر مثلا Fearnside, 2000; Barbosa and Fearnside, 1996; and Fearnside, 1990). ونقدم هنا النسب الافتراضية المحدثة للكتلة الحيوية التي تترك لتحترق في الموقع. ويتضمن الجدول ١٢ في المرفق ١ من الفصل الثالث القيم الافتراضية لنسبة الكتلة الحيوية المستهلكة في عمليات الحرق الموقعي لمجموعة من فئات النباتات الحرجية. وينبغي استخدام هذه القيم الافتراضية في عمليات التحويل من الأراضي الحرجية إلى المروج الطبيعية. وفى الاستخدامات الأولية للأراضي غير الحرجية، تبلغ النسبة الافتراضية للكتلة الحيوية المحترقة موقعيا ٠,٣٥. وتراعي هذه النسب الافتراضية البحوث التي تشير إلى أنها تتراوح بين ٠,٢ و٠,٥ (Fearnside, 2000; Barbosa; Fearnside, 1996 Fearnside, 1990). ومن *الممارسة السليمة* للبلدان أن تستخدم قيمة افتراضية تبلغ ٠,٣٥ أو قيمة أخرى في حدود هذا النطاق شريطة توثيق الأسس المنطقية لهذا الاختيار. ولا توجد أي قيمة افتراضية لمقدار الكتلة الحيوية التي تنقل خارج الموقع وتحرق. وسوف تحتاج البلدان إلى تحديد النسبة استنادا إلى مصادر البيانات الوطنية. وفى المعادلة ٣-٤-١٥، تبلغ النسبة الافتراضية للكتلة الحيوية المؤكسدة نتيجة الحرق ٠,٩ كما هو وارد أصلا في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*.

ويفترض أسلوب تقدير الانبعاثات الناتجة عن التحلل أن جميع الكتلة الحيوية تتحلل على مدى عشر سنوات. ولأغراض الإبلاغ، يتاح للبلدان خياران: الإبلاغ عن جميع الانبعاثات الناتجة عن التحلل في سنة واحدة مع الاعتراف بأن هذه الانبعاثات تنطلق في الواقع على مدى عشرة سنوات، أو الإبلاغ عن كل الانبعاثات الناتجة عن التحلل سنويا، مع اعتبار أن المعدل يبلغ عُشر المجاميع

الواردة في المعادلة ٣-٤-١٦. وعندما تختار البلدان الخيار الثاني، فينبغي عليها أن تضيف معامل ضرب بقيمة ١٠ من مائة إلى المعادلة ٣-٤-١٦.

المستوى٣: في إطار أسلوب المستوى ٣، ينبغي تحديد جميع البارامترات على المستوى القطري باستخدام قيم أدق بدلا من القيم الافتراضية.

الجدول ٣-٤-٩

أرصدة كربون الكتلة الحيوية الافتراضية الموجودة في الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية

المنطقة المناخية المحددة من الفريق الحكومي الدولي	مجموع الكتلة الحيوية غير الخشبية (الظاهرة والتحتية)	الخطأ[١]
الشمالية- الجافة والمطيرة[٢]	٨,٥	± ٧٥%
المعتدلة الباردة – الحافة	٦,٥	± ٧٥%
المعتدلة الباردة – المطيرة	٦/١٣	± ٧٥%
المعتدلة الدافئة – الجافة	٦,١	± ٧٥%
المعتدلة الدافئة – المطيرة	١٣,٥	± ٧٥%
المدارية – الجافة	٨,٧	± ٧٥%
المدارية – الرطبة والمطيرة	١٦,١	± ٧٥%

[١] يمثل تقديرا اسميا للخطأ بما يعادل انحرافيين معياريين كنسبة مئوية من المتوسط.

[٢] بالنظر إلى قلة البيانات، تم الجمع بين المناطق الجافة والرطبة في نظام الحرارة الشمالية والمناطق الرطبة والمطيرة في نظام الحرارة المدارية.

٣-٤-٢-١-١-٣ اختيار بيانات الأنشطة

تتطلب جميع المستويات تقديرات لمساحات الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية. وينبغي استخدام نفس بيانات المساحة المستخدمة في حسابات الكتلة الحيوية وتقديرات التربة المبينة في القسم ٣-٤-٢-٢. ويمكن، عند اللزوم، إجمال بيانات المساحة المستخدمة في تحليل التربة لكي تلائم المقياس المكاني المطلوب لتقديرات الكتلة الحيوية من المرتبة الأدنى. على أنه عند استخدام المستويات العليا، ينبغي أن تراعى أنواع التربة الرئيسية في التصنيف. وينبغي الحصول على بيانات المساحة باستخدام الأساليب المبينة في الفصل الثاني. وتحتاج أساليب المستويات الأعلى مزيدا من التفاصيل، ولكن الشرط الأدنى المطلوب لاتساق قوائم الجرد مع *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* يتمثل في تحديد مساحات الأراضي الحرجية التي يتم تحويلها على حدة. ويرجع ذلك إلى أن كثافة الكربون تكون في العادة أعلى قبل التحويل ويعنى ذلك ضمنا أنه ينبغي الإحاطة جزئيا على الأقل بمصفوفة تغير استخدامات الأراضي، ومن ثم، في الحالات التي يستخدم فيها النهجان ١ و ٢ المبينان في الفصل الثاني، قد يلزم إجراء مسوحا تكميلية لتحديد مساحة الأراضي الحرجية التي تدخل ضمن الأراضي التي يجرى تحويلها إلى مروج طبيعية. وكما جاء في الفصل الثاني، في الحالات التي يتم فيها إجراء المسوح، سيكون من الأدق في كثير من الأحيان العمل على إجراء تحديد مباشر للمساحات التي تخضع لعملية التحويل بدلا من تقدير تلك المساحات استنادا إلى الفروق في مجموع مساحات الأراضي التي تخضع لاستخدامات معينة في مختلف الأوقات.

المستوى ١: عند هذا المستوى، يلزم الحصول على نوع واحد من بيانات الأنشطة وهو تقديرات المساحات المحولة إلى مروج طبيعية من استخدامات الأراضي الأولية (أي الأراضي الحرجية والأراضي الزراعية والمستوطنات، الخ) إلى نوع المروج الطبيعية النهائي ($A_{conversion}$).. وتفترض هذه المنهجية أن تقديرات المساحة تستند إلى إطار زمني من سنة واحدة. وفى حالة تقدير المساحة في غضون فترة زمنية أطول، فينبغي تحويلها إلى متوسط المساحة السنوية حتى تلائم القيم الافتراضية لأرصدة الكربون المبينة. وإذا لم تتوفر تلك البيانات لدى البلدان، فيمكن استقراء عينات جزئية من خلال القاعدة الكلية للأراضي أو يمكن استيفاء التقديرات التاريخية لعمليات التحويل على مر الزمن استنادا إلى أحكام الخبراء المحليين. وكحد أدنى، يمكن للبلدان أن تعتمد على المعلومات المتعلقة بمتوسط معدلات إزالة الأحراج وعمليات تحويل استخدامات الأراضي إلى مروج طبيعية وذلك استنادا إلى المصادر الدولية، بما في ذلك منظمة الأغذية والزراعة. وقد تعتمد نهج المستوى ١ على متوسط المعدلات السنوية للتحويل والمساحات التقديرية بدلا من التقديرات المباشرة.

المستوى ٢: ينبغي أن تسعى البلدان إلى استخدام تقديرات المساحة الفعلية في كل التحويلات الممكنة من استخدامات الأراضي الأولية إلى أنواع المروج الطبيعية النهاية. ويمكن تحقيق الإبلاغ الكامل إما عن طريق تحليل الصور الدورية المستشعرة من بُعد لاستخدامات الأراضي وأنماط الغطاء الأرضي و/أو العينات الأرضية الدورية لأنماط استخدامات الأراضي أو باستخدام مزيجا من نظم الجرد.

المستوى ٣: ينبغي أن تتضمن بيانات الأنشطة المستخدمة في حسابات المستوى ٣ محاسبة كاملة لكل تحويلات استخدامات الأراضي إلى مروج طبيعية كما ينبغي أن تصنف بحسب مختلف الظروف داخل البلد. ويمكن إجراء التصنيف بحسب البارامترات السياسية (المقاطعات والمحافظات وأما إلى ذلك) أو المناطق الأحيائية أو المناخ أو الجمع بين تلك البارامترات. وفى كثير من الحالات، قد يتاح لدى البلدان معلومات عن الاتجاهات المتعددة السنوات في تحويلات الأراضي (وذلك من خلال قوائم الجرد القائمة على العينات الدورية أو من خلال قوائم الجرد المستشعرة من بعد لاستخدامات الأراضي والغطاء الأرضي).

٣-٤-٢-١-١-٤ تقدير عدم التيقن

المستوى ١: تنشأ مصادر عدم التيقن في هذا الأسلوب من استخدام متوسط المعدلات العالمية أو الوطنية للتحويل وتقديرات مسار الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية. وبالإضافة إلى ذلك يسهم الاعتماد على البارامترات الافتراضية لأرصدة الكربون في الظروف الأولية والنهائية في حدوث درجات عالية نسبيا من عدم التيقن. وترتبط بالقيم الافتراضية المستخدمة في هذا الأسلوب نطاقات مناظرة من الأخطاء، وترد القيم في الجداول الافتراضية.

المستوى ٢: تتحسن دقة التقديرات من خلال استخدام تقديرات المساحات الفعلية وليس من خلال استخدام متوسط معدلات التحويل. وبالإضافة إلى ذلك يساعد تعقب مساحة الأراضي في كل عمليات تحويلات الأراضي الممكنة على تحقيق مزيدا من الشفافية في الحسابات ويتيح للخبراء تحديد الثغرات والمناطق التي تحتسب فيها مساحات الأراضي عدة مرات. وأخيرا، يستخدم أسلوب المستوى ٢ على الأقل بعض القيم الافتراضية الخاصة بالبلد التي من شأنها أن تزيد من دقة التقديرات بشرط أن تمثل بشكل أفضل الظروف ذات الصلة بالبلد. ويمكن اشتقاق دوال كثافة الاحتمال (أي تقديرات المتوسط والتغير) لكل البارامترات الخاصو بالبلد. ويمكن استخدام تلك البيانات في التحليلات المتقدمة لعدم التيقن، مثل عمليات محاكاة مونت كارلو. ويمكن الرجوع إلى الفصل الخامس (القسم ٥-٢) من هذا التقرير للحصول على إرشادات بشأن وضع تقديرات عدم التيقن القائمة على العينات، وكحد أدنى، ينبغي أن توفر أساليب المستوى ٢ نطاقات للأخطاء يعبر عنها كنسب مئوية للانحرافات المعيارية لكل بارامتر خاص بالبلد.

المستوى ٣: ينبغي أن توفر بيانات الأنشطة المستندة إلى نظام جرد استخدامات الأراضي والإدارة نظاما لتوزيع تقديرات عدم التيقن على المساحات المرتبطة بتغيرات استخدامات الأراضي بحسب استخدام مختلف الأساليب، بما ذلك عمليات محاكاة مونت كارلو.

٣-٤-٢-٢ تغير أرصدة كربون التربة

٣-٤-٢-٢-١ القضايا المنهجية

يمكن أن يحدث تحويل الأراضي إلى مروج طبيعية من الأراضي غير المدارة، بما في ذلك النظم الإيكولوجية الأصلية غير المضطربة نسبيا (مثل الأراضي الحرجية والأراضي الرطبة) ومن الأراضي الزراعية المدارة بكثافة. وفى حالات التحويل من الأراضي الحرجية، تسفر في العادة الاضطرابات المقترنة بتمهيد الأراضي عن حدوث فواقد في كربون المادة العضوية الميتة (الفرش الحرجي السطحي والركام الخشبي الخشن). وينبغي افتراض أن أي مستجمعات للفرش الحرجي أو الركام الخشبي الخشن (تقدر باستخدام الأساليب المبينة في القسم ٣-٢-٢-٢) تتأكسد في أعقاب تحويل الأراضي، وينبغي تقدير التغيرات التي تطرأ على أرصدة كربون المادة العضوية الميتة في التربة كما هو مبين أدناه.

تبين المعادلة ٣-٤-١٧ أدناه مجموع تغير أرصدة كربون التربة في الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية:

المعادلة ٣-٤-١٧

التغير السنوي في أرصدة كربون التربة في الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية (LG)

$$\Delta C_{LG_{Soils}} = \Delta C_{LG_{Mineral}} - \Delta C_{LG_{Organic}} - \Delta C_{LG_{Lime}}$$

حيث:

$\Delta C_{LG_{Soils}}$ = التغير السنوي في أرصدة كربون التربة في الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية، أطنان كربون/سنة

$\Delta C_{LG_{Mineral}}$ = تغير أرصدة كربون التربة المعدنية في الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية، أطنان كربون/سنة

$\Delta C_{LG_{Organic}}$ = انبعاثات الكربون السنوية الناتجة عن التربة العضوية المحولة إلى مروج طبيعية (تقدر كتدفقات سنوية صافية)، أطنان كربون/سنة.

$\Delta C_{LG_{Lime}}$ = انبعاثات الكربون السنوية الناتجة عن استخدام الجير الزراعي في الأراضي المحولة على مروج طبيعية، أطنان كربون/سنة.

وتتوقف معايير اختيار أنسب أسلوب للتقدير على نوع تحويل الأراضي وطول مدة التحويل، وتوافر المعلومات المناسبة الخاصة بالبلد لتقدير أرصدة الكربون المرجعية في التربة ومعاملات تغير الأرصدة ومعاملات الانبعاث، وينبغي على جميع البلدان أن تسعى إلى تحسين نهج الجرد والإبلاغ عن طريق التقدم نحو استخدام أعلى مستوى ممكن على ضوء الظروف الوطنية. ومن *الممارسة السليمة* أن تستخدم البلدان نهج المستوى ٢ أو نهج المستوى ٣ إذا كانت انبعاثات وعمليات إزالة الكربون في الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية تمثل فئة رئيسية وإذا كانت المادة العضوية في التربة تعد فئة فرعية مهمة استنادا إلى المبادئ المبينة في الفصل الخامس. وينبغي على البلدان أن تستخدم مخطط تسلسل القرارات المبين في الشكل ٣-١-٢ للمساعدة على اختيار الأسلوب.

٣-٤-٢-٢-١-١ اختيار الأسلوب

التربة المعدنية

المستوى ١: يُشبه أسلوب المستوى ١ أساسا الأسلوب المستخدم مع المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية (المعادلة ٣-٤-٨ في القسم ٣ -٤-١-٢-١-١)، باستثناء أن أرصدة الكربون السابقة لعملية التحويل تعتمد على بارامترات استخدامات الأراضي الأخرى. وتستند أساليب المستوى ١ إلى القيم الافتراضية لأرصدة الكربون المرجعية ومعاملات تغير الأرصدة والبيانات المجملة نسبيا المتعلقة بموقع ومعدلات تحويل استخدام الأراضي.

وفى حسابات المستوى ١، تحدد أرصدة كربون التربة ($SOC_{(0-T)}$) الأولية (السابقة للتحويل) استنادا إلى أرصدة الكربون المرجعية (SOC_{REF}) المطبقة على جميع استخدامات الأراضي (الجدول ٣-٤-٤)، بالإضافة إلى معاملات تغير الأرصدة (F_{LU}, F_{MG}, F_I)

الملائمة لاستخدامات الأراضي السابقة فضلا عن استخدام المروج الطبيعية. وفى حالة الأراضي الوطنية غير المدارة والأراضي الحرجية المدارة، يفترض أن أرصدة الكربون تساوى القيم المرجعية (أي أن معاملات استخدام الأراضي والإدارة والمدخلات تساوى ١). وتقدر أرصدة كربون التربة الحالية (SOC_0) في الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية بالضبط مثلما في حالة المروج الطبيعية الدائمة، أي باستخدام أرصدة الكربون المرجعية (الجدول ٣-٤-٤) ومعاملات تغير الأرصدة (الجدول ٣-٤-٥). وهكذا، فإن المعدلات السنوية للانبعاثات (المصدر) أو عمليات الإزالة (المصرف) تحسب كفرق في الأرصدة (على مر الزمن) مقسوما على المدة الزمنية للجرد (المدة الافتراضية تساوى ٢٠ عاما).

فيما يلي خطوات الحساب المستخدمة في تحديد قيم SOC_0 و $SOC_{(0-T)}$ وصافى تغير رصيد كربون التربة لكل هكتار من مساحة الأراضي:

الخطوة الأولى: اختيار قيمة رصيد الكربون المرجعي (SOC_{REF}) ، استنادا إلى نوع المناخ والتربة في كل نوع من أنواع مساحة الأراضي التي تخضع للجرد.

الخطوة الثانية: حساب رصيد الكربون قبل التحويل ($SOC_{(0-T)}$) في الأراضي التي يجرى تحويلها إلى مروج طبيعية، استنادا إلى رصيد الكربون المرجعي واستخدامات الأراضي وممارسات الإدارة السابقة التي تحدد معاملات استخدام الأراضي (F_{LU})، والإدارة (F_{MG}) والمدخلات (F_I). ويلاحظ أنه إذا كانت الأراضي المحولة هي أراضى حرجية فإن الأرصدة قبل التحويل تساوى أرصدة الكربون المرجعية في التربة الوطنية.

الخطوة الثالثة: حساب (SOC_0) وذلك بتكرار الخطوة الثانية باستخدام نفس رصيد الكربون المرجعي (SOC_{REF}) ولكن باستخدام معاملات الإدارة والمدخلات التي تمثل الظروف السائدة في الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية.

الخطوة الرابعة: حساب متوسط التغير السنوي في رصيد كربون التربة في مساحة الأراضي خلال مدة الجرد ($\Delta C_{LG_{Mineral}}$)

المثال ١: في التربة البركانية للأراضي الحرجية الموجود في بيئة رطبة مدارية: SOC_{REF} : = ٧٠ طنا من الكربون للهكتار. وبما أن القيم الافتراضية لمعاملات تغير الأرصدة (F_{LU} , F_{MG} , F_I) هي جميعا = ١في كل أنواع تربة الأراضي الحرجية، فإن $SOC_{(0-T)}$ يساوى ٧٠ طنا من الكربون للهكتار. وفى حالة تحويل الأراضي إلى مراعى متدهورة بدرجة معتدلة أو ومعرضة لفرط الرعي، فإن قيمة SOC_0 = ٧٠ طنا من الكربون للهكتار ● ١●٠,٩٧ ● ١= ٦٧,٩ طن من الكربون للهكتار وهكذا فإن متوسط التغير السنوي في رصيد كربون التربة في المساحة أثناء مدة الجرد يحسب على النحو التالي: (٦٧,٩ طن من الكربون للهكتار – ٧٠ طن من الكربون للهكتار)/٢٠ عاما = – ٠,٠١ طن كربون/ هكتار/ سنة.

المثال٢: في التربة البركانية الرطبة المدارية التي كانت تستخدم في زراعة المحاصيل الحولية لفترة طويلة، وفى ظل الحرث الكثيف وإزالة مخلفات المحاصيل من الحقول، فإن أرصدة الكربون في بداية مدة الجرد ($SOC_{(0-T)}$) = ٧٠ طنا من الكربون للهكتار ● ٠,٥٨ ● ١ ● ٠,٩١ = ٣٦,٩ طن كربون للهكتار. وبعد التحويل إلى مراعى محسنة (مثل الأسمدة)، فإن أرصدة الكربون (SOC_0) = ٧٠ طنا من الكربون للهكتار ● ١ ● ١,١٧ ● ١ = ٨١,٩ طن من الكربون للهكتار. وهكذا فإن متوسط التغير السنوي في رصيد كربون التربة في المساحة أثناء فترة الجرد يحسب بأنه (٨١,٩ طن الكربون للهكتار – ٣٦,٩ طن من الكربون للهكتار)/ ٢٠ عاما = ٢,٢٥ طن من الكربون للهكتار في السنة.

المستوى ٢: كما يستخدم أسلوب المستوى ٢ في الحسابات المتعلقة بالتربة المعدنية، المعادلة ٣-٤-٨، ولكنه يشمل القيم المرجعية لأرصدة الكربون الخاصة بالبلد أو الإقليم، أو معاملات تغير الأرصدة وبيانات الأنشطة التفصيلية المتعلقة باستخدامات الأراضي.

التربة العضوية

يتم التعامل مع نهجى المستويين ١ و ٢ المستخدمين في حسابات التربة العضوية المحولة من استخدامات الأراضي الأخرى إلى مروج طبيعية خلال فترة الجرد بنفس الطريقة المستخدمة مع التربة العضوية في المروج الطبيعية الطويلة الأجل أي استخدام

معامل انبعاث ثابت فيها استنادا إلى نظام المناخ (انظر المعادلة ٣-٤-١٠ والجدول ٣-٤-٦). وفى المستوى ٢، يتم اشتقاق معاملات الانبعاث من البيانات الخاصة بالبلد أو الإقليم.

التربة المعدنية والتربة العضوية

فيما يتعلق بالتربة المعدنية والعضوية على السواء، تشمل أساليب المستوى ٣ النماذج التفصيلية والخاصة بالبلد و/أو النُهج القائمة على القياسات، جنبا إلى جنب مع بيانات استخدامات الأراضي والإدارة المفصلة تفصيلا شديدا. وفى نهج المستوى ٣ المستخدمة لتقدير تغيرات كربون التربة نتيجة تحويلات استخدامات الأراضي إلى مروج طبيعية، ينبغي استخدام مجموعات النماذج والبيانات القادرة على تمثيل عمليات التحويل على مر الزمن بين مختلف أنواع استخدامات الأراضي وأنواع النباتات، بما ذلك الأراضي الحرجية والسافانا والمروج الطبيعية والأراضي الزراعية. وينبغي دمج الحسابات التي يتم إجراءها باستخدام أسلوب المستوى ٣ مع تقديرات إزالة الكتلة الحيوية ومعالجة المخلفات النباتية بعد تمهيد الأرض (بما في ذلك الركام الخشبي والفرش الحرجي) حيث إن التفاوت في إزالة المخلفات ومعالجاتها (مثل الحرق وتمهيد المواقع) يؤثر على مدخلات الكربون في المادة العضوية في التربة وفواقد الكربون من خلال التحلل والاحتراق. ومن الأهمية البالغة التثبت من النماذج من خلال المشاهدات المستقلة في المواقع الميدانية القطرية أو الإقليمية التي تمثل تأثير المناخ والتربة ونوع الغطاء النباتي على تغيرات أرصدة كربون التربة بعد عملية التحويل.

التكليس

في حالة استخدام الجير في المروج الطبيعية المحولة من استخدامات الأراضي الأخرى، تكون حينئذ الأساليب المستخدمة في تقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن التكليس هي نفس الأساليب المبينة في القسم ٣-٤-١-٢-١-١ المعنون "المروج الطبيعية التي تظل مروجاً طبيعية".

٣-٤-٢-٢-١-٢ اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة

التربة المعدنية

يلزم معرفة المتغيرات التالية عند استخدام المستوى ١ أو المستوى ٢:

أرصدة الكربون المرجعية (SOC_{REF})

المستوى ١: في المستوى ١، من *الممارسة السليمة* استخدام أرصدة الكربون المرجعية الافتراضية (SOC_{REF}) الواردة في الجدول ٣-٤-٤. ويتم تحديث تلك القيم باستخدام البيانات الواردة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*، وقد أدخلت عليها التحسينات التالية: '١' اشتقاق التقديرات إحصائيا من آخر البيانات المتعلقة بالصور الجانبية المغطاة بالغطاء النباتي الأصلي، '٢' إضافة التربة "الرمادية الجدباء" كفئة منفصلة (تعرف التربة الرمادية الجدباء بأنه بدزولات المنطقة الشمالية والمعتدلة في تصنيف قاعدة المراجع العالمية لموارد التربة، وتعرف بأنها سبودزولات في تصنيف وزارة الزراعة الأمريكية)، '٣' إضافة التربة الموجودة في المنطقة المناخية الشمالية.

المستوى ٢: في طريقة المستوى ٢، يمكن تحديد أرصدة الكربون المرجعية من خلال قياسات التربة، وذلك مثلا كجزء من أنشطة مسح التربة ورسم الخرائط في البلد. ومن المهم استخدام الأوصاف التصنيفية الموثوقة للتربة المقاسة وذلك لتصنيف التربة إلى فئات محددة في الجدول ٣-٤-٤، أو، في حالة استخدام تقسيم أدق لأرصدة كربون التربة المرجعية، ينبغي توثيق تعريفات فئات التربة توثيقا متسقا ودقيقا. وتشمل مزايا استخدام البيانات الخاصة بالبلد في تقدير أرصدة كربون التربة المرجعية استخدام قيم تتسم بقدر أكبر من الدقة والشمول التمثيلي للبلد المعني، والقدرة على تحسين تقدير دوال توزيع الاحتمالات التي يمكن استخدامها في التحليل الشكلي لأوجه عدم التيقن.

معاملات تغير الأرصدة (F_{LU}, F_{MG}, F_I)

المستوى ١: في إطار المستوى ١، من *الممارسة السليمة* استخدام معاملات تغير الأرصدة الافتراضية (F_{LU}, F_{MG}, F_I) الواردة في الجدول ٣-٤-١٠. ويتم استيفاء هذه البيانات من القيم الواردة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* استنادا إلى التحليل الإحصائي للبحوث المنشورة. ويعرض الجدول التعاريف التي يتم الاسترشاد بها في اختيار قيم المعاملات الملائمة. وتستخدم معاملات تغير الأرصدة في تقدير كل من الأرصدة قبل التحويل (SOC_0) والأرصدة بعد التحويل ($SOC_{(0-T)}$). وتتفاوت القيم تبعا لظروف استخدام الأراضي وإدارتها قبل وبعد التحويل. ويلاحظ أن معاملات تغير الأرصدة كلها تساوى ١ في الحالات التي تحول فيها الأحراج إلى مروج طبيعية وبذلك فإن أرصدة كربون التربة قبل التحويل تساوى القيم المرجعية للنباتات الوطنية (SOC_{REF}).

الجدول ٣-٤-١٠

المعاملات النسبية لتغير أرصدة التربة في عمليات تحويل استخدامات الأراضي إلى مروج طبيعية

نوع قيمة المعامل	المستوى	القيمة الافتراضية المحددة في *دليل الممارسات السليمة*
استخدام الأراضي، والإدارة، والمدخلات	المروج الطبيعية المدارة	انظر القيم الافتراضية في الجدول ٣-٤-٥
استخدام الأراضي، والإدارة، والمدخلات	الأراضي الزراعية	انظر القيم الافتراضية في الجدول ٣-٣-٤
استخدام الأراضي، والإدارة، والمدخلات	الأراضي الحرجية	القيم الافتراضية للمعاملات $F_{LU}, F_{MG}, F_I = 1$

المستوى ٢: في أسلوب المستوى ٢، يستند في العادة تقدير معاملات تغير الأرصدة الخاصة بالبلد في عمليات تحويل استخدامات الأراضي إلى مروج طبيعية إلى مقارنات قطع الأراضي المتزاوجة التي تمثل الأراضي المحولة وغير المحولة، حيث تتشابه، قدر المستطاع، كل المعاملات باستثناء تاريخ استخدام الأراضي (انظر مثلا Davidson and Ackermann, 1993). ومن المثالي أن تشمل العينات عدة مواقع تمثل استخداما معينا للأراضي في مختلف الأوقات منذ التحويل، وهو ما يشار إليه باسم المتوالية الزمنية (Neill *et al.*, 1997). ولا يوجد سوى القليل من التجارب المماثلة الطويلة الأجل لعمليات تحويل استخدام الأراضي، ومن ثم فإن معاملات تغير الأرصدة ومعاملات الانبعاثات المرتبطة بتحويلات استخدامات الأراضي تتسم بدرجة عالية نسبيا من عدم التيقن. وعند تقييم الدراسات القائمة أو إجراء قياسات جديدة، من الأهمية البالغة أن تتشابه قطع الأراضي الخاضعة للمقارنة من حيث التاريخ السابق للتحويل والإدارة، فضلا عن الموقع الجغرافي والخصائص الطبيعية للتربة، وأن تكون بالقرب من بعضها البعض. وفيما يتعلق بالمروج الطبيعية الدائمة، تشمل المعلومات المطلوبة رصيد الكربون (أي الكتلة في مساحة كل وحدة عند عمق محدد) في كل استخدام من استخدامات الأراضي (والوقت في حالة المتوالية الزمنية). وكما جاء من قبل في سياق المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية، من *الممارسة السليمة* إذا لم توجد معلومات محددة يمكن الاستناد إليها في اختيار العمق البديل، مقارنة معاملات تغير الأرصدة عند عمق لا يقل عن ٣٠ سنتيمترا (أي العمق المستخدم في حسابات المستوى ١). وقد يكون من المستصوب اختيار تغيرات الأرصدة عند عمق أكبر إذا توفر عدد كاف من الدراسات وإذا ثبت وجود فروق إحصائية كبيرة في الأرصدة بسبب إدارة الأراضي على عمق أكبر. على أنه من الأهمية البالغة تحديد أرصدة كربون التربة المرجعية (SOC_{Ref}) ومعاملات تغير الأرصدة (F_{LU}, F_{MG}, F_I) عند عمق مشترك.

التربة العضوية

عند اختيار معاملات انبعاثات الكربون الناتجة عن التربة العضوية المحولة حديثا إلى مروج طبيعية باستخدام أساليب المستوى ١و ٢، ينبغي مراعاة استخدام نفس الأساليب المتبعة في اشتقاق معاملات الانبعاث كما هو محدد من قبل في القسم الذي يتناول المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية.

٣-٤-٢-٢-١-٣ اختيار بيانات الأنشطة

تتطلب جميع المستويات تقدير مساحات الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية. وينبغي استخدام نفس تقديرات المساحة المستخدمة في حسابات الكتلة الحيوية والتربة في الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية. ويتطلب المستوى الأعلى مزيدا من الخصائص النوعية التي تتسم بها مساحات الأراضي. ومن أجل تحقيق الاتساق مع *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*، ينبغي، كحد أدنى، تحديد مساحة الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية على حدة في كل المستويات. ويعنى ذلك أنه ينبغي الإحاطة على الأقل

ببعض استخدامات الأراضي قبل التحويل. وقد يتطلب ذلك أحكام الخبراء إذا استخدم النهج ١ المبين في الفصل ٢ لتحديد مساحات الأراضي.

المستوى ١: يتطلب نهج المستوى ١ نوعا واحدا من بيانات الأنشطة وهو التقديرات المنفصلة لمساحات الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية من استخدامات الأراضي الأولية (أي الأراضي الحرجية والأراضي الزراعية) مصنفة بحسب المنطقة المناخية. ويلزم تقدير توزيع عمليات تحويل استخدامات الأراضي بحسب نوع التربة (أي داخل المنطقة المناخية) إما باستخدام الأساليب الموضحة مكانيا (مثل التراكب بين خرائط تغيير استخدامات الأراضي وخرائط التربة) أو من خلال ما لدى الخبراء القطريين من معرفة بتوزيع أنواع التربة الرئيسية في مساحات الأراضي المحولة. وينبغي أن يتسق تحديد مساحة الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية مع المدة الزمنية (T في المعادلة ٣-٤-٨) المستخدمة في حسابات تغير الأرصدة. وإذا لم تكن هذه البيانات متوفرة لدى البلدان، يمكن استقراء عينات جزئية من كل قاعدة الأراضي أو يمكن استقراء التقديرات التاريخية للتحويلات زمنيا استنادا إلى أحكام الخبراء القطريين. وفى إطار حسابات المستوى ١، يمكن استخدام الإحصائيات الدولية، مثل قواعد بيانات منظمة الأغذية والزراعة، *والمبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*، والمصادر الأخرى، مع استكمالها بالافتراضات السليمة من الخبراء القطريين، وذلك لتقدير مساحة الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية من كل استخدام من استخدامات الأراضي الأولية. وفى إطار حسابات المستويات العليا، تستخدم مصادر البيانات الخاصة بالبلد لتقدير كل التحويلات من استخدامات الأراضي الأولية إلى المروج الطبيعية.

المستوى ٢: ينبغي أن تسعى البلدان إلى استخدام تقديرات المساحة الفعلية في كل التحويلات الممكنة من استخدامات الأراضي الأولية إلى المروج الطبيعية وأن تصنف بحسب ظروف الإدارة. ويمكن إجراء تغطية كاملة لمساحات الأراضي من خلال تحليل صور استخدامات الأراضي وأنماط الغطاء الأرضي المستشعرة دوريا من بعد، أو من خلال العينات الأرضية الدورية لأنماط استخدامات الأراضي، أو باستخدام مزيج من نظم الجرد. وإذا توافرت جزئيا هذه البيانات الخاصة بالبلد ذات الاستبانة الأدق، يتم تشجيع البلدان على استخدام الافتراضات السليمة المستمدة من أفضل المعارف المتاحة للاستقراء من كل قاعدة الأراضي. ويمكن إجراء استقراء زمني للتقديرات التاريخية لتحويلات الأراضي استنادا إلى أحكام الخبراء القطريين.

المستوى ٣: ينبغي أن تتضمن بيانات الأنشطة المستخدمة في حسابات المستوى ٣ محاسبة كاملة لكل تحويلات استخدامات الأراضي إلى مروج طبيعية وأن تصنف بحيث تراعى مختلف الظروف داخل البلد. ويمكن إجراء التصنيف تبعا للبارامترات السياسية (المقاطعات أو المحافظات، وما إلى ذلك) أو المناطق الأحيائية أو المناخ أو استنادا إلى مجموعة من تلك البارامترات. وفى كثير من الحالات قد تتوفر لدى البلدان معلومات عن الاتجاهات المتعددة السنوات في تحويل الأراضي (وذلك من خلال قوائم الجرد الدورية المستندة إلى العينات أو من خلال الصور المستشعرة من بعد لاستخدامات الأراضي والغطاء الأرضي.

٣-٤-٢-٢-١-٤ تقدير عدم التيقن

المستوى ١: تنشأ مصادر عدم التيقن في هذا الأسلوب من استخدام المعدلات العالمية أو الوطنية للتحويل والتقديرات التقديرية لمساحات الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية. وبالإضافة إلى ذلك، فإن الاعتماد على البارامترات الافتراضية لأرصدة الكربون في الظروف الأولية والنهائية يسهم في ارتفاع مستويات عدم التيقن نسبيا. ويقترن بالقيم الافتراضية المستخدمة في هذا الأسلوب نطاقات من الأخطاء المقابلة.

المستوى ٢: تساعد تقديرات المساحة الفعلية لمختلف تحويلات استخدامات الأراضي على زيادة شفافية المحاسبة والسماح للخبراء بتحديد الثغرات وازدواجية الحساب في مساحات الأراضي. ويستخدم أسلوب المستوى ٢ على الأقل بعض القيم الافتراضية الخاصة بالبلد التي من شأنها أن تحسن دقة التقديرات لأنها تمثل بشكل أفضل الظروف ذات الصلة في البلد. ويتطلب استخدام القيم الخاصة بالبلد أن تكون أحجام العينات كافية و/أو استخدام أحكام الخبراء لتقدير أوجه عدم التيقن، وهو ما ينبغي استخدامه في نهج تحليل عدم التيقن المبينة في الفصل الخامس من هذا التقرير، جنبا إلى جنب مع تقديرات عدم التيقن المرتبط ببيانات الأنشطة المشتقة باستخدام الإرشادات الواردة في الفصل الثاني.

المستوى ٣: ينبغي أن توفر بيانات الأنشطة المستمدة من نظام جرد استخدامات الأراضي والإدارة الأساس لتوزيع تقديرات عدم التيقن المرتبط بتغيرات استخدامات الأراضي. ويمكن الجمع بين بيانات الانبعاثات وبيانات الأنشطة وما يقترن بها من أوجه عدم التيقن وذلك باستخدام إجراءات مونت كارلو لتقدير المتوسط وفترات الثقة في الجرد الشامل.

٣-٤-٢-٣ غازات الدفيئة من غير ثاني أكسيد الكربون

فيما يتعلق بجميع المروج الطبيعية، يرجح أن تكون مصادر انبعاثات الميثان وأكسيد النيتروز المقترنة بالمروج الطبيعية التي مرت مؤخرا بتغير في استخدام الأراضي:

- الانبعاثات الناتجة عن حرائق الغطاء النباتي؛
- انبعاثات أكسيد النيتروز الناتجة عن معدنة المادة العضوية في التربة؛
- انبعاثات أكسيد النيتروز الناتجة عن استخدام الأسمدة؛
- زيادة انبعاثات أكسيد النيتروز وتقليل انبعاثات الميثان نتيجة الصرف في التربة العضوية؛
- انخفاض مصرف الميثان في التربة الهوائية بسبب استخدام الأسمدة؛

ينبغي حساب انبعاثات الميثان الناتجة عن رعى الحيوانات (التخمر المعوي) وأكسيد النيتروز الناتج عن استخدام الأسمدة ومخلفات الحيوانات والإبلاغ عنها باستخدام الأساليب المبينة في الفصل الرابع (الزراعة) في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* وما يقابلها من أجزاء (القسمان ٤-٢ و ٤-٧) من *دليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠*.

وينبغي حساب الانبعاثات المرتبطة بالحرائق باستخدام الأساليب المبينة في القسم ٣-٢-١-٤، على أن يراعى، حيثما توافرت البيانات، أن حمل الوقود يزداد في كثير من الأحيان أثناء فترة الانتقال إذا كانت الأراضي تستخدم من قبل كأراض حرجية.

وقد يفضى تحويل استخدام الأراضي إلى ظهور نيتروجين المادة العضوية في التربة مما قد يزيد من انبعاثات أكسيد النيتروز. على أن تحويل الأراضي إلى مروج طبيعية يمكن أن يزيد أيضا من المادة العضوية في التربة تبعا للاستخدام السابق للأراضي ونوع المناخ والتربة (Guo and Gifford, 2002).

ويمكن لتسميد المروج الطبيعية أن يقلل من امتصاص الميثان في التربة، وقد تزداد انبعاثات أكسيد النيتروز في حالة صرف المياه من تربة الأراضي الرطبة، وقد ترغب البلدان التي تبلغ عن الانبعاثات الزراعية في إطار المستوى ٣ في احتساب تلك التأثيرات كما هو مبين في القسم ٣-٤-١-٣. وتشمل التأثيرات الإضافية الناجمة عن تحويل الأراضي إلى مروج طبيعية والتي قد تؤثر على الانبعاثات من غير ثاني أكسيد الكربون، اضطراب التربة، وذلك مثلا بسبب الحرث أو ضغط التربة في حالة استخدام المعدات الميكانيكية في تمهيد الأراضي، ولكنها تأثيرات غير كبيرة على الأرجح ولا توجد أساليب افتراضية لحسابها. ولا نتناول في هذا التقرير تغيرات معدلات إزالة الميثان من الغلاف الجوى في الطبقة العلوية من التربة المعرضة للهواء نتيجة تحويل استخدامات الأراضي، وإن كان من الممكن في المستقبل النظر باستفاضة أكبر في تأثير مختلف الأنشطة على أكسدة الميثان.

٣-٤-٣ التمام

تتضمن مجموعة البيانات الكاملة المطلوبة في تقديرات مساحات الأراضي، كحد أدنى، مساحة الأراضي الواقعة داخل حدود البلد والتي تعتبر مروج طبيعية أثناء المدة الزمنية التي تغطيها مسوح استخدام الأراضي أو مصادر البيانات الأخرى والتي تقدر انبعاثات غازات الدفيئة وعمليات الإزالة في إطار قطاع استخدام الأراضي وتغييرات استخدام الأراضي والحراجة. ومجموع مساحة الأراضي التي تغطيها منهجية جرد المروج الطبيعية هو حاصل جمع الأراضي التي تظل مروجا طبيعية والأراضي المحولة إلى مروج طبيعية أثناء المدة الزمنية المعنية. وقد لا تشمل منهجية الجرد بعض مساحات المروج الطبيعية حيثما يعتقد أن انبعاثات غازات الدفيئة وعمليات الإزالة ليست كبيرة أو ثابتة على مر الزمن، مثل المروج الطبيعية الأصلية المستغلة في الرعي بدرجة معتدلة ولا تستخدم فيها أي مدخلات كبيرة من حيث الإدارة. ولذلك من الممكن أن يقل مجموع مساحة المروج الطبيعية

الخاضعة للتقدير عن مجموع مساحة المروج الطبيعية داخل حدود البلد. وفى هذه الحالة، من *الممارسة السليمة* أن تقوم البلدان بتوثيق وتوضيح الفرق في مساحة المروج الطبيعية في الجرد ومجموع مساحة المروج الطبيعية داخل حدودها الوطنية. ويتم تشجيع البلدان على أن تتعقب باستمرار مجموع مساحة المروج الطبيعية داخل حدود البلد مع الاحتفاظ بسجلات شفافة عن الأجزاء المستخدمة لتقدير انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون. وكما جاء في الفصل الثاني، ينبغي أن تشكل جميع مساحات المروج الطبيعية، بما في ذلك المروج الطبيعية التي لا تشملها قائمة جرد الانبعاثات، جزءا من اختبارات الاتساق من أجل المساعدة على تفادى ازدواجية الحساب أو السهو. وعندما تجمع هذه التقديرات مع تقديرات مساحات استخدامات الأراضي الأخرى فإن مجموعات بيانات مساحة المروج الطبيعية ستمكن من إجراء تقدير كامل لقاعدة الأراضي الواردة في تقرير جرد قطاع استخدام الأراضي وتغييرات استخدام الأراضي والحراجة المقدم من البلد.

وينبغي على البلدان التي تستخدم أسلوب المستوى ٢ أو أسلوب المستوى ٣ لحساب مستجمعات الكتلة الحيوية والتربة في المروج الطبيعية أن تضيف إلى قوائم الجرد المقدمة منها مزيدا من التفاصيل عن مجموعات بيانات مساحة المروج الطبيعية. ومثال ذلك أن البلدان قد تحتاج إلى تصنيف مساحة المروج الطبيعية بحسب أنواع المناخ والتربة الرئيسية، بما في ذلك مساحات المروج الطبيعية الخاضعة للجرد وغير الخاضعة للجرد. وعندما تستخدم مساحات الأراضي المصنفة في قائمة الجرد، من *الممارسة السليمة* أن تستخدم البلدان نفس تصنيفات مساحات الأراضي في حساب مستجمعات الكتلة الحيوية والتربة على السواء، مما سيسمح بكفاءة استخدام مسوح الأراضي وغيرها من أدوات جمع البيانات، والمساعدة على الربط الواضح بين انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون في مستجمعات الكتلة الحيوية والتربة ضماناً لاتساق وشفافية التقديرات.

٣-٤-٤ وضع متسلسلة زمنية متسقة

للحفاظ على اتساق المتسلسلة الزمنية، من *الممارسة السليمة* أن تحتفظ البلدان بسجلات عن مساحات المروج الطبيعية المستخدمة في تقارير الجرد على مر الزمن. وينبغي أن تتعقب هذه السجلات مجموع مساحة المروج الطبيعية الواردة في الجرد وتصنيفها بحسب الأراضي التي تظل مروجا طبيعية والأراضي المحولة إلى مروج طبيعية. ويتم تشجيع البلدان على تقدير مجموع مساحة المروج الطبيعية الواقعة داخل حدودها. ولكفالة اتساق تقديرات مساحة الأراضي باستمرار، ينبغي تحرى الوضوح والثبات في تعريفات استخدامات الأراضي. وفى حالة تغيير تعريفات استخدامات الأراضي، من *الممارسة السليمة* الاحتفاظ بسجلات شفافة عن كيفية تغيير التعريف. كما ينبغي استخدام تعريفات متسقة لكل نوع من أنواع المروج الطبيعية ونظم الإدارة الواردة في الجرد. وبالإضافة إلى ذلك، ومن أجل تيسير المحاسبة السليمة لانبعاثات وعمليات إزالة الكربون خلال فترات متعددة، يمكن استخدام البيانات المتعلقة بعمليات تحويل الأراضي على مر التاريخ. وحتى في حالة عدم اعتماد البلد على البيانات التاريخية في قوائم الجرد الجارية، فسوف تستفيد قوائم الجرد المقبلة من التحسينات التي يتم إدخالها على ممارسات الجرد الجارية من أجل زيادة القدرة على تعقب عمليات التحويل على مر الزمن.

يتطلب تحقيق الاتساق في التقدير والإبلاغ وضع تعريفات موحدة للأنشطة وأنواع المناخ والتربة أثناء مدة الجرد وهو ما قد يتطلب العمل على الربط بين التعريفات التي تستخدمها الوكالات الوطنية المعنية بجمع البيانات كما هو مبين في الفصل الثاني.

٣-٤-٥ الإبلاغ والتوثيق

يمكن الإبلاغ عن الفئات المبينة في القسم ٣-٤ باستخدام جداول الإبلاغ الواردة في المرفق ٢ من الفصل الثالث. ويمكن مقارنة التقديرات التي يتم إجرائها في إطار فئة المروج الطبيعية مع فئات الإبلاغ الواردة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* على النحو التالي:

- مقارنة انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون في الكتلة الحيوية الخشبية في المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية مع فئة الإبلاغ ٥-ألف، الواردة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* والمعنونة "تغيرات الكتلة الحيوية الخشبية"؛

- مقارنة انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون في تربة المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية مع فئة الإبلاغ ٥-دال للفريق الحكومي الدولي، تغيرات كربون التربة؛
- مقارنة انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن تحويل استخدامات الأراضي إلى مروج طبيعية مع فئة الإبلاغ "٥-باء" الواردة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* والمتعلقة بالكتلة الحيوية، ومع فئة الإبلاغ "٥-دال" المتعلقة بالتربة ومع فئة الإبلاغ "٥-هاء" المتعلقة بالغازات من غير ثاني أكسيد الكربون.

ومن *الممارسة السليمة* حفظ وأرشفة جميع المعلومات المستخدمة في إعداد تقديرات الجرد الوطنية. وينبغي توثيق البيانات الشرحية ومصادر بيانات المعلومات المستخدمة في تقدير المعاملات الخاصة بالبلد. كما ينبغي تقدير المتوسط والتباين على السواء. وينبغي أرشفة قواعد البيانات الفعلية والإجراءات المستخدمة في معالجة البيانات (مثل البرامج الإحصائية) لتقدير المعاملات الخاصة بالبلد. ولابد من توثيق وأرشفة بيانات الأنشطة والتعريفات المستخدمة في تصنيف أو إجمال البيانات المتعلقة بالأنشطة. وينبغي إجراء توثيق واضح للإجراءات المستخدمة في تصنيف بيانات الأنشطة بحسب أنواع المناخ والتربة (في المستوى ١ والمستوى ٢). وفيما يتعلق بنهج المستوى ٣ التي تستخدم النمذجة، يجب توثيق نسخة النموذج وتعريفه. ويتطلب استخدام النماذج الدينامية الاحتفاظ دائما بنُسخ من جميع ملفات مدخلات النماذج، فضلا عن نُسخ من شفرات مصادر النماذج والبرامج القابلة للتنفيذ.

٣-٤-٦ ضمان ومراقبة جودة الجرد

من *الممارسة السليمة* إجراء اختبارات لمراقبة الجودة وإجراء استعراض من الخبراء الخارجيين لتقديرات وبيانات الجرد. وينبغي الاهتمام تحديدا بالتقديرات الخاصة بالبلد لمعاملات تغير الأرصدة ومعاملات الانبعاث وذلك من أجل كفالة استنادها إلى البيانات الفائقة الجودة وآراء الخبراء القابلة للتثبت.

وتشمل الاختبارات المحددة لضمان ومراقبة الجرد في إطار منهجية المروج الطبيعية ما يلي:

المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية: ينبغي أن تكون البلاغات المقدمة عن مساحات تغيرات أرصدة الكتلة الحيوية في المروج الطبيعية هي نفس البلاغات المستخدمة في الإبلاغ عن تغيرات رصيد تربة المروج الطبيعية. وقد تشمل المروج الطبيعية مساحات من الأراضي تحتسب فيها تغيرات رصيد التربة، ولكن يفترض أن تغيرات الكتلة الحيوية فيها تساوى صفرا (وذلك مثلا في الحالات التي تقل فيها كثيرا الكتلة الحيوية غير الخشبية) وفى المساحات التي تتغير فيها أرصدة الكتلة الحيوية والتربة على السواء (مثل المساحات التي يحدث فيها طغيان للكتلة الحيوية الخشبية)، والمساحات التي لا تتغير فيها أرصدة الكتلة الحيوية أو التربة (مثل المروج الطبيعية الأصلية الواسعة الإدارة). ولزيادة الشفافية وتفادى حدوث أخطاء، ينبغي الإبلاغ عن مجموع مساحة المروج الطبيعية التي تقدر فيها تغيرات الأرصدة، وإذا كانت تغيرات رصيد الكتلة الحيوية تساوى صفرا، ينبغي الإبلاغ عن تلك التغيرات في حالة الإبلاغ عن تغيرات أرصدة كربون التربة في نفس المساحة.

الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية: ينبغي أن تكون مجاميع المساحات الإجمالية للأراضي المحولة إلى مروج طبيعية هي نفس مجاميعها في تقديرات الكتلة الحيوية والتربة. وبينما قد يتسنى تصنيف مستجمعات الكتلة الحيوية والتربة إلى مختلف المستويات التفصيلية، ينبغي استخدام نفس الفئات العامة لتفصيل بيانات المساحة.

وفيما يتعلق بتقدير تغير رصيد كربون التربة باستخدام أساليب المستوى ١ أو المستوى ٢، ينبغي أن يكون مجموع مساحات الأراضي في كل نوع من أنواع المناخ والتربة هو نفسه في سنة البداية ($year_{(0-T)}$) والسنة النهائية ($year_{(0)}$) في مدة الجرد (انظر المعادلة ٣-٤-٩).

٣-٤-٧ تقدير القيم الافتراضية المستخدمة في إطار المستوى ١ والواردة في دليل الممارسات السليمة المتعلقة بإدارة المروج الطبيعية (انظر الجدول ٣-٤-٥)

تُحسب معاملات تغير رصيد الكربون في المروج الطبيعية في ثلاثة أنواع عامة من ظروف المروج الطبيعية، وهي المروج الطبيعية المتدهورة، والمروج الطبيعية المدارة اسمياً، والمروج الطبيعية المحسنة. وقد أضيف معامل مدخلات إضافي إلى المروج

الطبيعية المحسنة. واقتصرت تحسينات الإدارة هنا على التسميد (العضوي أو غير العضوي)، وزرع النباتات العلفية أو زيادة الأنواع العشبية، والري. وصُنفت المروج الطبيعية المعرضة لفرط الرعي والمراعى المدارية السيئة الإدارة (أي التي لا تستخدم فيها أي تحسينات للإدارة) كمروج طبيعية متدهورة. وصُنفت المروج الطبيعية الأصلية أو الدخيلة غير المحسنة في فئة المروج الطبيعية الاسمية. وأما المروج الطبيعية التي أُدخل عليها أي نوع واحد من أنواع تحسينات الإدارة فقد صُنفت باعتبارها مروجا طبيعية محسنة ذات معدلات متوسطة لمدخلات الكربون. وفيما يتعلق بالمروج الطبيعية المحسنة التي أدخلت عليها تحسينات متعددة في الإدارة، اعتبرت معدلات مدخلات الكربون مرتفعة. وتم تجميع البيانات في نماذج خطية مختلطة التأثيرات، وروعيت فيها التأثيرات الثابتة والعشوائية على السواء. وشملت التأثيرات الثابتة: العمق وعدد السنوات منذ تغير الإدارة ونوع تغير الإدارة (مثل الحرث المنخفض في مقابل عدم استخدام الحرث). وفيما يتعلق بالعمق، فإننا لم نجمل البيانات ولكننا قمنا بإضافة أرصدة الكربون المقاسة عند كل زيادة في العمق (مثل صفر إلى ٥ سنتيمترات و ٥ إلى ١٠ سنتيمترات و ١٠ إلى ٣٠ سنتيمترا) كنقطة منفصلة في مجموعة البيانات. وبالمثل، فإننا لم نجمل البيانات التي قمنا بتجميعها عند مختلف النقاط الزمنية من نفس الدراسة. وبالتالي فقد استخدمت التأثيرات العشوائية لحساب الترابط في بيانات المتسلسلات الزمنية والترابط بين نقاط البيانات التي تمثل مختلف الأعماق المستمدة من نفس الدراسة. وقمنا بتقدير المعاملات المتعلقة بتأثير ممارسات الإدارة خلال ٢٠ عاما في الطبقة العلوية على عمق ٣٠ سنتيمترا من التربة. وتم حساب التباين في كل قيمة من قيم المعاملات واستخدامه لوضع دوال توزيع الاحتمالات ذات الكثافة الطبيعية.

المراجع المستخدمة في التحليل الوارد في القسم ٣-٤-٧

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.5

٣-٥ الأراضي الرطبة

تشمل الأراضي الرطبة الأراضي المغطاة أو المشبعة بالمياه طوال العام أو في جزء منه (مثل الأراضي الخثية) والأراضي التي لا تندرج تحت فئة الأراضي الحرجية أو الأراضي الزراعية أو المروج الطبيعية أو المستوطنات، المحددة في الفصل الثاني من هذا التقرير (القسم ٢-٢ المعنون "فئات الأراضي") [١] ويمكن تقسيم هذه الفئة إلى الأراضي الرطبة المدارة وغير المدارة، تبعا للتعاريف الوطنية. وتشمل هذه الفئة الخزانات باعتبارها فئة فرعية مدارة، والأنهار والبحيرات الطبيعية باعتبارهما فئتين فرعيتين غير مدارتين. وتتناول الأقسام ٣-٢، و ٣-٣، و ٣-٤ من هذا الفصل الأراضي الحرجية والأراضي الزراعية والمروج الطبيعية المنشأة على التربة الخثية أو التربة الرطبة على التوالي. وأما مزارع الأرز فيتناولها الفصل المتعلق بالزراعة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي ودليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠*. ويتناول القسم ٥-٤-٣ المعنون "فئات الأنشطة الممكنة الأخرى" من *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* الغمر بالمياه وصرف المياه من الأراضي الرطبة.

ومن المهم عند تقدير انبعاثات غازات الدفيئة أن نميز بين الأراضي الرطبة المدارة وغير المدارة. وتشير "الأراضي الرطبة" في هذا التقرير إلى الأراضي التي يتغير فيها منسوب المياه اصطناعيا (مثل الأراضي الخثية المصرفة من المياة) أو الأراضي التي تتكون بفعل النشاط البشرى (مثل إنشاء السدود على الأنهار). ويعرض الجدول ٣-٥-١ ملخصاً لانبعاثات غازات الدفيئة الرئيسية التي تنطلق من الأراضي الرطبة المدارة، وأقسام هذا التقرير التي تتناول كيفية تقدير تلك الانبعاثات.

الجدول ٣-٥-١

الأقسام والتذييلات التي تتناول انبعاثات غازات الدفيئة الرئيسية من الأراضي الرطبة المدارة في هذا التقرير

	الأراضي الخثية	**الأراضي المغمورة بالمياه [٢]**
ثاني أكسيد الكربون		
ثاني أكسيد الكربون	التذييل ٣-٣	التذييل ٣-٣
الميثان	لم يتم تناوله	التذييل ٣-٣
أكسيد النيتروز	التذييل ٣-٣	التذييل ٣-٣
الأراضي المحولة إلى أراض رطبة		
ثاني أكسيد الكربون	القسم ٣-٥	القسم ٣-٥
الميثان	لم يتم تناوله (يتناول التذييل ٢-٣ صرف المياه من تربة الأراضي الحرجية وإعادة ترطيبها)	يتم تناوله في التذييل ٣-٣ (لا يوجد أي تمييز على أساس عمر الخزان)
أكسيد النيتروز	التذييل ٣-٣ (يتناول التذييل ٢-٣ صرف المياه من تربة الأراضي الحرجية وإعادة ترطيبها)	يتم تناوله في التذييل ٣-٣ (لا يوجد أي تمييز على أساس عمر الخزان)

٣-٥-١ الأراضي الرطبة التي تظل أراض رطبة

نتناول هذه الفئة في التذييل ٣-٣ المعنون "الأراضي الرطبة التي تظل أراض رطبة: أساس التطوير المنهجي في المستقبل."

---

[١] يتماشى التعريف المستخدم في هذا التقرير مع التعاريف العامة المستخدمة في اتفاقية رامسار بشأن الأراضي الرطبة واتفاقية التنوع البيولوجي.

[٢] تعرف الأراضي المغمورة بالمياه بأنها المسطحات المائية التي تنظمها الأنشطة البشرية من أجل توليد الطاقة والري والملاحة والاستجمام، وما إلى ذلك، وفى الحالات التي تطرأ فيها تغيرات كبيرة على مسطح المياه بسبب تنظيم المياه. ولا تعتبر البحيرات والأنهار المنظمة، عندما يكون النظام الإيكولوجى الرئيسي السابق للفيضان بحيرة أو نهرا طبيعيا، أراض مغمورة بالمياه. وأما مزارع الأرز فنتناولها في الفصل الخاص بالزراعة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي ودليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠*

٣-٥-٢ الأراضي المحولة إلى أراض رطبة

نتناول في هذا القسم انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المقترنة باستخلاص الخث أو الغمر بالمياه على السواء. وقد يمثل تحويل الأراضي إلى أراض رطبة عنصراً مهماً في التقديرات الوطنية لإزالة الأحراج (أو في العمليات الأخرى لتحويل استخدامات الأراضي المهمة على المستوى الوطني). وفيما يتعلق بعمليات التحويل المرتبطة باستخلاص الخث، نتناول أدناه تغيرات رصيد الكربون المرتبطة بالكتلة الحيوية الحية والتربة. وفيما يتعلق بعمليات التحويل المرتبطة بالغمر، لا نتناول إلا تغير أرصدة الكربون المرتبطة بفقد الكتلة الحيوية الحية.

وتشمل الأراضي المحولة إلى أراض رطبة عمليات التحويل من الأراضي الحرجية والأراضي الزراعية والمروج الطبيعية والمستوطنات إلى هذه الفئة. ومن أكثر ما يرجح حدوثه من تحويلات هو التحويلات من الأراضي الحرجية إلى الأراضي الرطبة (مثل إعادة ترطيب الأراضي الخثية المصرفة من المياه لأغراض الحراجة) والتحويلات المرتبطة باستخلاص الخث (تحويل الأراضي الخثية الطبيعية إلى أراض مدارة) أو عمليات التحويل إلى أراض مغمورة بالمياه (لأغراض توليد الطاقة الكهرمائية أو غيرها من الأغراض). ولا نتناول منهجيات إعادة الترطيب بسبب قلة البيانات المتاحة (يتناول التذييل ٢-٣، انبعاثات غازات الدفيئة من غير ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن صرف المياه من التربة وإعادة ترطيبها، مع التشديد على صرف المياه). وكما يتضح من المعادلة ٣-٥-١، فإن الإرشادات المتعلقة بتقدير تغير أرصدة الكربون في الأراضي المحولة إلى أراض رطبة تشمل التحويل إلى استخدامين ممكنين من استخدامات الأراضي هما استخلاص الخث والغمر بالمياه.

المعادلة ٣-٥-١

تغير أرصدة كربون الأراضي المحولة إلى أراض رطبة

$$\Delta C_{LW} = \Delta C_{LW\ peat} + \Delta C_{LW\ flood}$$

حيث:

ΔC_{LW} = تغير أرصدة كربون الأراضي المحولة إلى أراض رطبة، أطنان كربون/سنة؛

$\Delta C_{LW\ peat}$ = تغير أرصدة الكربون في الأراضي المحولة إلى خث (القسم ٣-٥-١، أطنان كربون/سنة؛

$\Delta C_{LW\ flood}$ = تغير أرصدة الكربون في الأراضي المحولة إلى أراض مغمورة (القسم ٣-٥-٢)، أطنان كربون/سنة؛

يحول تغير رصيد الكربون بأطنان الكربون إلى جيغا غرام من ثاني أكسيد الكربون وذلك بضرب القيمة في ٤٤/١٢ و10^{-3} لكي تناظر متطلبات الإبلاغ. ويتم الإبلاغ عن الانبعاثات كقيم موجبة (+) وعمليات الإزالة كقيم سلبية (-) (يمكن أن تسفر المعادلة ٣-٥-١ عن فقد في الكربون). ولمزيد من التفاصيل عن الإبلاغ والقاعدة المتعلقة بالإشارات الاصطلاحية، انظر القسم ٣-١-٧ والمرفق ٢-٣ (جداول الإبلاغ وصحائف العمل).

ويتضمن الشكل ٣-١-٢ مخططا عاما لتسلسل القرارات المتعلقة باختيار المستوى الملائم لتحويل الأراضي، وهو ينطبق على الأراضي المحولة إلى أراض رطبة. وإذا تتوفرت البيانات، ينبغي اختيار مستوى الأسلوب المستخدم مع كل نوع من أنواع تحويل الأراضي كل على حدة (الأراضي الحرجية إلى أراض رطبة، والمروج الطبيعية إلى أراض رطبة، والأراضي الزراعية إلى أراض رطبة، والأراضي الأخرى إلى أراض رطبة).

٣-٥-٢-١ تغير أرصدة كربون الأراضي المحولة إلى أراض خثية

٣-٥-٢-١-١ القضايا المنهجية

نقدم أدناه أسلوب تقدير الانبعاثات الناتجة عن الأراضي المحولة إلى أراض خثية. ولا تتناول *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* صراحة الانبعاثات الناتجة عن التربة العضوية المدارة لأغراض استخلاص الخث أو تغيرات استخدامات الأراضي المقترنة بالتربة العضوية المدارة لاستخلاص الخث. ونتناول الانبعاثات الناتجة عن احتراق الخث في القسم المتعلق بالطاقة في *المبادئ*

التوجيهية للفريق الحكومي الدولي . ولذلك فإن الأسلوب المبين أدناه لا يتناول إلا الانبعاثات الناتجة عن إزالة الغطاء النباتي من الأرض المهيأة لاستخلاص الخث والتغيرات التي تطرأ على المادة العضوية في التربة بسبب أكسدة الخث في الطبقة المعرضة للهواء في الأرض أثناء عملية الاستخلاص. وتتناول تقديرات احتراق الخث الواردة في القسم المتعلق بالطاقة عمليات إزالة الخث ولكننا لا نبحثها في هذا القسم. ويمكن تطبيق هذا الأسلوب وما يرتبط به من قيم افتراضية مستخدمة في تقديرات المستوى ١ في كل من الأراضي التي يجرى فيها استخلاص الخث (يتم الإبلاغ عنه في إطار الفئة الفرعية للأراضي الرطبة التي تظل أراض رطبة) والأراضي المحولة إلى استخلاص الخث.

٣-٥-٢-١-١-١ اختيار الأسلوب

ينطوي تقدير تغيرات رصيد الكربون في الأراضي المحولة إلى استخلاص الخث على عنصرين أساسيين، كما هو مبين في المعادلة ٣-٥-٢ التي تحسب المفقود من الكربون.

المعادلة ٣-٥-٢

التغير السنوي في أرصدة كربون الأراضي المحولة إلى استخلاص الخث

$$\Delta C_{LW\ peat} = \Delta C_{LW\ peat_{LB}} + \Delta C_{LW\ peat_{Soils}}$$

حيث:

$\Delta C_{LW\ peat}$ = التغير السنوي في أرصدة الكربون في الأراضي المحولة إلى استخلاص الخث، أطنان كربون/سنة؛

$\Delta C_{LW\ peat_{LB}}$ = التغير السنوي في أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية، أطنان كربون/سنة؛

$\Delta C_{LW\ peat_{Soils}}$ = التغير السنوي في أرصدة الكربون في التربة، أطنان كربون/سنة؛

ويُفترض أن مستجمع المادة العضوية الميتة ليس مهما. وإذا كان لدى البلد بيانات عن المادة العضوية الميتة، يمكن إدراج تلك البيانات في التقدير الذي يتم إجراؤه باستخدام أساليب المستويين ٢ أو ٣.

وتستخدم المعادلة ٣-٥-٣ لتقدير تغيرات رصيد الكربون في الكتلة الحيوية الحية والمقترنة بتحويل الأراضي إلى استخلاص الخث.

المعادلة ٣-٥-٣

التغير السنوي في أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية في الأراضي المحولة إلى استخلاص الخث

$$\Delta C_{LW\ peat_{LB}} = \Sigma\ A_i \bullet (B_{After} - B_{Before})_i \bullet CF$$

حيث:

$\Delta C_{LW\ peat_{LB}}$ = التغير السنوي في أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية في الأراضي المحولة إلى استخلاص الخث، أطنان كربون/سنة؛

A_i = مساحة الأراضي المحولة سنويا إلى استخلاص الخث من استخدام الأراضي الأصلي *i*، هكتار/سنة؛

B_{Before} = الكتلة الحيوية الظاهرة قبل التحويل مباشرة إلى استخلاص الخث، أطنان مادة جافة/هكتار؛

B_{After} = الكتلة الحيوية الظاهرة بعد التحويل مباشرة إلى استخلاص الخث، أطنان مادة جافة/هكتار (القيمة الافتراضية = صفرا)؛

CF = جزء كربون المادة الجافة (القيمة الافتراضية = ٠,٥)، أطنان كربون/(أطنان مادة جافة).

ويُطبَّق في هذا الأسلوب نهج المبادئ *التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* الوارد في القسم ٥-٢-٣ (تحويل الأراضي الحرجية والمروج الطبيعية وهو نهج يتسق مع المستويات المستخدمة في تقدير تغيرات رصيد الكربون في الكتلة الحيوية الحية والمبينة في

الأقسام ٣-٢-٢ و ٣-٣-٢ و ٣-٤-٢. وكما يتضح من المعادلة، يقدر مقدار الكتلة الحيوية الظاهرة الحية التي تُزال لأغراض استخلاص الخث عن طريق ضرب مساحة الأراضي المحولة سنويا إلى استخلاص الخث في الفرق في أرصدة الكربون بين الكتلة الحيوية أثناء استخدام الأراضي الأصلية قبل التحويل وأرصدة الكربون في الأراضي الخثية بعد التحويل. وفى الحالات التي تحول فيها الأحراج إلى أراض خثية وتسجل الإحصائيات الأخشاب المزالة، ينبغي تعديل الأخشاب بمقدار الأخشاب المقطوعة من B_{Before} وذلك من أجل تفادى ازدواجية الحساب.

ويتمثل الافتراض الأساسي لتقديرات المستوى ١ المستخدمة في حساب تغيرات رصيد الكربون في الكتلة الحيوية الحية في الأراضي المحولة إلى استخلاص الخث في أن جميع الكتلة الحيوية الظاهرة الموجودة قبل التحويل إلى استخلاص الخث ستفقد في نفس السنة التي يحدث فيها التحويل، وأن أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية بعد التحويل (B_{After}) تساوى صفرا. ومن *الممارسة السليمة* أن تقدر البلدان مساحة الأراضي المحولة إلى استخلاص الخث من الأحراج بحسب الفئات الحرجية الرئيسية، واستخدام القيم الافتراضية لرصيد الكربون المستمدة من المرفق ١-٣ وجداول القيم الافتراضية في القسم ٣-٢ (الأراضي الحرجية)، وذلك من أجل وضع تقديرات B_{Before} لكل فئة أولية من فئات الأراضي الحرجية، وكل فئة أولية من فئة استخدامات الأراضي الأخرى، بما في ذلك الأراضي الخثية غير المدارة. وفى الحالات التي يكون فيها الاستخدام السابق هو المروج الطبيعية، ينبغي الحصول على القيم الافتراضية للكتلة الحيوية الظاهرة من الجدول ٣-٤-٢.

وفى الحالات التي تستخدم فيها الحرائق لإزالة الغطاء النباتي، تنطلق أيضا انبعاثات الغازات من غير ثاني أكسيد الكربون، أي الميثان وأكسيد النيتروز. ويمكن تقدير هذه الانبعاثات باستخدام المستويين ٢ و ٣ وفقا للإرشادات الواردة في القسم ٣-٢-١-٤. كما يؤدي صرف المياه من الأراضي الخثية إلى زيادة انبعاثات أكسيد النيتروز. ويمكن حساب هذه الانبعاثات وفقا للإرشادات الواردة في التذييل ٣-٣ (انبعاثات أكسيد النيتروز من التربة العضوية المدارة لاستخلاص الخث).

وتنطلق انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من التربة على مراحل متعددة في عمليات الخث كما هو مبين في المعادلة ٣-٥-٤.

المعادلة ٣-٥-٤

التغير السنوي في أرصدة كربون التربة في الأراضي المحولة إلى استخلاص الخث

$$\Delta C_{LW\ peat_{Soils}} = \Delta C_{drainage} + \Delta C_{extraction} + \Delta C_{stockpiling} + \Delta C_{restoration}$$

حيث:

$\Delta C_{LW\ peat_{Soils}}$ = التغير السنوي في أرصدة كربون التربة في الأراضي المحولة إلى استخلاص الخث، أطنان كربون/سنة؛

$\Delta C_{drainage}$ = التغير السنوي في أرصدة كربون التربة أثناء صرف المياه، أطنان كربون/سنة؛

$\Delta C_{extraction}$ = التغير السنوي في أرصدة كربون التربة أثناء استخلاص الخث (مع استثناء مقدار الكربون في الخث المستخلص)، أطنان كربون/سنة؛

$\Delta C_{stockpiling}$ = التغير السنوي في أرصدة كربون التربة أثناء تكديس الخث قبل نقله للحرق، أطنان كربون/سنة؛

$\Delta C_{restoration}$ = التغير السنوي في أرصدة كربون التربة بسبب الممارسات المتبعة في استعادة الأراضي المزروعة من قبل، أطنان كربون/سنة.

المستوى ١: في حالة الأراضي المحولة إلى استخلاص الخث، لا يُأخذ في الحسبان سوى أثر صرف المياه من الخث ($\Delta C_{drainage}$) في إطار المستوى ١. ويعتمد أسلوب المستوى ١ على تحديد المساحة الأساسية ومعاملات الانبعاث الافتراضية والأسلوب

الأساسي لتقدير انبعاثات الكربون من التربة العضوية المحولة إلى استخلاص الخث والمبينة في المعادلة ٣-٥-٥. وتطبق هذه المعادلة إجمالا على كل مساحة التربة العضوية المحولة إلى خث في البلد والمقسمة إلى تربة غنية بالمغذيات وتربة فقيرة بالمغذيات، باستخدام معاملات الانبعاث الافتراضية. وفى هذه المرحلة، لا يمكن توفير سوى الأسلوب والبيانات المطلوبة لتقدير متوسط تغيرات أرصدة الكربون المقترنة بصرف المياه من الخث في فترات أطول على الرغم من أن الانبعاثات تكون في السنة الأولى لصرف المياه أعلى منها في السنوات اللاحقة.

المعادلة ٣-٥-٥

التغير السنوي في أرصدة كربون التربة بسبب صرف المياه من التربة العضوية المحولة إلى استخلاص الخث

$$\Delta C_{drainage} = A_{Nrich} \bullet EF_{Nrich} + A_{Npoor} \bullet EF_{Npoor}$$

حيث:

$\Delta C_{drainage}$ = التغير السنوي في أرصدة كربون التربة بسبب صرف المياه من التربة العضوية المحولة إلى استخلاص الخث، أطنان كربون/سنة؛

A_{Nrich} = مساحة التربة العضوية الغنية بالمغذيات المحولة إلى استخلاص الخث، بالهكتار؛

A_{Npoor} = مساحة التربة العضوية الفقيرة بالمغذيات المحولة إلى استخلاص الخث، بالهكتار؛

EF_{Nrich} = معامل الانبعاثات الناتجة عن تغيرات أرصدة كربون التربة العضوية الغنية بالمغذيات المحولة إلى استخلاص الخث، أطنان كربون/هكتار/سنة؛

EF_{Npoor} = معامل الانبعاثات الناتجة عن تغيرات أرصدة كربون التربة العضوية الفقيرة بالمغذيات المحولة إلى استخلاص الخث، أطنان كربون/هكتار/سنة؛

المستوى ٢: يمكن استخدام أسلوب المستوى ٢ لتوسيع أسلوب المستوى ١، إن وجدت البيانات المتعلقة بمساحة الأراضي ومعاملات الانبعاث الخاصة بالبلد. وفى هذه الحالة قد تستطيع البلدان تقسيم بيانات الأنشطة ومعاملات الانبعاث تبعا لخصوبة الخث، ونوع الخث، وكثافة صرف المياه، و/أو الاستخدامات السابقة أو الغطاء الأرضي.

المستوى ٣: تتطلب أساليب المستوى ٣ إحصائيات عن مساحة التربة العضوية المستغلة في استخلاص الخث تبعا لنوع الموقع، والخصوبة، والزمن منذ صرف المياه و/أو الزمن منذ تجديد التربة، ويمكن أن يضاف إلى ذلك معاملات الانبعاث الملائمة و/أو النماذج القائمة على العمليات. كما يمكن استخدام الدراسات التي تعتمد على المعلومات المتعلقة بتغيرات الكثافة الحجمية للتربة، والمحتوى من الكربون وعمق الخث، لاكتشاف تغيرات أرصدة كربون التربة بشرط كفاية حجم العينات وتمثيلها لكل طبقة الخث. وينبغي تصحيح تلك البيانات في حالة فواقد الكربون الناجمة عن رشح الكربون العضوي المتحلل، وفواقد المادة العضوية الميتة من خلال سيلان المياه أو كانبعاثات للميثان.

٣-٥-٢-١-١-٢ اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة

المستوى ١: عند تقدير تغير أرصدة الكربون في التربة العضوية المحولة إلى استخلاص الخث باستخدام أسلوب المستوى ١، من *الممارسة السليمة* استخدام معاملات الانبعاث الافتراضية الواردة في الجدول ٣-٥-٢.

الجدول ٣-٥-٢

معاملات الانبعاث وما يقترن بها من عدم التيقن في التربة العضوية بعد صرف المياه

المنطقة/نوع الخث	معامل الانبعاث أطنان كربون/هكتار/سنة	عدم التيقن [أ] أطنان كربون/هكتار/سنة	المرجع/التعليق [ب]
الشمالية والمعتدلة			
الفقيرة بالمغذيات (EF_{Npoor})	٠,٢	صفر إلى ٠,٦٣	Laine and Minkkinen, 1996; Alm *et al.*, 1999; Laine *et al.*, 1996; Minkkinen *et al.*, 2002
الغنية بالمغذيات (EF_{Nrich})	١,١	٠,٠٣ إلى ٢,٩	Laine *et al.*, 1996; LUSTRA, 2002; Minkkinen *et al.*, 2002; Sundh *et al.*, 2000
المدارية	٢,٠	٠,٠٦ إلى ٦	يحسب من الفرق النسبي بين المعتدلة (الفقيرة بالمغذيات) والمدارية في الجدول ٣-٣-٥.

[أ] نطاق البيانات الأساسية.

[ب] تم اشتقاق القيم الخاصة بالمناطق الشمالية والمعتدلة باعتبارها المتوسط الطبيعي اللوغاريتمي لقياسات قطع الأراضي المزدوجة، مع افتراض الصرف الخفيف للمياه من التربة العضوية المحولة إلى استخلاص الخث. واستمدت معظم البيانات من أوروبا.

ينبغي على البلدان الواقعة في المناطق الشمالية والتي لا تتوافر لديها معلومات عن مساحات التربة الغنية بالمغذيات ومساحات الأراضي الخثية الفقيرة بالمغذيات أن تستخدم معامل الانبعاث الخاص بالأراضي الخثية الفقيرة بالمغذيات. وينبغي على بلدان المناطق المعتدلة التي لا تتوفر لديها تلك البيانات أن تستخدم معامل الانبعاث الخاص بالأراضي الخثية الغنية بالمغذيات. وفيما يتعلق ببلدان المناطق المدارية، لا يمكن حاليا توفير سوى قيمة افتراضية واحدة.

المستوى ٢: يتطلب أسلوب المستوى ٢ بيانات خاصة بالبلد تراعي ممارسات الإدارة مثل صرف المياه من مختلف أنواع الخث وشدة صرف المياه.

المستوى ٣: في المستوى ٣، ينبغي تحديد كل البارامترات على مستوى البلد باستخدام قيم أدق بدلا من استخدام القيم الافتراضية. وبالنظر إلى قلة الدراسات وتضارب النتائج في بعض الأحيان، من *الممارسة السليمة* اشتقاق معاملات الانبعاث الخاصة بكل بلد من خلال القياسات في مقابل المواقع المرجعية البكر الملائمة. وينبغي تقاسم البيانات بين البلدان المتشابهة من حيث الظروف البيئية.

٣-٥-٢-١-١-٣ اختيار بيانات الأنشطة

المستوى ١: بيانات الأنشطة المطلوبة لكل المستويات هي مساحة التربة العضوية المحولة إلى استخلاص الخث. ولتقدير تغير أرصدة الكربون من الكتلة الحيوية الحية، تستخدم القيمة الإجمالية للمساحة، وأما في حالة تقدير تغير أرصدة الكربون من التربة العضوية، فينبغي التمييز بين التربة العضوية الغنية بالمغذيات والفقيرة بالمغذيات. ومن المثالي عند استخدام أسلوب المستوى ١ أن تحصل البلدان على البيانات الوطنية المتعلقة بالمساحات المحولة إلى استخلاص الخث واستخداماتها الأصلية. وتشمل المصادر الممكنة لتلك البيانات الإحصائيات الوطنية، وشركات تعدين الخث، والوزارات الحكومية المسؤولة عن استخدامات الأراضي. ويمكن افتراض أن نسبة التربة الغنية بالمغذيات في مقابل التربة الفقيرة بالمغذيات تماثل الأهمية النسبية لأنواع تلك الأراضي الخثية على المستوى الوطني.

المستوى ٢: في إطار المستوى ٢، يمكن للبلدان تجميع المعلومات استنادا إلى استخدامات الأراضي الأصلية، ونوع الخث، والخصوبة، وشدة اضطرابات الخث، وصرف المياه من مساحات التربة العضوية المحولة إلى استخلاص الخث. ويمكن تجميع تلك البيانات من آخر المعلومات التي تتاح بانتظام في قوائم جرد الأراضي الخثية على المستوى الوطنية.

المستوى ٣: في المستوى ٣، قد يلزم الحصول على المعلومات التفصيلية المتعلقة بالاستخدام الأصلي للأراضي، ونوع الخث وخصوبته وشدة اضطرابات الخث وصرف المياه منه في مساحات التربة العضوية المحولة إلى استخلاص الخث. ويحدد نهج النمذجة المستخدم الاحتياجات من البيانات المحددة ومستوى تفصيل تلك البيانات.

٣-٥-٢-١-١-٤ تقدير عدم التيقن

عند تقدير الانبعاثات الناتجة عن تحويلات الأراضي إلى خث، ترتبط أوجه عدم التيقن الرئيسية بتقديرات المساحة ومعاملات الانبعاث.

المستوى ١: تنشأ مصادر عدم التيقن في المستوى ١ عن استخدام المتوسطات العالمية أو الوطنية المتعلقة بأرصدة الكربون في الأراضي الحرجية قبل التحويل والحسابات التقديرية لمساحات الأراضي واستخداماتها الأصلية المحولة إلى استخلاص الخث، على الرغم من أن معظم مساحة الأراضي المحولة هي على الأرجح أراض خثية تغطيها الأشجار الكثيفة. ولا ترتبط معظم القيم الافتراضية المستخدمة في هذا الأسلوب بنطاقات مناظرة للأخطاء المرتبطة بها. ولم تشتق معاملات الانبعاث الافتراضية المستخدمة في أسلوب المستوى ١ إلا من بضع نقاط من نقاط البيانات (أقل من ١٠)، ولذلك فإنها قد لا تمثل المساحات الكبيرة أو المناطق المناخية. ولذلك يفترض وجود مستوى افتراضي من عدم التيقن يبلغ +/- ٧٥ % من انبعاثات أو عمليات إزالة الكربون التقديرية استنادا إلى أحكام الخبراء. ويرجح أن يكون توزيع احتمالات عدم التيقن المرتبط بالانبعاثات غير طبيعي، ولذلك يفترض أن مستوى التوزيع الطبيعي اللوغاريتمي الذي يبلغ ٩٥ في المائة يمثل قيمة افتراضية لعدم التيقن (الجدول ٣-٥-٢). ومن *الممارسة السليمة* استخدام هذا النطاق بدلا من استخدام انحراف معياري تناظري.

وتشير التقديرات إلى أن عدم التيقن المرتبط بمساحات الأراضي الخثية المصرفة من المياه يبلغ ٥٠ في المائة في أوروبا وأمريكا الشمالية، ولكنه قد يزيد بمقدار الضعفين في بقية أنحاء العالم. ويرتفع عدم التيقن في جنوب شرق آسيا ارتفاعا شديدا بالنظر إلى الضغط الشديد الواقع على الأراضي الخثية، خاصة بسبب العمران وتكثيف الزراعة والحراجة، وربما أيضا بسبب استخلاص الخث. ويفترض وجود ارتباط بين نفس نسبة عدم التيقن وبين البيانات المتعلقة بتحويل الأراضي إلى أراض خثية على الرغم من وجود بيانات أفضل لدى البلدان التي يغلب فيها الاستخلاص التجاري للخث.

المستوى ٢: في المستوى ٢، تساعد تقديرات المساحة الفعلية المتعلقة بتحويلات الأراضي على زيادة شفافية المحاسبة والسماح للخبراء بتحديد الثغرات وتفادى ازدواجية حساب مساحات الأراضي. ويستخدم أسلوب المستوى ٢ على الأقل بعض القيم الافتراضية الخاصة بالبلد التي من شأنها تحسين دقة التقديرات بشرط أن تتسم بقدرة أفضل على تمثيل الظروف ذات الصلة بالبلد. وعند اشتقاق القيم الافتراضية الخاصة بالبلد، ينبغي على البلدان استخدام العينات الكافية من حيث الحجم والتقنيات اللازمة لتقليل الأخطاء المعيارية. وينبغي اشتقاق دوال كثافة الاحتمالات (أي تقدير المتوسط والتغاير) لكل البارامترات الخاصة بالبلد. ويمكن استخدام تلك البيانات في التحليل المتقدم لعدم التيقن، مثل عمليات محاكاة مونت كارلو. ويمكن الرجوع إلى الفصل الخامس من هذا التقرير لمعرفة الإرشادات المتعلقة بإجراء ذلك التحليل. وكحد أدنى، ينبغي أن توفر نُهج المستوى ٢ نطاقات من الأخطاء المتعلقة بكل بارامتر من البارامترات الخاصة بالبلد.

المستوى ٣: في المستوى ٣، ينبغي أن توفر بيانات الأنشطة المستمدة من نظام جرد الإدارة الأساس الذي يستند إليه توزيع تقديرات عدم التيقن على المساحات المقترنة بتحويل الأراضي. ويمكن الجمع بين البيانات المتعلقة بالانبعاثات والأنشطة وما يقترن بها من أوجه عدم التيقن باستخدام إجراءات مونت كارلو لتقدير المتوسطات وفترات الثقة في الجرد الشامل. ومن المحتمل أن توفر النماذج القائمة على العمليات تقديرات أدق ولكن ينبغي معايرتها والتثبت منها في مقابل القياسات. ويتضمن القسم ٥-٢ من الفصل الخامس إرشادات عامة عن تقدير عدم التيقن المرتبط بالأساليب المتقدمة. وبالنظر إلى أن صرف المياه من الأراضي الخثية يفضي إلى اندماج الخث وأكسدته وحدوث فواقد أخرى للكربون غير ثاني أكسيد الكربون، فإن نهج تغير الأرصدة في رصد تدفقات ثاني أكسيد الكربون قد لا يوفر الدقة المطلوبة. وإذا استخدم هذا النهج، ينبغي معايرته بقياسات التدفقات الملائمة.

٣-٥-٢-٢ تغير أرصدة الكربون في الأراضي المحولة إلى أراض مغمورة بالمياه (الخزانات)

تبين المعادلة ٣-٥-٦ أسلوب تقدير تغير رصيد الكربون الناتج عن تحويل الأراضي إلى أراض مغمورة بالمياه. ومثلما في الأسلوب المبين في القسم السابق المتعلق بالأراضي الخثية، يفترض هذا الأسلوب أن رصيد الكربون في الأرض قبل تحويلها يُفقد في السنة الأولى بعد التحويل. ويمكن تقدير رصيد الكربون في الأراضي قبل التحويل باستخدام الأسلوب المتبع في حالة الكتلة الحيوية الحية في مختلف فئات استخدام الأراضي المبينة في الأقسام الأخرى من هذا الفصل. وفى المستوى ١، يُفترض أن رصيد الكربون بعد التحويل يساوى صفرا.

المعادلة ٣-٥-٦

التغير السنوي في أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية في الأراضي المحولة إلى أراض مغمورة بالمياه

$$\Delta C_{LW\ flood_{LB}} = [\Sigma\ A_i \bullet (B_{After} - B_{Before})_i] \bullet CF$$

حيث:

$\Delta C_{LWflood_{LB}}$ = التغير السنوي في أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية في الأراضي المحولة إلى أراض مغمورة، أطنان كربون/سنة؛

A_i = مساحة الأراضي المحولة سنويا إلى أراض مغمورة من استخدام الأراضي الأصلية i، هكتار/سنة؛

B_{Before} = الكتلة الحيوية الحية في الأراضي قبل التحويل مباشرة إلى أراض مغمورة، أطنان مادة جافة/هكتار؛

B_{After} = الكتلة الحيوية الحية بعد التحويل مباشرة إلى أراض مغمورة، أطنان مادة جافة/هكتار (القيمة الافتراضية = صفرا)؛

CF = جزء كربون المادة الجافة (القيمة الافتراضية = ٠,٥)، أطنان كربون/(أطنان مادة جافة).

ومن الممكن في الواقع انطلاق الكربون المتبقي في الأراضي المحولة قبل الغمر على مدى عدة سنوات بعد الغمر. وفى المستوى، ٢ يمكن نمذجة عملية الانبعاث هذه. وسوف تحتاج البلدان إلى وضع معاملات انبعاث خاصة بالبلد، ويمكن الرجوع إلى المناقشة المتعلقة بالانبعاثات الجارية المنطلقة من الأراضي المغمورة التي تظل أراض مغمورة في التذييل ٣-٣ للحصول على الإرشادات العامة المتعلقة بكيفية تنفيذ ذلك الأسلوب.

ولا نقدم هنا أي إرشادات بشأن تغيرات رصيد الكربون الناتجة عن التربة بسبب تحويل الأراضي إلى أراض مغمورة. ويتناول التذييل ٣-٣ انبعاثات الغازات من غير ثاني أكسيد الكربون في الأراضي المحولة إلى أراض مغمورة.

٣-٥-٣ التمام

ينبغي أن يشمل التقدير الكامل للانبعاثات الناتجة عن الأراضي المحولة إلى أراض رطبة كل الأراضي المحولة إما إلى استخلاص الخث أو إلى أراض مغمورة. وفيما يتعلق بالتربة العضوية المدارة لاستخلاص الخث، ينبغي أن يشمل الجرد الكامل كل الأراضي المحولة إلى أراض خثية صناعية. وينبغي أن يتسق ذلك مع الجرد الكامل لكل الأراضي الخثية الصناعية، بما في ذلك مساحات تعدين الخث المهملة التي مازالت عمليات صرف المياه منها في طور النشاط، والمساحات المصرفة من المياه بغرض استخلاص الخث في المستقبل، مع استبعاد المساحات التي تعود إلى حالتها كأراض رطبة.

٣-٥-٤ وضع متسلسلة زمنية متسقة

يمكن الرجوع إلى الإرشادات العامة المتعلقة باتساق المتسلسلات الزمنية في القسم ٥-٦ (اتساق المتسلسلة الزمنية وإعادة الحساب). وينبغي استخدام نفس أسلوب تقدير الانبعاثات في كل سنة من سنوات المتسلسلة الزمنية وبنفس مستوى التفصيل. وبالإضافة إلى ذلك، عندما تستخدم البيانات الخاصة بالبلد، ينبغي أن تطبق وكالة الجرد الوطنية نفس قواعد القياس (فئة المعاينة

والأسلوب، وما إلى ذلك) طيلة الوقت باتباع الإرشادات الواردة في القسم ٥-٣ المعنون "المعاينة". وإذا تعذر استخدام نفس الأسلوب أو نفس قواعد القياس طيلة المتسلسلة الزمنية، ينبغي اتباع الإرشادات المتعلقة بإعادة الحساب في الفصل الخامس.

وقد يلزم استكمال مساحة أراضي التربة العضوية المحولة إلى استخلاص الخث في المتسلسلات الزمنية أو الاتجاهات الأطول. وإذا اقتضى الأمر ذلك، ينبغي التحقق من الاتساق (من خلال الاتصال بشركات تعدين الخث) لجمع المعلومات الزمنية المتعلقة بالمساحات المتأثرة باستخلاص الخث من قبل أو في المستقبل. وينبغي تفسير الفروق في انبعاثات غاز الدفيئة بين سنوات الجرد، وذلك مثلا عن طريق توضيح التغيرات في مساحات الأراضي الخثية الصناعية أو عن طريق تحديث معاملات الانبعاث.

٣-٥-٥ الإبلاغ والتوثيق

من الملائم توثيق وأرشفة كل المعلومات المطلوبة لإعداد التقديرات الوطنية لجرد الانبعاثات/الإزالة، كما هو مبين في الفصل الخامس من هذا التقرير ورهنا بالاعتبارات المحددة التالية. ولا تشير *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* صراحةً إلى الانبعاثات الناتجة عن الأراضي المحولة إلى استخلاص الخث أو الغمر. ويمكن الإبلاغ عن تلك الانبعاثات باستخدام جداول الإبلاغ الواردة في المرفق ٢-٣.

معاملات الانبعاث: بالنظر إلى قلة البيانات، ينبغي إجراء وصف وتوثيق كاملين للأساس العلمي الذي يستند إليه أي تحديد جديد لمعاملات الانبعاث والبارامترات والنماذج. ويشمل ذلك تحديد بارامترات المدخلات وبيان العملية المستخدمة في اشتقاق معاملات الانبعاث والبارامترات والنماذج، وكذلك وصف مصادر عدم التيقن.

بيانات الأنشطة: ينبغي تسجيل مصادر كل بيانات الأنشطة المستخدمة في الحسابات (مصادر البيانات وقواعد البيانات والمراجع المتعلقة بخرائط التربة)، بالإضافة إلى الاتصال بشركات تعدين الخث (على أن تراعى اعتبارات بالسرية). وينبغي أن تشمل تلك الوثائق تكرار جمع البيانات والتقدير، وتقدير الدقة والضبط، وأسباب التغيرات الكبيرة في مستويات الانبعاث.

نتائج الانبعاثات: ينبغي تفسير التقلبات الكبيرة في الانبعاثات فيما بين السنوات. وينبغي التمييز بين التغيرات في مستويات النشاط والتغيرات في معاملات الانبعاث والبارامترات والأساليب من سنة إلى أخرى، وتوثيق الأسباب التي تنجم عنها تلك التغيرات. وإذا استخدمت معاملات انبعاث وبارامترات وأساليب مختلفة في مختلف السنوات، ينبغي شرح وتوثيق أسباب ذلك الاختلاف.

٣-٥-٦ ضمان ومراقبة جودة الجرد

من الملائم إجراء اختبارات لضمان ومراقبة الجودة كما هو مبين في الفصل الخامس (القسم ٥-٥) من هذا التقرير، وإجراء استعراض من الخبراء لتقديرات الانبعاثات. وبالنظر إلى نقص البيانات، ينبغي إجراء هذه الاستعراضات بانتظام لمراعاة استنتاجات البحوث الجديدة. وقد يكون من المنطبق أيضا إجراء اختبارات إضافية لمراقبة الجودة، كما هو مبين في إجراءات المستوى ٢ الواردة في الفصل الثامن المعنون "ضمان ومراقبة الجودة" في *دليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠*، وإجراءات إضافية لضمان الجودة، خاصة عند استخدام أساليب المستويات العليا لقياس الانبعاثات الناتجة عن هذه الفئة. وعندما تستخدم معاملات الانبعاث الخاصة بكل بلد، ينبغي أن تستند تلك المعاملات إلى البيانات التجريبية ذات الجودة العالية المشتقة باستخدام برنامج قياس *الممارسات السليمة*، وتوثيقها بشكل كاف.

ولا يمكن في الوقت الراهن مقارنة تقديرات الانبعاثات الناتجة عن التربة العضوية المستغلة في استخلاص الخث مع أساليب القياس الأخرى. على أنه ينبغي على وكالة الجرد أن تكفل مراقبة جودة تقديرات الانبعاثات عن طريق ما يلي:

- مقارنة معاملات الانبعاثات الخاصة بالبلد التي يتم الإبلاغ عنها مع القيم الافتراضية والبيانات المستمدة من البلدان الأخرى؛
- التحقق من معقولية البيانات عن طريق مقارنة بيانات مساحات أراضي التربة العضوية المستغلة في استخلاص الخث مع البيانات المتعلقة بصناعات الخث وإنتاج الخث.

3.6

٣-٦ المستوطنات

يبين الفصل الثاني أن هذه الفئة من فئات استخدام الأراضي تشمل كل الأراضي المستثمرة، بما في ذلك البنية الأساسية للنقل، والمستوطنات البشرية بكل أحجامها، ما لم تكن مدرجة بالفعل في فئات استخدام الأراضي الأخرى. ويركز هذا الفصل في تناوله للمستوطنات على المكونات الأرضية للأراضي المتطورة المدارة والتي قد تؤثر على تدفقات ثاني أكسيد الكربون بين الغلاف الجوي ومستجمعات الكربون الأرضية. وفي هذا السياق، تشمل فئة استخدام أراضي "المستوطنات" كل فئات التشكيلات الشجرية في المناطق الحضرية، وهي الأشجار المزروعة على طول الطرقات، وفي الحدائق العامة والخاصة، وفي مختلف أنواع المتنزهات، شريطة اقتران هذه الأشجار وظيفيا أو إداريا بالمدن والقرى، الخ. وفي حين أن المادة العضوية الميتة ومستجمعات كربون التربة قد تمثل أيضا مصادر أو مصارف لثاني أكسيد الكربون في المستوطنات، وأن انبعاثات الميثان وأكسيد النيتروز قد تنشأ عن ممارسات إدارة الأراضي في المناطق الحضرية، فإننا لا نعرف إلا القليل عن دور وحجم تلك المستجمعات في التدفقات الشاملة لغازات الدفيئة. ولذلك تركز المناقشات المنهجية على الفئة الفرعية للتغير في أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية حيث أجريت بعض البحوث (Nowak 1996, 2002).

ويمكن تقدير تغير أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية في "المستوطنات" في جزأين، هما: "المستوطنات التي تظل مستوطنات" و"الأراضي المحولة إلى مستوطنات." وقد يمثل الجزء الثاني عنصرا مهما في التقديرات الوطنية لعمليات إزالة الأحراج (أو عمليات تحويل استخدام الأراضي الأخرى المهمة على المستوى الوطني). ولذلك فإننا نقدم أدناه إرشادات موجزة بشأن تقدير تغير أرصدة الكربون نتيجة تحويل الأراضي الحرجية إلى مستوطنات. ولا نتناول في هذا القسم إلا الكتلة الحيوية الحية.

٣-٦-١ المستوطنات التي تظل مستوطنات

يعرض التذييل ٤ أسلوبا أساسيا لتقدير انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون في المستوطنات التي تظل مستوطنات لأن الأساليب والبيانات الافتراضية المتاحة فيما يتعلق بتحويل هذه الفئة من استخدام الأراضي تعتبر أولية. ويتم تشجيع البلدان التي لديها بيانات عن الخشب الميت وكربون التربة والغازات من غير ثاني أكسيد الكربون في المستوطنات على الإبلاغ أيضا عن هذه المعلومات.

٣-٦-٢ الأراضي المحولة إلى مستوطنات

تتضمن الأقسام الأخرى من هذا الفصل شرحا للمعادلة الأساسية المستخدمة في تقدير التغير الذي يطرأ على أرصدة الكربون نتيجة عمليات تحويل استخدام الأراضي، وهذه الأقسام هي ٣-٢-٢، و٣-٣-٢، و٣-٤-٢ المتعلقة بالأراضي المحولة إلى أراض حرجية وأراض زراعية ومروج طبيعية على التوالي. ويمكن استخدام نفس مخطط تسلسل القرارات (انظر الشكل ٣-١-٢) ونفس الأسلوب الأساسي لتقدير تغير أرصدة الكربون في الأراضي الحرجية المحولة إلى مستوطنات باستخدام المعادلة ٣-٦-١:

المعادلة ٣-٦-١

التغير السنوي في أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية في الأراضي الحرجية المحولة إلى مستوطنات

$$\Delta C_{FS_{LB}} = A \bullet (C_{After} - C_{Before})$$

حيث:

$\Delta C_{FS_{LB}}$ = التغير السنوي في أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية بسبب تحويل الأراضي الحرجية إلى مستوطنات، أطنان كربون/السنة؛

A = مساحة الأرض المحولة سنويا من أرض حرجية إلى مستوطنات، هكتار/سنة؛

C_{After} = أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية مباشرة عقب التحويل إلى مستوطنات، أطنان كربون/هكتار؛

C_{Before} = أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية مباشرة قبل التحويل إلى مستوطنات، أطنان كربون/هكتار.

ويسير هذا الأسلوب وفقا للنَّهج المحدد في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* (القسم ٥-٢-٣، تحويل الأحراج والمروج الطبيعية) حيث يحسب مقدار الكتلة الحيوية الظاهرة الحية المزالة لأغراض توسيع المستوطنات عن طريق ضرب مساحة الأحراج المحولة سنويا إلى مستوطنات في الفرق في أرصدة الكربون بين الكتلة الحيوية التي كانت قائمة في الأحراج قبل التحويل (C_{Before}) والكتلة الحية القائمة في المستوطنات بعد التحويل (C_{After}). كما تنطبق هنا أيضا مستويات النُهج المستخدمة في تقدير تغير أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية، كما هو مبين في الأقسام ٣-٢-٢، و٣-٣-٢، و٣-٤-٢. ويتم إجراء تقديرات المستوى ١ باستخدام الافتراضات الأساسية والقيم الافتراضية لأرصدة الكربون. وعندما يُستخدم أسلوب المستوى ٢، يتم تطبيق أرصدة الكربون الخاصة بكل بلد على بيانات الأنشطة المصنفة إلى مقاييس ملائمة. وأما في إطار المستوى ٣، تستخدم البلدان أساليب التقدير المتقدمة التي قد تشمل نماذج معقدة وبيان أنشطة على درجة عالية من التفصيل.

وتتمثل الافتراضات الأساسية للتقديرات التي يتم إجراؤها باستخدام نهج المستوى ١ لتقدير تغير أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية في الأراضي المحولة إلى مستوطنات في أن كل الكتلة الحيوية الحية القائمة قبل التحويل إلى مستوطنات تُفقد في نفس سنة التحويل، وأن أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية بعد التحويل (C_{After}) تساوي صفرا. وينبغي أن تقدر البلدان مساحة الأراضي الحرجية المحولة إلى مستوطنات بحسب الأنواع الحرجية الرئيسية، وأن تستخدم القيم الافتراضية لأرصدة الكربون المبينة في الجدولين ٢ و٣ في المرفق ١، لإجراء تقديرات لأرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية قبل التحويل (C_{Before}) في كل نوع حرجي أولي.

وفي حالة استخدام الحرائق لإزالة الغطاء النباتي، تنطلق أيضا انبعاثات الغازات من غير ثاني أكسيد الكربون، أي الميثان وأكسيد النيتروز. وقد تختار البلدان تقدير انبعاثات الغازات من غير ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن عمليات الحرق عندما تستخدم الحرائق لإزالة الغطاء النباتي أثناء تجهيز المستوطنات. ويمكن الرجوع إلى الأسلوب الأساسي لتقدير انبعاثات الغازات من غير ثاني أكسيد الكربون في القسم ٣-٢-١-٤.

٣-٧ الأراضي الأخرى

تعرّف "الأراضي الأخرى" في الفصل الثاني من هذا التقرير بأنها تشمل التربة العراء والتربة الصخرية والتربة الجليدية وكل مساحات الأراضي غير المدارة التي لا تندرج تحت أي فئة من فئات استخدامات الأراضي الخمس الأخرى التي تتناولها الأقسام من ٣-٢ إلى ٣-٦. وقد أضيفت هذه الفئة حتى تساعد على مواءمة مجموع مساحات الأراضي المحددة مع مساحة الأراضي الوطنية، حيثما تتوفر البيانات. ووفقا *للمبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*، لا يلزم تقدير تغير أرصدة الكربون وانبعاثات وعمليات إزالة الغازات من غير ثاني أكسيد الكربون في فئة "الأراضي الأخرى التي تظل أراض أخرى" على افتراض أنها غير مدارة في العادة. ولا يمكن في الوقت الراهن تقديم أية إرشادات بشأن "الأراضي الأخرى" المدارة. ومع ذلك فقد أدرجت فئة "الأراضي الأخرى" للتحقق من الاتساق الشامل لمساحة الأراضي ولتعقب عمليات تحويل الأراضي من وإلى الأراضي الأخرى حيث إن الكثير من الأساليب يتطلب معرفة ما يقترن بذلك من أرصدة الكربون. ومن المهم على وجه الخصوص إدراج معلومات مستوفاة عن الأحراج المحولة إلى غير ذلك من أنواع استخدامات الأراضي، بما في ذلك "الأراضي الأخرى" من أجل كفالة الاتساق مع المتطلبات المحددة في الفصلين الرابع والخامس.

٣-٧-١ الأراضي الأخرى التي تظل أراض أخرى

لا نتناول في هذه الفئة تغير أرصدة الكربون وانبعاثات وعمليات إزالة الغازات من غير ثاني أكسيد الكربون كما أشرنا أعلاه.

٣-٧-٢ الأراضي المحولة إلى أراض أخرى

على الرغم من أنه لا يرجح تحويل الأراضي إلى "أراض أخرى"، فقد يحدث ذلك نتيجةً مثلا لإزالة الأحراج وما ينشأ عنها بعد ذلك من تدهور الأرض. وهذا التحويل في استخدام الأراضي، سواء أكان بفعل الإنسان أم بسبب عوامل طبيعية مؤثرة على الأراضي المدارة، يتطلب حساب انبعاثات ثاني أكسيد الكربون لأن عملية التحويل تتسبب في إطلاق الكربون المحتجز من قبل في الأرض ويتوقف انطلاق الانبعاثات و/أو عمليات الإزالة الناجمة عن أنشطة إدارة الأرض. وينبغي أن تشمل فئة استخدام الأراضي المعروفة باسم "المستوطنات" الانبعاثات الناتجة عن تحويل الأراضي إلى تربة عراء نتيجة تطوير المستوطنات (انظر القسم ٣-٦-٢، الأراضي المحولة إلى مستوطنات).

ومن *الممارسة السليمة* تقدير تغير رصيد الكربون المقترن بتحويل كل أنواع الأراضي المدارة إلى أراض أخرى. ويعرض الشكل ٣-١-٢ مخططا لتسلسل القرارات التي يمكن استخدامها لتحديد الأسلوب الملائم لفئة الأراضي المحولة إلى "أراض أخرى."

وتبين المعادلة ٣-٧-١ الصيغة المختصرة لحساب التغير في أرصدة الكربون في الأراضي المحولة إلى "أراض أخرى."

المعادلة ٣-٧-١

التغير السنوي في أرصدة الكربون في الأراضي المحولة إلى "أراض أخرى"

$$\Delta C_{LO} = \Delta C_{LO_{LB}} + \Delta C_{LO_{Soils}}$$

حيث:

ΔC_{LO} = التغير السنوي في أرصدة الكربون في الأراضي المحولة إلى "أراض أخرى"، أطنان كربون/ سنة؛

$\Delta C_{LO_{LB}}$ = التغير السنوي في أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية في الأراضي المحولة إلى "أراض أخرى، أطنان كربون/ سنة؛

$\Delta C_{LO_{Soils}}$ = التغير السنوي في أرصدة الكربون في التربة في الأراضي المحولة إلى "أراض أخرى، أطنان كربون/ سنة.

٣-٧-٢-١ تغير أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية

يقدم هذا القسم *إرشادات الممارسات السليمة* المتصلة بحساب تغير أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية بسبب تحويل الأراضي من الظروف الطبيعية والاستخدامات الأخرى إلى "أراض أخرى." ويتطلب أسلوب الحساب إجراء تقديرات للكربون في أرصدة الكتلة الحيوية الحية قبل عملية التحويل استنادا إلى تقديرات مساحات الأراضي المحولة في الفترة التي تفصل بين مسوح استخدامات الأراضي. ونتيجة التحويل إلى "أراض أخرى"، من المفترض أن الغطاء النباتي الغالب يزال تماما، مما يسفر عن عدم بقاء أي كربون في الكتلة الحيوية الحية بعد التحويل. ويستخدم الفرق بين مستجمع كربون الكتلة الحيوية الحية الأوّلي والنهائي لحساب التغير في أرصدة الكربون بسبب تحويل استخدام الأراضي. ولا تؤخذ في الاعتبار المقادير المتراكمة والمفقودة في الكتلة الحيوية الحية في "الأراضي الأخرى أثناء السنوات اللاحقة (انظر القسم ٣-٧-١).

٣-٧-٢-١-١ القضايا المنهجية

٣-٧-٢-١-١-١ اختيار الأسلوب

تلخص المعادلة ٣-٧-٢ كيفية تقدير التغير في أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية في الأراضي المحولة إلى "أراض أخرى." وتشير التقديرات إلى أن متوسط التغير في أرصدة الكربون في كل مساحة من الأرض يساوي تغير أرصدة الكربون بسبب إزالة الكتلة الحيوية الحية من استخدامات الأراضي الأولية. وعلى ضوء تعريف "الأراضي الأخرى"، فإن الافتراض الأساسي يتمثل في أن رصيد الكربون بعد التحويل يساوي صفرا.

المعادلة ٣-٧-٢

التغير السنوي في أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية في الأراضي المحولة إلى "أراض أخرى"

$$\Delta C_{LO_{LB}} = A_{Conversion} \bullet (B_{After} - B_{Before}) \bullet CF$$

حيث:

$\Delta C_{LO_{LB}}$ = التغير السنوي في أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية في الأراضي المحولة إلى "أراض أخرى"، أطنان كربون/سنة؛

$A_{Conversion}$ = مساحة الأرض المحولة سنويا إلى "أراض أخرى" من بعض استخدامات الأراضي الأولية، هكتار/سنة؛

B_{After} = مقدار الكتلة الحيوية الحية مباشرة بعد التحويل إلى "أراض أخرى"، أطنان مادة جافة/هكتار؛

B_{Before} = مقدار الكتلة الحيوية الحية مباشرة بعد التحويل إلى "أراض أخرى"، أطنان مادة جافة/هكتار؛

CF = جزء الكربون في المادة الجافة (القيمة الافتراضية = ٠,٥)، أطنان كربون/(أطنان مادة جافة).

المستوى ١: يلتزم أسلوب المستوى ١ بالنَّهج المحدد في القسم ٥-٢-٣ (تحويل الأحراج والمروج الطبيعية) في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*، حيث يُحسب مقدار الكتلة الحيوية الظاهرة المزالة بضرب مساحة الأرض الحرجية المحولة سنويا إلى أراض أخرى في متوسط المحتوى السنوي من الكربون للكتلة الحيوية للأرض قبل التحويل. ويُفترض أن كل الكتلة الحيوية تزال في السنة التي تتم فيها عملية التحويل. ووفقا للافتراض الأساسي الموصى به في أسلوب الحساب باستخدام المستوى ١، فإن كل الكربون في الكتلة الحيوية ينبعث إلى الغلاف الجوي من خلال عملية التحلل سواء داخل أو خارج الموقع.

المستوى ٢: يمكن استخدام أسلوب المستوى ٢ إذا أمكن الحصول على البيانات الخاصة بالبلد المتعلقة بأرصدة الكربون في الاستخدامات الأولية للأراضي. وإضافة إلى ذلك، يمكن في أسلوب المستوى ٢ أن توزع فواقد الكربون على عمليات التحويل المحددة، مثل الحرق أو القطع. ويتيح ذلك إجراء تقدير أدق لانبعاثات غازات الدفيئة غير ثاني أكسيد الكربون (انظر القسم ٣-٢-١-٤ للأسلوب الأساسي المستخدم في تقدير انبعاثات غازات الدفيئة غير ثاني أكسيد الكربون نتيجة حرق الكتلة الحيوية).

ويستخدم في كثير من الأحيان جزء الكتلة الحيوية المزال كمنتجات خشبية أو كخشب للوقود. وفي حالة المنتجات الخشبية، قد تستخدم البلدان الافتراض الأساسي المتمثل في أن كربون منتجات الخشب يتأكسد في سنة الإزالة. وقد ترجع البلدان بدلا من ذلك إلى التذييل ١ في الفصل الثالث لمعرفة تقنيات تقدير أرصدة الكربون في منتجات الخشب المقطوع.

المستوى ٣: يشبه أسلوب المستوى ٣ أسلوب المستوى ٢ ولكنه يتطلب بيانات/معلومات تفصيلية أكثر مما في نهج المستوى ٢، مثل:

- استخدام المساحات الفعلية المحولة سنويا مع كل أرض حرجية محولة إلى "أراض أخرى"؛
- استناد كثافات الكربون وتغيرات أرصدة كربون التربة إلى المعلومات المحددة محليا، مع احتمال وجود ارتباط دينامي بين الكتلة الحيوية والتربة؛
- استناد أحجام الكتلة الحيوية المزالة إلى قوائم الجرد الفعلية و/أو تقديرات النماذج.

٣-٧-٢-١-١-٢ اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة

المستوى ١: ترد في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* وفي هذا التقرير البارامترات الافتراضية لتمكين البلدان التي ليست لديها سوى موارد بيانات محدودة من تقدير الانبعاثات وعمليات الإزالة من هذا المصدر. ويتطلب هذا الأسلوب تقدير أرصدة الكربون قبل التحويل من استخدام الأرض الأولي (C_{Before})، وتفترض أن رصيد الكربون بعد التحويل (C_{After}) يساوي صفرا. ويمكن تقدير أرصدة الكربون قبل التحويل في الحالات التي تكون فيها فئة الاستخدام الأوّلي للأرض حرجية، وذلك بالاستعانة بالجداول من ٥-٤ إلى ٥-٦ في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*، والجدول ٧ في المرفق ١ في الفصل الثالث (متوسط الزيادة السنوية في الحجم الظاهر في المزارع بحسب الأنواع) والجدول ٨ في المرفق ١ (نسبة متوسط الكتلة الحيوية الظاهرة إلى متوسط الكتلة الحيوية التحتية في الأرض المتجددة طبيعيا بحسب الفئات العامة) من هذا التقرير. وإذا كانت الفئة الأولية هي الأرض الزراعية أو المروج الطبيعية، فيمكن الاستعانة بالإرشادات الواردة في القسم ٣-٣-٢ أو ٣-٤-٢ على التوالي.

المستوى ٢: يمكن تطبيق القيم الافتراضية لرصيد الكربون الواردة أعلاه على بعض البارامترات المستخدمة في نهج المستوى ٢. على أن أسلوب المستوى ٢ يتطلب على الأقل بعض المعلومات الخاصة بالبلد التي يمكن الحصول عليها مثلا من خلال الدراسات المنهجية لرصيد الكربون في الأحراج الأولية وفئات استخدامات الأراضي الأخرى. ويعرض القسم ٣-٢-١-٤ البارامترات الافتراضية المطلوبة لتقدير الانبعاثات الناتجة عن حرق الكتلة الحيوية. ومع ذلك، يتم تشجيع القائمين بجمع قوائم الجرد على إعداد معاملات خاصة بالبلد لتحسين دقة التقديرات. وتبلغ القيمة الافتراضية لنسبة الكتلة الحيوية المؤكسدة نتيجة الحرق ٠,٩ كما هو محدد أصلا في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*.

المستوى ٣: في إطار المستوى ٣، ينبغي أن تكون كل البارامترات المستخدمة محددة على المستوى القطري وأن تكون أدق من القيم الافتراضية.

٣-٧-٢-١-١-٣ اختيار بيانات الأنشطة

تتطلب كل المستويات إجراء تقدير لمساحة الأرض المحولة إلى "أراض أخرى" على مدى فترة زمنية متسقة مع مسوح استخدامات الأراضي. وينبغي استخدام نفس التقديرات المجملة لمساحة الأراضي مع الكتلة الحيوية والتربة على السواء في حسابات تغير أرصدة الكربون في الأراضي المحولة إلى "أراض أخرى." وكما هو مبين أدناه، تتطلب المستويات العليا تحديدا أدق لمساحات الأراضي.

المستوى ١: في إطار المستوى ١، يلزم الحصول على بيانات الأنشطة المتعلقة بمساحات مختلف فئات استخدام الأراضي المحولة إلى "أراض أخرى." وإذا لم تتوفر هذه البيانات لدى البلد، يمكن استقراء عينات جزئية لكل قاعدة الأراضي أو يمكن استقراء التقديرات التاريخية لعمليات التحويل على مر الزمن استنادا إلى أحكام الخبراء.

المستوى ٢: في إطار المستوى ٢، ينبغي أن يسعى القائمون بتجميع قوائم الجرد إلى استخدام تقديرات المساحات الفعلية للأراضي المحولة من مختلف فئات استخدام الأراضي إلى فئة "الأراضي الأخرى." ويمكن إجراء تغطية شاملة لمساحات الأراضي إما من خلال تحليل الصور الدورية المستشعرة من بعد لأنماط استخدام الأراضي والغطاء الأرضي، أو من خلال أخذ العينات الأرضية الدورية لأنماط استخدام الأراضي، أو باستخدام خليط من نظم الجرد.

المستوى ٣: ينبغي أن تشمل بيانات الأنشطة المستخدمة في إجراء الحسابات باستخدام أسلوب المستوى ٣ محاسبة كاملة لكل عمليات تحويل فئة استخدام الأراضي إلى الأراضي الأخرى، وينبغي تصنيفها لمراعاة مختلف الظروف داخل البلد. ويمكن إجراء التصنيف على مستوى البارامترات السياسية (المقاطعات أو المحافظات، الخ) أو المناطق الأحيائية، أو المناخ، أو الجمع بين هذه البارامترات. وفي كثير من الحالات، قد تتاح معلومات عن الاتجاهات المتعددة السنوات لعمليات تحويل الأراضي (يمكن الحصول عليها من قوائم الجرد الدورية القائمة على العينات أو قوائم الجرد المستشعرة من بعد لاستخدامات الأراضي والغطاء الأرضي).

٣-٧-٢-١-١-٤ تقدير عدم التيقن

المستوى١: في إطار المستوى ١، تتمثل مصادر عدم التيقن في استخدام المتوسطات العالمية أو الوطنية لأرصدة الكربون في الأراضي الحرجية أو الأراضي الأخرى قبل التحويل، والتقديرات التقريبية لمساحات الأراضي المحولة إلى "أراض أخرى." ولا تشمل معظم القيم الافتراضية المستخدمة في هذا الأسلوب نطاقات للأخطاء المناظرة المقترنة بهذه القيم. ولذلك، يُفترض وجود مستوى لعدم التيقن بنسبة +/- ٧٥% لتقديرات انبعاثات أو عمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون استنادا إلى أحكام الخبراء.

المستوى٢: تُمكن تقديرات المساحات الفعلية للأراضي المحولة إلى "أراض أخرى" مزيدا من الشفافية في عمليات المحاسبة، وتتيح للخبراء تحديد الثغرات والازدواجية في حساب مساحات الأراضي. ويَستخدم أسلوب المستوى ٢ على الأقل بعض القيم المحددة على المستوى القطري والتي من شأنها المساعدة على تحسين دقة التقديرات، شريطة التمثيل الأفضل لظروف البلد. وعندما يتم إعداد قيم خاصة بالبلد، ينبغي على القائمين بتجميع قوائم الجرد استخدام عينات بأحجام كافية وتقنيات ملائمة للتقليل قدر المستطاع من الأخطاء المعيارية. ويمكن اشتقاق دوال كثافة الاحتمال (أي توفير تقديرات المتوسط والتباين) لكل البارامترات الخاصة بالبلد. ويمكن استخدام هذه البيانات في تحليلات عدم التيقن المتقدمة، مثل عمليات محاكاة مونت كارلو. ويمكن الرجوع إلى الفصل الخامس من هذا التقرير للحصول على إرشادات حول إجراء هذه التحليلات. وكحد أدنى، ينبغي أن توفر النهج المستخدمة في إطار المستوى ٢ نطاقات للأخطاء المرتبطة بكل بارامتر خاص بالبلد.

المستوى ٣: ينبغي أن توفر بيانات الأنشطة الأساس لتوزيع تقديرات عدم التيقن على المساحات المقترنة بعمليات تحويل الأراضي. ويمكن الجمع بين معاملات الانبعاث/الإزالة وبيانات الأنشطة وما يقترن بها من أوجه عدم التيقن باستخدام إجراءات مونت كارلو لتقدير الوسائل وفترات الثقة في قائمة الجرد الشاملة.

٣-٧-٢-٢ تغير أرصدة الكربون في التربة

يمكن أن يسفر تحويل الأراضي إلى "أراض أخرى"، وبخاصة إلى أرض عراء، عن انبعاث الكربون المحتجز من قبل في تربة الأرض. وينبغي على القائمين بتجميع قوائم جرد الأراضي المحولة إلى "أراض أخرى" إجراء تقدير لتغير أرصدة الكربون في التربة المعدنية في إطار استخدامات الأراضي الأولية. ويمكن افتراض أن أرصدة الكربون الناتجة في التربة المعدنية في "الأراضي الأخرى" تساوي صفرا في كثير من الحالات. ومن المفترض أيضا أن تغير أرصدة الكربون في التربة العضوية غير ذي صلة بالموضوع الذي يتناوله هذا القسم.

٣-٧-٢-٢-١ القضايا المنهجية

٣-٧-٢-٢-١-١ اختيار الأسلوب

يستند أسلوب تقدير التربة المعدنية إلى تغير أرصدة كربون التربة أثناء فترة محددة بعد تغيير أنشطة الإدارة المؤثرة على أرصدة كربون التربة، كما هو مبين في المعادلة ٣-٧-٣. وتقدر أرصدة كربون التربة السابقة ($SOC_{(0-T)}$) وأرصدة كربون التربة في

سنة الجرد (SOC_0) من خلال أرصدة الكربون المرجعية (القسم ٣-٣، الجدول ٣-٣-٣) ومعاملات تغير الرصيد (القسم ٣-٤، الجدول ٣-٣-٤) المستخدمة عند النقطتين الزمنيتين المعنيتين. وتبلغ الفترة الزمنية الافتراضية الممتدة بين هاتين النقطتين الزمنيتين ٢٠ عاما. وهذا النهج يشبه النهج المبين في القسم ٣-٢-٢-٣ الذي يتناول كربون التربة الحرجية، إلا أنه يفترض أن أرصدة كربون التربة في سنة الجرد تساوي صفرا في الأراضي المحولة إلى "أراض أخرى."

المعادلة ٣-٧-٣

التغير السنوي في أرصدة كربون التربة المعدنية في الأراضي المحولة إلى"أراض أخرى"

$$\Delta C_{LO_{Mineral}} = [(SOC_0 - SOC_{(0-T)}) \bullet A\ ] / T$$

$$SOC = SOC_{REF} \bullet F_{LU} \bullet F_{MG} \bullet F_I$$

حيث:

$\Delta C_{LO_{Mineral}}$ = التغير السنوي في أرصدة كربون التربة المعدنية في الأراضي المحولة إلى "أراض أخرى"، أطنان كربون/سنة؛

SOC_0 = أرصدة الكربون العضوي في التربة في سنة الجرد، أطنان كربون/هكتار؛

$SOC_{(0-T)}$ = أرصدة الكربون العضوي في التربة قبل T سنوات من سنة الجرد، أطنان كربون/هكتار؛

T = الفترة الزمنية التي يستغرقها التحويل، بالسنوات (المدة الافتراضية = ٢٠ عاما)؛

A = مساحة الأرض لكل رقعة من الأراضي، بالهكتار؛

SOC_{REF} = أرصدة الكربون المرجعية، أطنان كربون/هكتار؛ انظر الجدول ٣-٣-٣؛

F_{LU} = معامل تغير الرصيد المرتبط بنوع استخدام الأراضي أو تغيير استخدام الأراضي، بدون أبعاد؛ انظر الجدول ٣-٣-٤؛

F_{MG} = معامل تغير الرصيد المرتبط بنظام الإدارة، بدون أبعاد؛ انظر الجدول ٣-٣-٤؛

F_I = معامل تغير الرصيد المرتبط بمدخلات المادة العضوية، بدون أبعاد؛ انظر الجدول ٣-٣-٤.

المستوى ١: تعتمد أساليب المستوى ١ على القيم الافتراضية لأرصدة الكربون المرجعية في التربة المعدنية للغطاء النباتي الوطني (انظر الجدول ٣-٣-٣) والتقديرات التقريبية للمساحات المحولة إلى "أراض أخرى." ويُفترض أن أرصدة كربون التربة بعد التحويل تساوي صفرا في "الأراضي الأخرى"، مثل التربة العراء أو التربة المتدهورة أو الصحارى.

المستوى ٢: تشمل أساليب المستوى ٢ أرصدة الكربون المرجعية الخاصة بالبلد أو الإقليم، وبيانات الأنشطة التفصيلية المتعلقة باستخدامات الأراضي.

المستوى ٣: يمكن أن تشمل أساليب المستوى ٣ مجموعة من البيانات التفصيلية والخاصة بالبلدان، ويمكن أن تَستخدم النهج القائمة على النماذج و/أو القياسات، إلى جانب البيانات المتعلقة باستخدامات وممارسات إدارة الأراضي على مستوى عال من التفصيل. ويُفترض في كل الأساليب المستخدمة أن رصيد كربون التربة في سنة الجرد يساوي صفرا بسبب التحويل إلى فئة "الأراضي الأخرى."

٣-٧-٢-٢-١-٢ اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة

التربة المعدنية

يلزم الحصول على المتغيرات التالية عند استخدام أسلوب المستوى ١ أو أسلوب المستوى ٢:

أرصدة الكربون المرجعية (SOC_{REF})

المستوى ١: من *الممارسة السليمة* في أسلوب المستوى ١ أن تُستخدم أرصدة الكربون المرجعية الافتراضية (SOC_{REF}) الواردة في الجدول ٣-٣-٣.

المستوى ٢: يمكن تحديد الرصيد المرجعي لكربون التربة في إطار أسلوب المستوى ٢ من خلال قياسات التربة، وذلك مثلا كجزء من أنشطة مسح ورسم خرائط التربة على المستوى القطري.

معاملات تغير الرصيد (F_{LU}, F_{MG}, F_I)

المستوى ١: من *الممارسة السليمة* في أسلوب المستوى ١ استخدام معاملات تغير الرصيد الافتراضية (**F_{LU}, F_{MG}, F_I**) الواردة في الجدول ٣-٣-٤. ويتم تحديث قيم هذه المعاملات من *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* استنادا إلى التحليل الإحصائي للبحوث المنشورة. ويلاحظ أنه في حالة تحويل الأراضي إلى "أراض أخرى"، فإن قيمة كل معاملات تغير الرصيد تساوي واحدا، وبذلك تكون أرصدة كربون التربة قبل التحويل مساوية للقيم المرجعية للغطاء النباتي الوطني (SOC_{Ref}).

المستوى ٢: في أسلوب المستوى ٢، يتم تقدير المعاملات الخاصة بالبلد لتغير الرصيد المرتبط بتحويل استخدام الأراضي إلى أراض زراعية استنادا إلى المقارنات التزاوجية لقطع الأراضي التي تمثل الأراضي المحولة وغير المحولة حيث تتشابه قدر المستطاع كل المعاملات بخلاف تاريخ استخدام الأرض (e.g. Davidson and Ackermann, 1992).

٣-٧-٢-٢-١-٣ اختيار بيانات الأنشطة

من *الممارسة السليمة* أن يستخدم القائمون بوضع قوائم الجرد نفس تقديرات مساحات الأراضي المحولة إلى "أراض أخرى" عند تقدير التغير في أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية والتربة. ويبين القسم ٣-٧-٢-١-١-٣ بعض المسائل العامة المتعلقة ببيانات الأنشطة. ولأغراض تقدير تغير رصيد كربون التربة، ينبغي تصنيف تقديرات مساحة الأرض المحولة إلى "أراض أخرى" وفقا لأنواع التربة الرئيسية المحددة في أسلوب المستوى ١، أو استنادا إلى التصنيفات الخاصة بالبلد، إن استخدمت في نهج المستوى ٢ أو نهج المستوى ٣. ويمكن أن يرتكز ذلك إلى خرائط التربة الملائمة والبيانات الموضحة مكانيا لمواقع عمليات تحويل الأراضي.

٣-٧-٢-٢-١-٤ تقدير عدم التيقن

تنشأ مصادر عدم التيقن من استخدام متوسطات المعدلات العالمية أو الوطنية لعمليات التحويل والتقديرات التقريبية لمساحات الأراضي المحولة إلى "أراض أخرى." وإضافة إلى ذلك فإن الاعتماد على البارامترات الافتراضية لأرصدة الكربون في الظروف الأولية والنهائية يسهم إلى حد ما في رفع درجات عدم التيقن. ويقترن بهذه القيم الافتراضية نطاقات من الأخطاء المقابلة وترد هذه القيم في الجداول الافتراضية.

ويمكن زيادة دقة التقديرات عن طريق استخدام تقديرات المساحات الفعلية بدلا من معدلات متوسطات التحويل. وإضافة إلى ذلك، يساعد تعقب كل عمليات التحويل الممكنة في كل مساحة من الأرض على زيادة شفافية المحاسبة وتمكين الخبراء من تحديد الثغرات وحالات ازدواجية حساب مساحات الأراضي.

٣-٧-٣ التمام

مجموع مساحة "الأراضي الأخرى" التي تشملها منهجية الجرد هو مجموع "الأراضي الأخرى" التي تظل "أراض أخرى" والأراضي المحولة إلى "أراض أخرى" أثناء الفترة الزمنية المعنية. ويتم تشجيع القائمين بجمع قوائم الجرد على تعقب مجموع مساحة الأرض المصنفة بأنها "أراض أخرى" على مر الزمن داخل حدود البلد، مع الاحتفاظ بسجلات تتسم بالشفافية لقيد الأجزاء المستخدمة في تقدير تغير أرصدة الكربون. وكما جاء في الفصل الثاني، ينبغي أن تُدرج في اختبارات الاتساق كل مساحات الأراضي، بما في ذلك الأراضي غير المدرجة في قائمة جرد غازات الدفيئة للمساعدة على تفادي ازدواجية الحساب أو السهو. وتساعد مساحات الأراضي المدرجة في فئة "الأراضي الأخرى على إجراء تقدير كامل لقاعدة الأراضي المدرجة في تقرير جرد

قطاع استخدام الأراضي والتغير في استخدام الأراضي والحراجة عندما تجمع هذه المساحات مع تقديرات مساحات "الأراضي الأخرى."

٣-٧-٤ وضع متسلسلة زمنية متسقة

من *الممارسة السليمة* أن يحتفظ المسئولون عن وضع قوائم الجرد بسجلات عن مساحات "الأراضي الأخرى" المستخدمة في تقارير الجرد على مر الزمن. وينبغي أن تتعقب هذه السجلات مجموع المساحة المصنفة بأنها "أراض أخرى" في قائمة الجرد، وتقسيمها إلى فئات فرعية بحسب "الأراضي الأخرى" التي تظل "أراض أخرى" والأراضي المحولة إلى "أراض أخرى."

٣-٧-٥ الإبلاغ والتوثيق

يمكن الإبلاغ عن الفئات المبينة في هذا القسم باستخدام الجداول الواردة في المرفق ٢ في الفصل الثالث. ومن *الممارسة السليمة* الاحتفاظ بكل المعلومات المستخدمة في إعداد تقديرات قوائم الجرد الوطنية. وينبغي الاحتفاظ بالوثائق المتعلقة بالبيانات الشرحية ومصادر البيانات المتعلقة بالمعلومات المستخدمة في تقدير البارامترات الخاصة بالبلد، وتقديم تقديرات المتوسط والتباين على السواء. وينبغي حفظ قواعد البيانات والإجراءات الفعلية المستخدمة في معالجة البيانات (مثل البرامج الإحصائية) لتقدير المعاملات الخاصة بالبلد. وينبغي توثيق وحفظ بيانات الأنشطة والتعريفات المستخدمة في تصنيف أو تجميع بيانات الأنشطة.

٣-٧-٦ ضمان ومراقبة جودة الجرد

من *الممارسة السليمة* تنفيذ اختبارات لمراقبة الجودة وإجراء استعراض من الخبراء الخارجيين لتقديرات وبيانات الجرد. وينبغي الاهتمام تحديدا بالتقديرات الخاصة بالبلد لمعاملات تغير الرصيد ومعاملات الانبعاث لكفالة استنادها إلى البيانات العالية الجودة وآراء الخبراء التي يمكن التحقق منها.

3.8

المرفق ١ جداول البيانات الافتراضية للكتلة الحيوية في الأراضي الحرجية- القسم ٣-٢

المحتويات

الحالات التي تستخدم فيها الجداول.....٣-١٩٥

الجدول ١ التغيير في مساحة الأراضى الحرجية.....٣-١٩٦

الجدول ٢ مخزون الكتلة الحيوية الظاهرة في الغابات المتجددة طبيعيا بحسب الفئات العامة ٣-٢٠٠

الجدول ٣ رصيد الكتلة الحيوية الظاهرة في المزارع الحرجية بحسب الفئات العامة.....٣-٢٠١

الجدول ٤ متوسط حجم الرصيد القائم (١) والكتلة الحيوية الظاهرة (٢) والمحتوى (المادة الجافة) في الغابات في عام ٢٠٠٠ ٣-٢٠٢

الجدول ٥ متوسط الزيادة السنوية في الكتلة الحيوية الظاهرة في الأرض المتجددة طبيعيا بحسب الفئات العامة ٣-٢٠٦

الجدول ٦ متوسط الزيادة السنوية في الكتلة الحيوية الظاهرة في المزارع بحسب الفئات العامة ٣-٢٠٧

الجدول ٧ متوسط الزيادة السنوية الصافية في الحجم الظاهر في المزارع بحسب الأنواع ٣-٢١٠

الجدول ٨ متوسط نسبة الكتلة الحيوية الظاهرة إلى الكتلة الحيوية التحتية(نسبة الجذور الى الأغصان) في الأرض المتجددة طبيعيا بحسب الفئات العامة ٣-٢١١

الجدول ٩-١ الكثافات الخشبية الأساسية لخشب الساق في الأنواع الشمالية والمعتدلة. ٣-٢١٤

الجدول ٩-٢ الكثافات الخشبية الأساسية لخشب الساق في أنواع الأشجار المدارية.....٣-٢١٥

الجدول ١٠ القيم الافتراضية لمعاملات توسع الكتلة الحيوية. ٣-٢١٩

الجدول ١١ القيم الافتراضية للجزء المتروك ليتعفن في الغابة من مجموع المحصول المقطوع.....٣-٢٢٠

الجدول ١٢ قيم معاملات الاحتراق (نسبة الكتلة الحيوية المستهلكة قبل الإحراق) في الحرائق في مجموعة من الأنواع النباتية. ٣-٢٢٠

الجدول ١٣ قيم استهلاك الكتلة الحيوية في الحرائق في مجموعة من الأنواع النباتية.....٣-٢٢٢

الجدول ١٤ كفاءة الاحتراق (نسبة الوقود المتاح المحترق فعليا) بالنسبة إلى حرائق تنظيف الأرض وحرق النفايات الكثيفة المتخلفة عن قطع الأخشاب في مجموعة من الأنواع النباتية وشروط الحرق. ٣-٢٢٦

الجدول ١٥ نسب الانبعاثات في الحرق المفتوح للغابات المزالة. ٣-٢٢٧

الجدول ١٦ معاملات الانبعاث المنطبقة على الوقود المحترق في مختلف أنواع حرائق النباتات. ٣-٢٢٧

الحالات التي تستخدم فيها الجداول

الجدول	التطبيق
الجدول١ التغيير في مساحة الأراضى الحرجية	يستخدم للتحقق من A في المعادلة ٣-٢-٤
الجدول ٢ مخزون الكتلة الحيوية الظاهرة في الغابات المتجددة طبيعيا بحسب الفئات العامة	يستخدم مع B_w في المعادلة ٣-٢-٩، $L_{conversion}$ في المعادلة ٣-٣-٨ في القسم الخاص بالأراضي الزراعية، ومع $L_{conversion}$ في المعادلة ٣-٤-١٣ في القسم الخاص بالمروج الطبيعية، الخ. ولا يطبق على C_{t_2} أو C_{t_1} في المعادلة ٣-٢-٣ في القسم الخاص بالغابات.
الجدول ٣ مخزون الكتلة الحيوية الظاهرة في المزارع الحرجية بحسب الفئات العامة	يستخدم مع B_w في المعادلة ٣-٢-٩، $L_{conversion}$ في المعادلة ٣-٣-٨ في القسم الخاص بالأراضي الزراعية، ومع $L_{conversion}$ في المعادلة ٣-٤-١٣ في القسم الخاص بالمروج الطبيعية، الخ. ولا يطبق على C_{t_2} أو C_{t_1} في المعادلة ٣-٢-٣ في القسم الخاص بالغابات.
الجدول ٤ متوسط حجم المخزون القائم (١) والكتلة الحيوية الظاهرة (٢) والمحتوى (المادة الجافة) في الغابات في عام ٢٠٠٠	(١) يستخدم مع V في المعادلة ٣-٢-٣. (٢) يستخدم مع B_w في المعادلة ٣-٢-٩، $L_{conversion}$ في المعادلة ٣-٣-٨ في القسم الخاص بالأراضي الزراعية، ومع $L_{conversion}$ في المعادلة ٣-٤-١٣ في القسم الخاص بالمروج الطبيعية، الخ. ولا يطبق على C_{t_2} أو C_{t_1} في المعادلة ٣-٢-٣ في القسم الخاص بالغابات.
الجدول ٥ متوسط الزيادة السنوية في الكتلة الحيوية الظاهرة في الأرض المتجددة طبيعيا بحسب الفئات العامة	يستخدم بخصوص G_w في المعادلة ٣-٢-٥.
الجدول ٦ متوسط الزيادة السنوية في الكتلة الحيوية الظاهرة في المزارع بحسب الفئات العامة	يستخدم مع G_w في المعادلة ٣-٢-٥. ويفضل في حالة عدم وجود القيم أن تستخدم البيانات المتعلقة بالزيادة في حجم خشب الساق I_v من الجدول ٣-١-٧.
الجدول ٧ متوسط الزيادة السنوية في الحجم الظاهر في المزارع بحسب الأنواع	يستخدم مع I_v في المعادلة ٣-٢-٥.
الجدول ٨ متوسط نسبة الكتلة الحيوية الظاهرة إلى الكتلة الحيوية التحتية في الأرض المتجددة طبيعيا بحسب الفئات العامة	يستخدم مع R في المعادلة ٣-٢-٥.
الجدول ٩-١ الكثافات الخشبية الأساسية لخشب الساق في الأنواع الشمالية والمعتدلة.	يستخدم مع D في المعادلات ٣-٢-٣، و٣-٢-٥، و٣-٢-٧، و٣-٢-٨.
الجدول ٩-٢ الكثافات الخشبية الأساسية لخشب الساق في أنواع الأشجار المدارية	يستخدم مع D في المعادلات ٣-٢-٣، و٣-٢-٥، و٣-٢-٧، و٣-٢-٨.
الجدول ١٠ القيم الافتراضية لمعاملات توسع الكتلة الحيوية.	يستخدم BEF_2 مع البيانات المتعلقة بالكتلة الحيوية للحجم القائم في المعادلة ٣-٢-٣، ويستخدم BEF_1 مع البيانات المتعلقة بالزيادة في المعادلة ٣-٢-٥.
الجدول ١١ القيم الافتراضية للجزء المتروك ليتعفن في الغابة من مجموع المحصول المقطوع.	لا يستخدم إلا مع f_{BL} في المعادلة ٣-٢-٧.
الجدول ١٢ قيم معاملات الاحتراق (نسبة الكتلة الحيوية المستهلكة قبل الإحراق) في الحرائق في مجموعة من الأنواع النباتية.	تستخدم قيم عمود "المتوسط" مع $(1-f_{BL})$ في المعادلة ٣-٢-٩ ومع ρburned on site في المعادلة ٣-٣-١٠.
الجدول ١٣ قيم استهلاك الكتلة الحيوية في الحرائق في مجموعة من الأنواع النباتية.	يستخدم في المعادلة ٣-٢-٩ مع هذا الجزء من المعادلة: '$B_W \bullet (1- f_{BL})$' أي المقدار المطلق.
الجدول ١٤ كفاءة الاحتراق (نسبة الوقود المتاح المحترق فعليا) بالنسبة إلى حرائق تنظيف الأرض وحرق النفايات الكثيفة المتخلفة عن قطع الأخشاب في مجموعة من الأنواع النباتية وشروط الحرق.	يستخدم في الأقسام "الأراضي الحرجية المحولة إلى أراض زراعية"، و"المحولة إلى مروج طبيعية"، أو "المحولة إلى مستوطنات أو أراض أخرى."
الجدول ١٥ نسب الانبعاثات في الحرق المفتوح للغابات المزالة.	يطبق على المعادلة ٣-٢-١٩.
الجدول ١٦ معاملات الانبعاث المنطبقة على الوقود المحترق في مختلف أنواع حرائق النباتات.	يستخدم مع المعادلة ٣-٢-٢٠.

الجدول ١
التغير في مساحة الأراضي الحرجية
(يستخدم للتحقق من A في المعادلة ٣-٢-٤)

أ- أفريقيا

البلد	مجموع مساحة الأراضي الحرجية		التغير في مساحة الأراضي الحرجية ١٩٩٠-٢٠٠٠	
	١٩٩٠	٢٠٠٠	التغير السنوي	معدل التغير
	آلاف الهكتارات	آلاف الهكتارات	آلاف الهكتارات/سنة	%/سنة
الجزائر	1 879	2 145	27	1.3
أنغولا	70 998	69 756	-124	-0.2
بنن	3 349	2 650	-70	-2.3
بوتسوانا	13 611	12 427	-118	-0.9
بوركينا فاسو	7 241	7 089	-15	-0.2
بوروندي	241	94	-15	-9.0
الكاميرون	26 076	23 858	-222	-0.9
الرأس الأخضر	35	85	5	9.3
جمهورية أفريقيا الوسطى	23 207	22 907	-30	-0.1
تشاد	13 509	12 692	-82	-0.6
جزر القمر	12	8	n.s.	-4.3
الكونغو	22 235	22 060	-17	-0.1
كوت ديفوار	9 766	7 117	-265	-3.1
جمهورية الكونغو الديمقراطية	140 531	135 207	-532	-0.4
جيبوتي	6	6	n.s.	n.s.
مصر	52	72	2	3.3
غينيا الاستوائية	1 858	1 752	-11	-0.6
اريتريا	1 639	1 585	-5	-0.3
اثيوبيا	4 996	4 593	-40	-0.8
غابون	21 927	21 826	-10	n.s.
غامبيا	436	481	4	1.0
غانا	7 535	6 335	-120	-1.7
غينيا	7 276	6 929	-35	-0.5
غينيا-بيساو	2 403	2 187	-22	-0.9
كينيا	18 027	17 096	-93	-0.5
ليسوتو	14	14	n.s.	n.s.
ليبيريا	4 241	3 481	-76	-2.0
الجماهيرية العربية الليبية	311	358	5	1.4

n.s = غير محدد

المصدر: تقييم الموارد الحرجية لعام ٢٠٠٠ وورقة العمل ٥٩، برنامج تقييم الموارد الحرجية، مصلحة الغابات في منظمة الأغذية والزراعة، روما، ٢٠٠١، الصفحة ٦٩

(www.fao.org/forestry/fo/fra/index.jsp)

(تابع) الجدول ١
التغير في مساحة الأراضي الحرجية
(يستخدم للتحقق من A في المعادلة ٣-٢-٤)

أ- (تابع) أفريقيا

البلد	مجموع مساحة الأراضي الحرجية		التغير في مساحة الأراضي الحرجية ١٩٩٠-٢٠٠٠	
	١٩٩٠	٢٠٠٠	التغير السنوي	معدل التغير
	آلاف الهكتارات	آلاف الهكتارات	آلاف الهكتارات/سنة	%/سنة
مدغشقر	12 901	11 727	-117	-0.9
ملاوي	3 269	2 562	-71	-2.4
مالي	14 179	13 186	-99	-0.7
موريتانيا	415	317	-10	-2.7
موريشيوس	17	16	n.s.	-0.6
المغرب	3 037	3 025	-1	n.s.
موزامبيق	31 238	30 601	-64	-0.2
ناميبيا	8 774	8 040	-73	-0.9
النيجر	1 945	1 328	-62	-3.7
نيجيريا	17 501	13 517	-398	-2.6
ريونيون	76	71	-1	-0.8
رواندا	457	307	-15	-3.9
سانت هلينا	2	2	n.s.	n.s.
ساو تومي وبرنسيبي	27	27	n.s.	n.s.
السنغال	6 655	6 205	-45	-0.7
سيشيل	30	30	n.s.	n.s.
سيراليون	1 416	1 055	-36	-2.9
الصومال	8 284	7 515	-77	-1.0
جنوب أفريقيا	8 997	8 917	-8	-0.1
السودان	71 216	61 627	-959	-1.4
سوازيلاند	464	522	6	1.2
توغو	719	510	-21	-3.4
تونس	499	510	1	0.2
أوغندا	5 103	4 190	-91	-2.0
جمهورية تنزانيا المتحدة	39 724	38 811	-91	-0.2
الصحراء الغربية	152	152	n.s.	n.s.
زامبيا	39 755	31 246	-851	-2.4
زيمبابوي	22 239	19 040	-320	-1.5

n.s = غير محدد

المصدر: تقييم الموارد الحرجية لعام ٢٠٠٠ وورقة العمل ٥٩، برنامج تقييم الموارد الحرجية، مصلحة الغابات في منظمة الأغذية والزراعة، روما، ٢٠٠١، الصفحة ٦٩

(www.fao.org/forestry/fo/fra/index.jsp)

الجدول ١
التغير في مساحة الأراضي الحرجية
(يستخدم للتحقق من A في المعادلة ٣-٢-٤)

ب-آسيا

البلد	مجموع مساحة الأراضي الحرجية		التغير في مساحة الأراضي الحرجية ١٩٩٠-٢٠٠٠	
	١٩٩٠	٢٠٠٠	التغير السنوي	معدل التغير
	آلاف الهكتارات	آلاف الهكتارات	آلاف الهكتاريات/سنة	%/سنة
أفغانستان	1 351	1 351	n.s.	n.s.
أرمينيا	309	351	4	1.3
أذربيجان	964	1 094	13	1.3
البحرين	n.s.	n.s.	n.s.	14.9
بنغلاديش	1 169	1 334	17	1.3
بوتان	3 016	3 016	n.s.	n.s.
بروناي دار السلام	452	442	-1	-0.2
كمبوديا	9 896	9 335	-56	-0.6
الصين	145 417	163 480	1 806	1.2
قبرص	119	172	5	3.7
جمهورية كوريا الشعبية الديمقراطية	8 210	8 210	n.s.	n.s.
تيمور الشرقية	541	507	-3	-0.6
قطاع غزة	-	-	-	-
جورجيا	2 988	2 988	n.s.	n.s.
الهند	63 732	64 113	38	0.1
إندونيسيا	118 110	104 986	-1 312	-1.2
جمهورية إيران الاسلامية	7 299	7 299	n.s.	n.s.
العراق	799	799	n.s.	n.s.
إسرائيل	82	132	5	4.9
اليابان	24 047	24 081	3	n.s.
الأردن	86	86	n.s.	n.s.
كازاخستان	9 758	12 148	239	2.2
الكويت	3	5	n.s.	3.5
قيرغستان	775	1 003	23	2.6
جمهورية لاو الديمقراطية الشعبية	13 088	12 561	-53	-0.4
لبنان	37	36	n.s.	-0.4
ماليزيا	21 661	19 292	-237	-1.2
المالديف	1	1	n.s.	n.s.
منغوليا	11 245	10 645	-60	-0.5
ميانمار	39 588	34 419	-517	-1.4
نيبال	4 683	3 900	-78	-1.8
عمان	1	1	n.s.	5.3
باكستان	2 755	2 361	-39	-1.5
الفلبين	6 676	5 789	-89	-1.4
قطر	n.s.	1	n.s.	9.6

n.s = غير محدد
ا لمصدر: تقييم الموارد الحرجية لعام ٢٠٠٠ وورقة العمل ٥٩، برنامج تقييم الموارد الحرجية، مصلحة الغابات في منظمة الأغذية والزراعة، روما، ٢٠٠١، الصفحة ٦٩
(www.fao.org forestry/fo/fra/index.jsp)

الجدول ١
التغير في مساحة الأراضي الحرجية
(يستخدم للتحقق من A في المعادلة ٣-٢-٤)

(تابع) ب-آسيا

البلد	مجموع مساحة الأراضي الحرجية		التغير في مساحة الأراضي الحرجية ١٩٩٠-٢٠٠٠	
	١٩٩٠	٢٠٠٠	التغير السنوي	معدل التغير
	آلاف الهكتارات	آلاف الهكتارات	آلاف الهكتاريات/سنة	%/سنة
جمهورية كوريا	6 299	6 248	-5	-0.1
العربية السعودية	1 504	1 504	n.s.	n.s.
سنغافورة	2	2	n.s.	n.s.
سري لانكا	2 288	1 940	-35	-1.6
الجمهورية العربية السورية	461	461	n.s.	n.s.
طاجيكستان	380	400	2	0.5
تايلند	15 886	14 762	-112	-0.7
تركيا	10 005	10 225	22	0.2
تركمانستان	3 755	3 755	n.s.	n.s.
الإمارات العربية المتحدة	243	321	8	2.8
أوزبكستان	1 923	1 969	5	0.2
فيت نام	9 303	9 819	52	0.5
الضفة الغربية	-	-	-	-
اليمن	541	449	-9	-1.9
ج- أوقيانوسيا				
ساموا الأمريكية	12	12	n.s.	n.s.
أستراليا	157 359	154 539	-282	-0.2
جزر كوك	22	22	n.s.	n.s.
فيجي	832	815	-2	-0.2
بولينيزيا الفرنسية	105	105	n.s.	n.s.
غوام	21	21	n.s.	n.s.
كريباس	28	28	n.s.	n.s.
جزر مارشال	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
ميكرونيزيا	24	15	-1	-4.5
نورو	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
كاليدونيا الجديدة	372	372	n.s.	n.s.
نيوزيلندة	7 556	7 946	39	0.5
نيوي	6	6	n.s.	n.s.
جزيرة ماريانا الشمالية	14	14	n.s.	n.s.
بالاو	35	35	n.s.	n.s.
بابوا غينيا الجديدة	31 730	30 601	-113	-0.4
ساموا	130	105	-3	-2.1
جزر سليمان	2 580	2 536	-4	-0.2
تونغا	4	4	n.s.	n.s.
فانواتو	441	447	1	0.1

n.s = غير محدد
ا لمصدر: تقييم الموارد الحرجية لعام ٢٠٠٠ وورقة العمل ٥٩، برنامج تقييم الموارد الحرجية، مصلحة الغابات في منظمة الأغذية والزراعة، روما، ٢٠٠١، الصفحة ٦٩
(www.fao.org forestry/fo/fra/index.jsp)

الجدول ١
التغير في مساحة الأراضي الحرجية
(يستخدم للتحقق من A في المعادلة ٣-٢-٤)

د- أوروبا

البلد	مجموع مساحة الأراضي الحرجية		التغير في مساحة الأراضي الحرجية ١٩٩٠-٢٠٠٠	
	١٩٩٠	٢٠٠٠	التغير السنوي	معدل التغير
	آلاف الهكتارات	آلاف الهكتارات	آلاف الهكتاريات/سنة	%/سنة
ألبانيا	1 069	991	-8	-0.8
أندورا	-	-	-	-
النمسا	3 809	3 886	8	0.2
بيلاروس	6 840	9 402	256	3.2
بلجيكا ولكسمبرغ	741	728	-1	-0.2
البوسنة والهرسك	2 273	2 273	n.s.	n.s.
بلغاريا	3 486	3 690	20	0.6
كرواتيا	1 763	1 783	2	0.1
الجمهورية التشيكية	2 627	2 632	1	n.s.
الدنمرك	445	455	1	0.2
إستونيا	1 935	2 060	13	0.6
فنلندا	21 855	21 935	8	n.s.
فرنسا	14 725	15 341	62	0.4
ألمانيا	10 740	10 740	n.s.	n.s.
اليونان	3 299	3 599	30	0.9
المجر	1 768	1 840	7	0.4
أيسلندا	25	31	1	2.2
أيرلندا	489	659	17	3.0
إيطاليا	8 737 [1]	10 003	30	0.3
لاتفيا	2 796	2 923	13	0.4

١ قدمت إيطاليا القيمة الخاصة بها وترد الإشارة إليها في بلاغها الوطني الثالث المقدم إلى اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ.
n.s = غير محدد
المصدر: تقييم الموارد الحرجية لعام ٢٠٠٠ وورقة العمل ٥٩، برنامج تقييم الموارد الحرجية، مصلحة الغابات في منظمة الأغذية والزراعة، روما، ٢٠٠١، الصفحة ٦٩
(www.fao.org forestry/fo/fra/index.jsp)

الجدول ١
التغير في مساحة الأراضي الحرجية
(يستخدم للتحقق من A في المعادلة ٣-٢-٤)

(تابع) د-أوروبا

البلد	مجموع مساحة الأراضي الحرجية		التغير في مساحة الأراضي الحرجية ١٩٩٠-٢٠٠٠	
	١٩٩٠	٢٠٠٠	التغير السنوي	معدل التغير
	آلاف الهكتارات	آلاف الهكتارات	آلاف الهكتاريات/سنة	%/سنة
ليختنشتاين	6	7	n.s.	1.2
ليتوانيا	1 946	1 994	5	0.2
مالطة	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
هولندا	365	375	1	0.3
النرويج	8 558	8 868	31	0.4
بولندا	8 872	9 047	18	0.2
البرتغال	3 096	3 666	57	1.7
جمهورية ملدوفا	318	325	1	0.2
رومانيا	6 301	6 448	15	0.2
الاتحاد الروسي	850 039	851 392	135	n.s
سان مارينو	-	-	-	-
سلوفاكيا	1 997	2 177	18	0.9
سلوفينيا	1 085	1 107	2	0.2
أسبانيا	13 510	14 370	86	0.6
السويد	27 128	27 134	1	n.s.
سويسرا	1 156	1 199	4	0.4
جمهورية مقدونيا اليوغسلافية السابقة	906	906	n.s.	n.s.
أوكرانيا	9 274	9 584	31	0.3
المملكة المتحدة	2 624	2 794	17	0.6
يوغسلافيا	2 901	2 887	-1	-0.1

n.s = غير محدد
المصدر: تقييم الموارد الحرجية لعام ٢٠٠٠ وورقة العمل ٥٩، برنامج تقييم الموارد الحرجية، مصلحة الغابات في منظمة الأغذية والزراعة، روما، ٢٠٠١، الصفحة ٦٩
(www.fao.org forestry/fo/fra/index.jsp)

الجدول ١
التغير في مساحة الأراضي الحرجية
(يستخدم للتحقق من A في المعادلة ٣-٢-٤)

هـ- أمريكا الشمالية والوسطى

البلد	مجموع مساحة الأراضي الحرجية		التغير في مساحة الأراضي الحرجية ١٩٩٠-٢٠٠٠	
	١٩٩٠	٢٠٠٠	التغير السنوي	معدل التغير
	آلاف الهكتارات	آلاف الهكتارات	آلاف الهكتاريات/سنة	%/سنة
أنتيغوا وباربودا	9	9	n.s.	n.s.
جزر البهاما	842	842	n.s.	n.s.
بربادوس	2	2	n.s.	n.s.
بليز	1 704	1 348	-36	-2.3
برمودا	-	-	-	-
جزر فرجن البريطانية	3	3	n.s.	n.s.
كندا	244 571	244 571	n.s.	n.s.
جزر كايمان	13	13	n.s.	n.s.
كوستاريكا	2 126	1 968	-16	-0.8
كوبا	2 071	2 348	28	1.3
دومينيكا	50	46	n.s.	-0.7
الجمهورية الدومينيكية	1 376	1 376	n.s.	n.s.
السلفادور	193	121	-7	-4.6
غرينلاند	-	-	-	-
غرينادا	5	5	n.s.	0.9
غواديلوب	67	82	2	2.1
غواتيمالا	3 387	2 850	-54	-1.7
هايتي	158	88	-7	-5.7
هندوراس	5 972	5 383	-59	-1.0
جامايكا	379	325	-5	-1.5
مارتينيك	47	47	n.s.	n.s.
المكسيك	61 511	55 205	-631	-1.1
مونسراط	3	3	n.s.	n.s.
جزر الأنتيل الهولندية	1	1	n.s.	n.s.
نيكاراغوا	4 450	3 278	-117	-3.0
بنما	3 395	2 876	-52	-1.6
بورتوريكو	234	229	-1	-0.2
سانت كيتس ونيفس	4	4	n.s.	-0.6
سانت لوسيا	14	9	-1	-4.9
سان بيير وميكلون	-	-	-	-
وجزر غرينادينسانت	7	6	n.s.	-1.4
ترينيداد وتوباغو	281	259	-2	-0.8
الولايات المتحدة	222 113	225 993	388	0.2
جزر فرجن الأمريكية	14	14	n.s.	n.s.

n.s = غير محدد

المصدر: تقييم الموارد الحرجية لعام ٢٠٠٠ وورقة العمل ٥٩، برنامج تقييم الموارد الحرجية، مصلحة الغابات في منظمة الأغذية والزراعة، روما، ٢٠٠١، الصفحة ٦٩

(www.fao.org/forestry/fo/fra/index.jsp)

الجدول ١
التغير في مساحة الأراضي الحرجية
(يستخدم للتحقق من A في المعادلة ٣-٢-٤)

و- أمريكا الجنوبية

البلد	مجموع مساحة الأراضي الحرجية		التغير في مساحة الأراضي الحرجية ١٩٩٠-٢٠٠٠	
	١٩٩٠	٢٠٠٠	التغير السنوي	معدل التغير
	آلاف الهكتارات	آلاف الهكتارات	آلاف الهكتاريات/سنة	%/سنة
الأرجنتين	37 499	34 648	-285	-0.8
بوليفيا	54 679	53 068	-161	-0.3
البرازيل	566 998	543 905	-2 309	-0.4
شيلي	15 739	15 536	-20	-0.1
كولوكبيا	51 506	49 601	-190	-0.4
إكوادور	11 929	10 557	-137	-1.2
جزر فوكلاند	-	-	-	-
غوايانا الفرنسية	7 926	7 926	n.s.	n.s.
غيانا	17 365	16 879	-49	-0.3
باراغواي	24 602	23 372	-123	-0.5
بيرو	67 903	65 215	-269	-0.4
سورينام	14 113	14 113	n.s.	n.s.
أوروغواي	791	1 292	50	5.0
فنزويلا	51 681	49 506	-218	-0.4

n.s = غير محدد

المصدر: تقييم الموارد الحرجية لعام ٢٠٠٠ وورقة العمل ٥٩، برنامج تقييم الموارد الحرجية، مصلحة الغابات في منظمة الأغذية والزراعة، روما، ٢٠٠١، الصفحة ٦٩

(www.fao.org/forestry/fo/fra/index.jsp)

الجدول ٢

مخزون الكتلة الحيوية الظاهرة في الغابات المتجددة طبيعيا بحسب الفئات العامة (أطنان مادة جافة/هكتار)

(يستخدم مع B_w في المعادلة ٣-٢-٩، $L_{conversion}$ في المعادلة ٣-٣-٨ في القسم الخاص بالأراضي الزراعية، ومع $L_{conversion}$ في المعادلة ٣-٤-١٣ في القسم الخاص بالمروج الطبيعية، الخ. ولا يطبق على C_{t_2} أو C_{t_1} في المعادلة ٣-٢-٣ في القسم الخاص بالغابات)

الغابات المدارية[1]						
	رطبة	رطبة مع وجود موسم جفاف قصير	رطبة مع وجود موسم جفاف طويل	جافة	جبلية رطبة	جبلية جافة
أفريقيا	٣١٠ (١٣١ – ٥١٣)	٢٦٠ (١٥٩ – ٤٣٣)	١٢٣ (١٢٠ – ١٣٠)	٧٢ (١٦ – ١٩٥)	١٩١	٤٠
آسيا وأوقيانوسيا						
قارية	٢٧٥ (١٢٣ – ٦٨٣)	١٨٢ (١٠ – ٥٦٢)	١٢٧ (١٠٠ – ١٥٥)	٦٠	٢٢٢ (٨١ – ٣١٠)	٥٠
جزرية	٣٤٨ (٢٨٠ – ٥٢٠)	٢٩٠	١٦٠	٧٠	٣٦٢ (٣٣٠ – ٥٠٥)	٥٠
أمريكا	٣٤٧ (١١٨ – ٨٦٠)	٢١٧ (٢١٢ – ٢٧٨)	٢١٢ (٢٠٢– ٤٠٦)	٧٨ (٤٥ – ٩٠)	٢٣٤ (٤٨ – ٣٤٨)	٦٠

الغابات المعتدلة			
الفئة العمرية	**المخروطية**	**العريضة الأوراق**	**خليط المخروطية والعريضة الأوراق**
أوراسيا وأوقيانوسيا			
≥ ٢٠ عاما	١٠٠ (١٧ – ١٨٣)	١٧	٤٠
< ٢٠ عاما	١٣٤ (٢٠ – ٦٠٠)	١٢٢ (١٨ – ٣٢٠)	١٢٨ (٢٠–٣٣٠)
أمريكا			
≥ ٢٠ عاما	٥٢ (١٧–١٠٦)	٥٨ (٧–١٢٦)	٤٩ (١٩–٨٩)
< ٢٠ عاما	١٢٦ (٤١–٢٧٥)	١٣٢ (٥٣–٢٠٥)	١٤٠ (٦٨–٢١٨)

الغابات الشمالية			
الفئة العمرية	**خليط المخروطية والعريضة الأوراق**	**المخروطية**	**غابات – تندرا**
أوراسيا			
≥ ٢٠ عاما	١٢	١٠	٤
< ٢٠ عاما	٥٠	٦٠ (١٢,٣–١٣١)	٢٠ (٢١ – ٨١)
أمريكا			
≥ ٢٠ عاما	١٥	٧	٣
< ٢٠ عاما	٤٠	٤٦	١٥

ملحوظة: ترد البيانات كمتوسط للقيمة وكنطاق للقيم الممكنة (بين الأقواس).

[1] يرد تعريف أنواع الغابات وأمثلة لها في الإطار ٢ وفي الجداول من ١ إلى ٥، الصفحتان ٥–٧ و٥–٨ من *المبادئ التوجيهية* (١٩٩٦).

الجدول ٣

رصيد الكتلة الحيوية الظاهرة في المزارع الحرجية بحسب الفئات العامة (أطنان مادة جافة/هكتار)

(يستخدم مع B_w في المعادلة ٣–٢–٩، $L_{conversion}$ في المعادلة ٣–٣–٨ في القسم الخاص بالأراضي الزراعية، ومع $L_{conversion}$ في المعادلة ٣–٤–١٣ في القسم الخاص بالمروج الطبيعية، الخ. ولا يطبق على C_{t2} أو C_{t1} في المعادلة ٣–٢–٣ في القسم الخاص بالغابات.)

الغابات المدارية وشبه المدارية

	الجبلية الجافة	الجبلية الرطبة	الجافة	الرطبة مع وجود موسم جفاف طويل	الرطبة مع وجود موسم جفاف قصير	الرطبة	الفئة العمرية
		R <١٠٠٠	R >١٠٠٠		R >١٠٠٠	R>١٠٠٠ >٢٠٠٠	R > ٢٠٠٠
أفريقيا:							
العريضة الأوراق spp	≥ ٢٠ عاما	١٠٠	٨٠	٣٠	٢٠	١٠٠	٤٠
	> ٢٠ عاما	٣٠٠	١٥٠	٧٠	٢٠	١٥٠	٦٠
ليصنوبرية sp	≥ ٢٠ عاما	٦٠	٤٠	٢٠	١٥	٤٠	١٠
	> ٢٠ عاما	٢٠٠	١٢٠	٦٠	٢٠	١٠٠	٣٠
آسيا							
العريضة الأوراق	جميع الحالات	٢٢٠	١٨٠	٩٠	٤٠	١٥٠	٤٠
الأنواع الأخرى	جميع الحالات	١٣٠	١٠٠	٦٠	٣٠	٨٠	٢٥
أمريكا							
الصنوبر	جميع الحالات	٣٠٠	٢٧٠	١١٠	٦٠	١٧٠	٦٠
أوكاليبتوس	جميع الحالات	٢٠٠	١٤٠	١١٠	٦٠	١٢٠	٣٠
الساج	جميع الحالات	١٧٠	١٢٠	٩٠	٥٠	١٣٠	٣٠
الأنواع الأخرى العريضة الأوراق	جميع الحالات	١٥٠	١٠٠	٦٠	٣٠	٨٠	٣٠

الغابات المعتدلة

	الفئة العمرية	الصنوبرية	المخروطية الأخرى	العريضة الأوراق
أوراسيا				
بحرية	≥ ٢٠ عاما	٤٠	٤٠	٣٠
	> ٢٠ عاما	١٥٠	٢٥٠	٢٠٠
قارية	≥ ٢٠ عاما	٢٥	٣٠	١٥
	> ٢٠ عاما	١٥٠	٢٠٠	٢٠٠
متوسطية وسهبية	≥ ٢٠ عاما	١٧	٢٠	١٠
	> ٢٠ عاما	١٠٠	١٢٠	٨٠
أمريكا الجنوبية	جميع الحالات	١٠٠	١٢٠	٩٠
أمريكا الشمالية	جميع الحالات	١٧٥ (٥٠–٢٧٥)	٣٠٠	–

الغابات الشمالية

	الفئة العمرية	الصنوبر	المخروطية الأخرى	العريضة الأوراق
أوراسيا	≥ ٢٠ عاما	٥	٥	٥
	> ٢٠ عاما	٤٠	٤٠	٢٥
أمريكا الشمالية	جميع الحالات	٥٠	٤٠	٢٥

الجدول ٤

متوسط حجم المخزون القائم (١) ومحتوى الكتلة الحيوية الظاهرة (٢) (المادة الجافة) في الغابات في عام ٢٠٠٠ (المصدر: تقييم الموارد الحرجية، ٢٠٠٠)

(١) يستخدم مع V في المعادلة ٣–٢–٣.

(٢) يستخدم مع B_w في المعادلة ٣–٢–٩، $L_{conversion}$ في المعادلة ٣–٣–٨ في القسم الخاص بالأراضي الزراعية، ومع $L_{conversion}$ في المعادلة ٣–٤–١٣ في القسم الخاص بالمروج الطبيعية، الخ. ولا يطبق على C_{t_2} أو C_{t_1} في المعادلة ٣–٢–٣ في القسم الخاص بالغابات

أ– أفريقيا

البلد	الحجم (الظاهر فوق الأرض) متر مكعب/هكتار	الكتلة الحيوية (الظاهرة فوق الأرض) طن/هكتار	مصدر المعلومات
الجزائر	44	75	NI
أنغولا	39	54	NI
بنن	140	195	PI
بوتسوانا	45	63	NI
بوركينا فاصو	10	16	NI
بوروندي	110	187	ES
الكاميرون	135	131	PI
الرأس الأخضر	83	127	ES
جمهورية أفريقيا الوسطى	85	113	PI/EX
تشاد	11	16	ES
جزر القمر	60	65	ES
الكونغو	132	213	EX
كوت ديفوار	133	130	PI
جمهورية الكونغو الديمقراطية	133	225	NI
جيبوتي	21	46	ES
مصر	108	106	ES
غينيا الاستوائية	93	158	PI
إريتريا	23	32	NI
إثيوبيا	56	79	PI
غابون	128	137	ES
غامبيا	13	22	NI
غانا	49	88	ES
غينيا	117	114	PI
غينيا–بيساو	19	20	NI
كينيا	35	48	ES
ليسوتو	34	34	ES
ليبيريا	201	196	ES
الجماهيرية العربية الليبية	14	20	ES

مصدر المعلومات: NI= قائمة الجرد الوطنية؛ PI= الجرد الجزئي؛ ES= تقدير؛ EX= بيانات خارجية (من أقاليم أخرى)

(تابع) الجدول ٤

متوسط حجم المخزون القائم (١) ومحتوى الكتلة الحيوية الظاهرة (٢) (المادة الجافة) في الغابات في عام ٢٠٠٠ (المصدر: تقييم الموارد الحرجية، ٢٠٠٠)

(١) يستخدم مع V في المعادلة ٣–٢–٣.

(٢) يستخدم مع B_w في المعادلة ٣–٢–٩، $L_{conversion}$ في المعادلة ٣–٣–٨ في القسم الخاص بالأراضي الزراعية، ومع $L_{conversion}$ في المعادلة ٣–٤–١٣ في القسم الخاص بالمروج الطبيعية، الخ. ولا يطبق على C_{t_2} أو C_{t_1} في المعادلة ٣–٢–٣ في القسم الخاص بالغابات

(تابع أ– ريقيا

البلد	الحجم (الظاهر فوق الأرض) متر مكعب/هكتار	الكتلة الحيوية (الظاهرة فوق الأرض) طن/هكتار	مصدر المعلومات
مدغشقر	114	194	NI
ملاوي	103	143	NI
مالي	22	31	PI
موريتانيا	4	6	ES
موريشيوس	88	95	ES
المغرب	27	41	NI
موزامبيق	25	55	NI
ناميبيا	7	12	PI
النيجر	3	4	PI
نيجيريا	82	184	ES
رييونيون	115	160	ES
رواندا	110	187	ES
سانت هيلينا			
سان تومي وبرنسيبي	108	116	NI
السنغال	31	30	NI
سيشيل	29	49	ES
سيراليون	143	139	ES
الصومال	18	26	ES
جنوب أفريقيا	49	81	EX
السودان	9	12	ES
سوازيلاند	39	115	NI
توغو	92	155	PI
تونس	18	27	NI
أوغندا	133	163	NI
جمهورية تنزانيا المتحدة	43	60	NI
الصحراء الغربية	18	59	NI
زامبيا	43	104	ES
زيمبابوي	40	56	NI

مصدر المعلومات: NI= قائمة الجرد الوطنية؛ PI= الجرد الجزئي؛ ES= تقدير؛ EX= بيانات خارجية (من أقاليم أخرى)

(تابع) الجدول ٤
متوسط حجم المخزون القائم (١) ومحتوى الكتلة الحيوية الظاهرة (٢) (المادة الجافة) في الغابات في عام ٢٠٠٠ (المصدر: تقييم الموارد الحرجية، ٢٠٠٠)

(١) يستخدم مع V في المعادلة ٣–٢–٣.
(٢) يستخدم مع B_W في المعادلة ٣–٢–٩، $L_{conversion}$ في المعادلة ٣–٣–٨ في القسم الخاص بالأراضي الزراعية، ومع $L_{conversion}$ في المعادلة ٣–٤–١٣ في القسم الخاص بالمروج الطبيعية، الخ. ولا يطبق على C_{t_2} أو C_{t_1} في المعادلة ٣–٢–٣ في القسم الخاص بالغابات

ب– آسيا

البلد	الحجم (الظاهر فوق الأرض)	الكتلة الحيوية (الظاهرة فوق الأرض)	مصدر
	متر مكعب/هكتار	طن/هكتار	المعلومات
أفغانستان	22	27	FAO
أرمينيا	128	66	FAO
أذربيجان	136	105	FAO
البحرين	14	14	FAO
بنغلاديش	23	39	FAO
بوتان	163	178	FAO
بروني دار السلام	119	205	FAO
كمبوديا	40	69	FAO
الصين	52	61	NI
قبرص	43	21	FAO
جمهورية كوريا الشعبية الديمقراطية	41	25	ES
تيمور الشرقية	79	136	FAO
قطاع غزة			
جورجيا	145	97	FAO
الهند	43	73	NI
اندونيسيا	79	136	FAO
جمهورية إيران الإسلامية	86	149	FAO
العراق	29	28	FAO
اسرائيل	49	-	FAO
اليابان	145	88	FAO
الأردن	38	37	FAO
كازاخستان	35	18	FAO
الكويت	21	21	FAO
قيرغستان	32	-	FAO
جمهورية لاو الديمقراطية الشعبية	29	31	NI
لبنان	23	22	FAO
ماليزيا	119	205	ES
المالديف	-	-	-
مونغوليا	128	80	NI
ميانمار	33	57	NI
نيبال	100	109	PI
عمان	17	17	FAO
باكستان	22	27	FAO
الفلبين	66	114	NI

مصدر المعلومات: NI= قائمة الجرد الوطنية؛ PI= الجرد الجزئي؛ ES= تقدير؛ EX= بيانات خارجية (من أقاليم أخرى)؛ FAO= منظمة الأغذية والزراعة

(تابع) الجدول ٤
متوسط حجم المخزون القائم (١) ومحتوى اتلكتلة الحيوية الظاهرة (٢) (المادة الجافة) في الغابات في عام ٢٠٠٠ (المصدر: تقييم الموارد الحرجية، ٢٠٠٠)

(١) يستخدم مع V في المعادلة ٣–٢–٣.
(٢) يستخدم مع B_W في المعادلة ٣–٢–٩، $L_{conversion}$ في المعادلة ٣–٣–٨ في القسم الخاص بالأراضي الزراعية، ومع $L_{conversion}$ في المعادلة ٣–٤–١٣ في القسم الخاص بالمروج الطبيعية، الخ. ولا يطبق على C_{t_2} أو C_{t_1} في المعادلة ٣–٢–٣ في القسم الخاص بالغابات

(تابع) ب–آسيا

البلد	الحجم (الظاهر فوق الأرض)	الكتلة الحيوية (الظاهرة فوق الأرض)	مصدر
	متر مكعب/هكتار	طن/هكتار	المعلومات
قطر	13	12	FAO
جمهورية كوريا	58	36	NI
المملكة العربية السعودية	12	12	FAO
سنغافورة	119	205	FAO
سريلانكا	34	59	FAO
الجمهورية العربية السورية	29	28	FAO
طاجيكستان	14	10	FAO
تايلند	17	29	NI
تركيا	136	74	FAO
تركمانستان	4	3	FAO
الإمارات العربية المتحدة	-	-	-
أوزبكستان	6		FAO
فييت نام	38	66	ES
الضفة الغربية	-	-	-
اليمن	14	19	FAO

(تابع) الجدول٤
متوسط حجم المخزون القائم (١) والكتلة الحيوية الظاهرة (٢) والمحتوى (المادة الجافة) في الغابات في عام ٢٠٠٠ (المصدر: تقييم الموارد الحرجية، ٢٠٠٠)

(١) يستخدم مع V في المعادلة ٣–٢–٣.
(٢) يستخدم مع B_W في المعادلة ٣–٢–٩، $L_{conversion}$ في المعادلة ٣–٣–٨ في القسم الخاص بالأراضي الزراعية، ومع $L_{conversion}$ في المعادلة ٣–٤–١٣ في القسم الخاص بالمروج الطبيعية، الخ. ولا يطبق على C_{t_2} أو C_{t_1} في المعادلة ٣–٢–٣ في القسم الخاص بالغابات

ج– أوقيانوسيا

البلد	الحجم (الظاهر فوق الأرض) متر مكعب/هكتار	الكتلة الحيوية (الظاهرة فوق الأرض) طن/هكتار	مصدر المعلومات
ساموا الأمريكية			
أستراليا	55	57	FAO
جزر كوك	-	-	-
فيجي	-	-	-
بولينيزيا الفرنسية	-	-	-
غوام	-	-	-

مصدر المعلومات: NI= قائمة الجرد الوطنية؛ PI= الجرد الجزئي؛ ES= تقدير؛ EX= بيانات خارجية (من أقاليم أخرى)؛ FAO= منظمة الأغذية والزراعة

(تابع) الجدول ٤
متوسط حجم المخزون القائم (١) ومحتوى الكتلة الحيوية الظاهرة (٢) (المادة الجافة) في الغابات في عام ٢٠٠٠ (المصدر: تقييم الموارد الحرجية، ٢٠٠٠)

(١) يستخدم مع V في المعادلة ٣–٢–٣.
(٢) يستخدم مع B_w في المعادلة ٣–٢–٩، $L_{conversion}$ في المعادلة ٣–٣–٨ في القسم الخاص بالأراضي الزراعية، ومع $L_{conversion}$ في المعادلة ٣–٤–١٣ في القسم الخاص بالمروج الطبيعية، الخ. ولا يطبق على C_{t_2} أو C_{t_1} في المعادلة ٣–٢–٣ في القسم الخاص بالغابات

(تابع) ج– أوقيانوسيا

البلد	الحجم (الظاهر فوق الأرض) متر مكعب/هكتار	الكتلة الحيوية (الظاهرة فوق الأرض) طن/هكتار	مصدر المعلومات
كيريباس	-	-	-
جزر مارشال	-	-	-
ميكرونيزيا	-	-	-
ناورو	-	-	-
كاليدونيا الجديدة	-	-	-
نيوزيلندا	321	217	FAO
نيوي	-	-	-
جزيرة ماريانا الشمالية	-	-	-
بالاو	-	-	-
غينيا بابوا الجديدة	34	58	NI
ساموا	-	-	-
جزر سليمان	-	-	-
تونغا	-	-	-
فانواتو	-	-	-

مصدر المعلومات: NI= قائمة الجرد الوطنية؛ PI= الجرد الجزئي؛ ES= تقدير؛ EX= بيانات خارجية (من أقاليم أخرى)؛ FAO= منظمة الأغذية والزراعة

(تابع) الجدول ٤
متوسط حجم المخزون القائم (١) ومحتوى الكتلة الحيوية الظاهرة (٢) (المادة الجافة) في الغابات في عام ٢٠٠٠ (المصدر: تقييم الموارد الحرجية، ٢٠٠٠)

(١) يستخدم مع V في المعادلة ٣–٢–٣.
(٢) يستخدم مع B_w في المعادلة ٣–٢–٩، $L_{conversion}$ في المعادلة ٣–٣–٨ في القسم الخاص بالأراضي الزراعية، ومع $L_{conversion}$ في المعادلة ٣–٤–١٣ في القسم الخاص بالمروج الطبيعية، الخ. ولا يطبق على C_{t_2} أو C_{t_1} في المعادلة ٣–٢–٣ في القسم الخاص بالغابات

د– أوروبا

البلد	الحجم (الظاهر فوق الأرض) متر مكعب/هكتار	الكتلة الحيوية (الظاهرة فوق الأرض) طن/هكتار	مصدر المعلومات
ألبانيا	81	58	FAO
أندورا	0	0	FAO
النمسا	286	250	FAO
بيلاروس	153	80	FAO
بلجيكا ولكسمبرغ	218	101	FAO
البوسنة والهرسك	110	-	FAO
بلغاريا	130	76	FAO

مصدر المعلومات: NI= قائمة الجرد الوطنية؛ PI= الجرد الجزئي؛ ES= تقدير؛ EX= بيانات خارجية (من أقاليم أخرى)؛ FAO= منظمة الأغذية والزراعة.

(تابع) الجدول ٤
متوسط حجم المخزون القائم (١) ومحتوى الكتلة الحيوية الظاهرة (٢) (المادة الجافة) في الغابات في عام ٢٠٠٠ (المصدر: تقييم الموارد الحرجية، ٢٠٠٠)

(١) يستخدم مع V في المعادلة ٣–٢–٣.
(٢) يستخدم مع B_w في المعادلة ٣–٢–٩، $L_{conversion}$ في المعادلة ٣–٣–٨ في القسم الخاص بالأراضي الزراعية، ومع $L_{conversion}$ في المعادلة ٣–٤–١٣ في القسم الخاص بالمروج الطبيعية، الخ. ولا يطبق على C_{t_2} أو C_{t_1} في المعادلة ٣–٢–٣ في القسم الخاص بالغابات

(تابع) د–أوروبا

البلد	الحجم (الظاهر فوق الأرض) متر مكعب/هكتار	الكتلة الحيوية (الظاهرة فوق الأرض) طن/هكتار	مصدر المعلومات
كرواتيا	201	107	FAO
الجمهورية التشيكية	260	125	FAO
الدانمارك	124	58	FAO
استونيا	156	85	FAO
فنلندا	89	50	NI
فرنسا	191	92	FAO
ألمانيا	268	134	FAO
اليونان	45	25	FAO
المجر	174	112	FAO
أيسلندا	27	17	FAO
أيرلندا	74	25	FAO
إيطاليا	145	74	FAO
لاتفيا	174	93	FAO
ليختنشتاين	254	119	FAO
ليتوانيا	183	99	FAO
مالطة	232		FAO
هولندا	160	107	FAO
النرويج	89	49	FAO
بولندا	213	94	FAO
البرتغال	82	33	FAO
جمهورية مولدوفا	128	64	FAO
رومانيا	213	124	FAO
الاتحاد الروسي	105	56	FAO
سان مارينو	0	0	FAO
سلوفاكيا	253	142	FAO
سلوفينيا	283	178	FAO
أسبانيا	44	24	FAO
السويد	107	63	NI
سويسرا	337	165	FAO
جمهورية مقدونيا اليوغسلافية السابقة	70	-	FAO
أوكرانيا	179	-	FAO
المملكة المتحدة	128	76	FAO
يوغسلافيا	111	23	FAO

مصدر المعلومات: NI= قائمة الجرد الوطنية؛ PI= الجرد الجزئي؛ ES= تقدير؛ EX= بيانات خارجية (من أقاليم أخرى)؛ FAO= منظمة الأغذية والزراعة.

(تابع) الجدول ٤
متوسط حجم المخزون القائم (١) ومحتوى الكتلة الحيوية الظاهرة (٢) (المادة الجافة) في الغابات في عام ٢٠٠٠ (المصدر: تقييم الموارد الحرجية، ٢٠٠٠)

(١) يستخدم مع V في المعادلة ٣-٢-٣.
(٢) يستخدم مع B_w في المعادلة ٣-٢-٩، $L_{conversion}$ في المعادلة ٣-٣-٨ في القسم الخاص بالأراضي الزراعية، ومع $L_{conversion}$ في المعادلة ٣-٤-١٣ في القسم الخاص بالمروج الطبيعية، الخ. ولا يطبق على C_{t_2} أو C_{t_1} في المعادلة ٣-٢-٣ في القسم الخاص بالغابات

هـ- أمريكا الشمالية والوسطى

البلد	الحجم (الظاهر فوق الأرض) متر مكعب/هكتار	الكتلة الحيوية (الظاهرة فوق الأرض) طن/هكتار	مصدر المعلومات
جزر البهاما	-	-	-
بربادوس	-	-	-
بليز	202	211	ES
برمودا	-	-	-
جزر فرجن البريطانية	-	-	-
كندا	120	83	FAO
جزر كايمان	-	-	-
كوستاريكا	211	220	ES
كوبا	71	114	NI
دومينيكا	91	166	ES
الجمهورية الدومينيكية	29	53	ES
السلفادور	223	202	FAO
غرينلاند	-	-	-
غرينادا	83	150	PI
غوادلوب	-	-	-
غواتيمالا	355	371	ES
هايتي	28	101	ES
هندوراس	58	105	ES
جامايكا	82	171	ES
مارتينيك	5	5	ES
المكسيك	52	54	NI
مونسراط	-	-	-
جزر الأنتيل الهولندية	-	-	-
نيكاراغوا	154	161	ES
بنما	308	322	ES
بورتوريكو	-	-	-
سانت كيتس ونيفس	-	-	-
سانت لوسيا	190	198	ES
سان بيير وميكلون	-	-	-

مصدر المعلومات: NI= قائمة الجرد الوطنية؛ PI= الجرد الجزئي؛ ES= تقدير؛ EX= بيانات خارجية (من أقاليم أخرى)؛ FAO= منظمة الأغذية والزراعة.

(تابع) الجدول ٤
متوسط حجم المخزون القائم (١) ومحتوى الكتلة الحيوية الظاهرة (٢) (المادة الجافة) في الغابات في عام ٢٠٠٠ (المصدر: تقييم الموارد الحرجية، ٢٠٠٠)

(١) يستخدم مع V في المعادلة ٣-٢-٣.
(٢) يستخدم مع B_w في المعادلة ٣-٢-٩، $L_{conversion}$ في المعادلة ٣-٣-٨ في القسم الخاص بالأراضي الزراعية، ومع $L_{conversion}$ في المعادلة ٣-٤-١٣ في القسم الخاص بالمروج الطبيعية، الخ. ولا يطبق على C_{t_2} أو C_{t_1} في المعادلة ٣-٢-٣ في القسم الخاص بالغابات

(تابع) هـ- أمريكا الشمالية والوسطى

البلد	الحجم (الظاهر فوق الأرض) متر مكعب/هكتار	الكتلة الحيوية (الظاهرة فوق الأرض) طن/هكتار	مصدر المعلومات
سانت فنسنت وغرينادين	166	173	NI
ترينيداد وتوباغو	71	129	ES
الولايات المتحدة	136	108	FAO
جزر فيرجن الأمريكية	-	-	-

(تابع) الجدول ٤
متوسط حجم المخزون القائم (١) ومحتوى الكتلة الحيوية الظاهرة (٢) (المادة الجافة) في الغابات في عام ٢٠٠٠ (المصدر: تقييم الموارد الحرجية، ٢٠٠٠)

(١) يستخدم مع V في المعادلة ٣-٢-٣.
(٢) يستخدم مع B_w في المعادلة ٣-٢-٩، $L_{conversion}$ في المعادلة ٣-٣-٨ في القسم الخاص بالأراضي الزراعية، ومع $L_{conversion}$ في المعادلة ٣-٤-١٣ في القسم الخاص بالمروج الطبيعية، الخ. ولا يطبق على C_{t_2} أو C_{t_1} في المعادلة ٣-٢-٣ في القسم الخاص بالغابات

و- أمريكا الجنوبية

البلد	الحجم (الظاهر فوق الأرض) متر مكعب/هكتار	الكتلة الحيوية (الظاهرة فوق الأرض) طن/هكتار	مصدر المعلومات
الأرجنتين	25	68	ES
بوليفيا	114	183	PI
البرازيل	131	209	ES
شيلي	160	268	ES
كولومبيا	108	196	NI
إكوادور	121	151	ES
جزر فوكلاند	-	-	-
غويانا الفرنسية	145	253	ES
غيانا	145	253	ES
باراغواي	34	59	ES
بيرو	158	245	NI
سورينام	145	253	ES
أوروغواي	-	-	-
فنزويلا	134	233	ES

مصدر المعلومات: NI= قائمة الجرد الوطنية؛ PI= الجرد الجزئي؛ ES= تقدير؛ EX= بيانات خارجية (من أقاليم أخرى)؛ FAO= منظمة الأغذية والزراعة.

الجدول ٥
متوسط الزيادة السنوية في الكتلة الحيوية الظاهرة في الأرض المتجددة طبيعيا بحسب الفئات العامة
(أطنان مادة جافة/هكتار/سنة)
(يستخدم مع G_w في المعادلة ٣-٢-٥)

الفئة العمرية	الرطبة	الرطبة مع وجود موسم جفاف قصير	الرطبة مع وجود موسم جفاف طويل	الجافة	الجبلية الرطبة	الجبلية الجافة
الغابات المداريه وشبه المداريه						
	R٢٠٠٠<	٢٠٠٠> R > ١٠٠٠		R١٠٠٠ >	R١٠٠٠<	R١٠٠٠ >
أفريقيا						
≥ ٢٠ عاما	١٠,٠	٥,٣	٢,٤ (٢,٣ – ٢,٥)	١,٢ (٠,٨ – ١,٥)	٥,٠	٢,٠ (١,٠ – ٣,٠)
< ٢٠ عاما	٣,١ (٢,٣ -٣,٨)	١,٣	١,٨ (٠,٦ – ٣,٠)	٠,٩ (٠,٢ – ١,٦)	١,٠	١,٥ (٠,٥ – ٤,٥)
آسيا واوقيانوسيا						
القارية						
≥ ٢٠ عاما	٧,٠ (٣,٠ – ١١,٠)	٩,٠	٦,٠	٥,٠	٥,٠	١,٠
< ٢٠ عاما	٢,٢ (١,٣ – ٣,٠)	٢,٠	١,٥	١,٣ (١,٠ – ٢,٢)	١,٠	٠,٥
الجزرية						
≥ ٢٠ عاما	١٣,٠	١١,٠	٧,٠	٢,٠	١٢,٠	٣,٠
< ٢٠ عاما	٣,٤	٣,٠	٢,٠	١,٠	٣,٠	١,٠
أمريكا						
≥ ٢٠ عاما	١٠,٠	٧,٠	٤,٠	٤,٠	٥,٠	١,٨
< ٢٠ عاما	١,٩ (١,٢ – ٢,٦)	٢,٠	١,٠	١,٠	١,٤ (١,٠ – ٢,٠)	٠,٤

الفئة العمرية	المخروطية	العريضة الأوراق
الغابات المعتدلة		
≥ ٢٠ عاما	٣,٠ (٠,٥ – ٦,٠)	٤,٠ (٠,٥ – ٨,٠)
< ٢٠ عاما	٣,٠ (٠,٥ – ٦,٠)	٤,٠ (٠,٥ – ٧,٥)

الفئة العمرية	خليط العريضة الأوراق والمخروطية	المخروطية	غابات تندرا	العريضة الأوراق
الغابات الشمالية				
أوراسيا				
≥ ٢٠ عاما	١,٠	١,٥	٠,٤ (٠,٢ – ٠,٥)	١,٥ (١,٠ – ٢,٠)
< ٢٠ عاما	١,٥	٢,٥	٠,٤ (٠,٢ – ٠,٥)	١,٥
أمريكا				
≥ ٢٠ عاما	١,١ (٠,٧ – ١,٥)	٠,٨ (٠,٥ – ١,٠)	٠,٤ (٠,٢ – ٠,٥)	١,٥ (١,٠ – ٢,٠)
< ٢٠ عاما	١,١ (٠,٧ — ١,٥)	١,٥ (٠,٥ – ٢,٥)	٠,٤ (٠,٢ – ٠,٥)	١,٣ (١,٠ – ١,٥)

= المطر السنوي بالمليمتر/سنة.Rملحوظة:
ملحوظة: تمثل البيانات متوسط القيم ونطاق القيم الممكنة.

الجدول٦
متوسط الزيادة السنوية في الكتلة الحيوية الظاهرة في المزارع بحسب الفئات العامة
(أطنان مادة جافة/هكتار/سنة)
(يستخدم مع G_w في المعادلة ٣-٢-٥. ويفضل في حالة عدم وجود القيم أن تستخدم البيانات المتعلقة بالزيادة في حجم خشب الساق I_v من الجدول ٣-١-٧)

	الفئة العمرية	رطبة	رطبة مع وجود موسم جفاف قصير	رطبة مع وجود موسم جفاف طويل	جافة	جبلية رطبة	جبلية جافة
الغابات المداريه وشبه المداريه							
		R ٢٠٠٠ <	١٠٠٠ <R ٢٠٠٠ >		R ١٠٠٠ >	R ١٠٠٠ <	R ١٠٠٠ >
أفريقيا							
Eucalyptus spp	≥ ٢٠ عاما	-	٢٠,٠	١٢,٦	٥,١ (٣,٠-٧,٠)	-	-
	< ٢٠ عاما	-	٢٥,٠	-	٨,٠ (٤,٩-١٣,٦)	-	-
Pinus sp	≥ ٢٠ عاما	١٨,٠	١٢,٠	٨,٠	٣,٣ (٠,٥-٦,٠)	-	-
	< ٢٠ عاما		١٥,٠	١١,٠	٢,٥	-	-
أنواع أخرى	≥ ٢٠ عاما	٦,٥ (٥,٠-٨,٠)	٩,٠ (٣,٠-١٥,٠)	١٠,٠ (٤,٠-١٦,٠)	١٥,٠	١١,٠	-
	< ٢٠ عاما	-	-	-	١١,٠	-	-
آسيا							
Eucalyptus spp	الجميع	٥,٠ (٣,٦-٨,٠)	٨,٠	١٥,٠ (٥,٠-٢٥,٠)	-	٣,١	-
أنواع أخرى	-	٥,٢ (٢,٤-٨,٠)	٧,٨ (٢,٠-١٣,٥)	٧,١ (١,٦-١٢,٦)	٦,٤٥ (١,٢-١١,٧)	٥,٠ (١,٣-١٠,٠)	-
أمريكا							
الصنوبر	-	١٨,٠	١٤,٥ (٥,٠ – ١٩,٠)	٧,٠ (٤,٠ - ١٠,٣)	٥,٠	١٤,٠	-
أوكاليبتوس	-	٢١,٠ (٦,٤ - ٣٨,٤)	١٦,٠ (٦,٤ - ٣٢,٠)	١٦,٠ (٦,٤ - ٣٢,٠)	١٦,٠	١٣,٠ (٨,٥ - ١٧,٥)	-
الساج	-	١٥,٠	٨,٠ (٣,٨ - ١١,٥)	٨,٠ (٣,٨ - ١١,٥)	-	٢,٢	-
أنواع أخرى عريضة الأوراق	-	١٧,٠ (٥,٠ - ٣٥,٠)	١٨,٠ (٨,٠ – ٤٠,٠)	١٠,٥ (٣,٢ - ١١,٨)	-	٤,٠	-

الملحوظة١: R= المطر السنوي بالمليمتر/سنة.
الملحوظة٢: تمثل البيانات متوسط القيم ونطاق القيم الممكنة.
الملحوظة٣: تم حساب بعض بيانات الغابات الشمالية استنادا إلى القيم الأصلية المأخوذة عن زاخروف وآخرين (*Zakhrov et al*) (١٩٦٢)، وزاغريف وآخرين (*Zagreev et al*) (١٩٩٣)، وعيساييف وآخرين (*Isaev et al*) (١٩٩٣)، باستخدام ٠,٢٣ كنسبة الكتلة الحيوية التحتية/الظاهرة ومع افتراض حدوث زيادة خطية في الزيادة السنوية من صفر إلى ٢٠ سنة.
الملحوظة ٤: بالنسبة للمزارع الواقعة في المناطق المعتدلة والشمالية، من الممارسة السليمة استخدام بيانات الزيادة في حجم خشب الساق (I_v في المعادلة ٣-٢-٥) بدلا من الزيادة في الكتلة الحيوية الظاهرة المدرجة في الجدول الوارد أعلاه.

مراجع الجداول ٢ و٣ و٤ و٥ و٦

الغابات المدارية وشبه المدارية

Brown, S. (1996). A primer for estimating biomass and biomass change of tropical forest. FAO, Rome, Italy. 55 pp.

Budowski, G. (1985). The place of Agroforestry in managing tropical forest. In La conservación como instrumento para el desarrollo. Antología. San José, Costa Rica. EUNED. 19 pp.

Burrows, W. H.; Henry, B. K.; Back, P. V., *et al.* (2002) Growth and carbon stock change in eucalypt woodlands in northeast Australia: ecological and greenhouse sink implications. Global Change Biology 8 (8): 769-784 2002

Chudnoff, M. (1980). Tropical Timbers of the World. US Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. Madison, W1. 831 pp.

Clarke *et al.* (2001) NPP in tropical forests: an evaluation and synthesis of existing field data. Ecol. Applic. 11:371-384

Evans, J. (1982). Plantation forestry in the tropics. Oxford.

Favrichon, V. (1997). Réaction de peuplements forestiers tropicaux a des interventions sylvicoles. Bois et des forets des tropiques 254: 5-24

FBDS: FUNDACAO BRASILERA PARA O DESEMVOLVIMENTO SUSTENTAVEL. (1997). Avaliacao das emissoes de gases de efeito estufa devido as mudancas no estoques de florestas plantadas. Rio de Janeiro (Brasil). 44 pp.

Fearnside, P.M. (1997). Wood density for estimating forest biomass in Brazilian Amazonia. Forest Ecology and Management 90(1): 59-87.

FIA: Fundación para la Innovación Agraria. (2001). Potencial de proyectos forestales en el Mecansimo de Desarrollo Limpio en Chile. In IV Seminario Regional forestal del Cono Sur, elaboración de proyectos forestales en el Mecanismo de Desarrollo Limpio, realizado 06-07 de diciembre de 2001. Santiago de Chile. 26 pp.

GASTON G., BROWN S., LORENZINI M. & SING. (1998). State and change in carbon pools in the forests of tropical Africa.Global Change Biology 4 (1), 97-114.

Gower S.T., Gholz H.L, Nakane K.,Baldwin V.C. (1994). Production and carbon allocation patterns of pine forests Ecological bulletins 43:115-135 (data converted from aNPP values assuming litterfall =2 x L(-38)C foliage annual production)

Grace J., Malhi Y., Higuchi N., Meir P. (2001). Productivity of tropical Rain Forests in "Terrestrial Global productivity" Roy J, Saugier B., & Mooney H.Eds, Physiological Ecology Series, Academic Press, San Diego , 401-426

Hofmann-Schielle, C., A. Jug, *et al.* (1999). Short-rotation plantations of balsam poplars, aspen and willows on former arable land in the Federal Republic of Germany. I. Site-growth relationships. Forest Ecology and Management 121(1/2): 41-55.

IBDF. (1983). Potencial madereira do Grande Carajás. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Brasilia, DF, Brazil. 134 pp.

IPCC Guidelines (1996). Workbook p 5.22. from Houghton etal. 1983, 1987.

Klinge, H.; Rodrigues, W.A. (1973). Biomass estimation in a central Amazonian rain forest. Acta Científica Venezolana 24:225-237

Laclau, J. P., J. P. Bouillet, *et al.* (2000). Dynamics of biomass and nutrient accumulation in a clonal plantation of Eucalyptus in Congo. Forest Ecology and Management 128(3): 181-196

Lamprecht, H. (1990). Silviculture in the tropics. GTZ. Rossdorf, Deutsche. 333 pp.

Mandouri T. *et al.* in "Annales de la recherche forestière (1951-1999); and Thesis from National High School of Forestry (ENFI); and Hassan II Agronomic Institut(IAVHII)

MDSP/PNCC: MINISTERIO DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y PLANIFICACION; PROGRAMA NACIONAL DE CAMBIOS CLIMATICOS. (2002). Inventariación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, Bolivia, 1990, 1994, 1998 y 2000. La Paz (Bolivia). 443 pp.

MINISTERIO DE MEDIOAMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. (2000). Taller Regional Centro Americano sobre el Cambio Climático, 24-26 de junio de 2000. Ciudad de Panamá, Panamá.

Montagnini, F. (2000). Accumulation in above-ground biomass and soil storage of mineral nutrients in pure and mixed plantations in a humid tropical lowland. Forest Ecology and Management 134(1/3): 257-270.

Moreno, H. (2001). Estado de la Investigación sobre dinámica del carbono en proyectos Forestales de Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Departamento de Ciencias Forestales. Medellín, Colombia.

Norgrove, L. and S. Hauser (2002). Measured growth and tree biomass estimates of Terminalia ivorensis in the 3 years after thinning to different stand densities in an agrisilvicultural system in southern Cameroon. Forest Ecology and Management 166(1/3): 261-270.

PAC-NK: NOEL KEMPFF CLIMATE ACTION PROJECT. (2000). Noel Kempff Climate Action Project: project case carbon inventory and offset benefits. Winrock Drive. Arlington, U.S.A. 45 pp.

Pandey, D (1982).

Parrotta, J. A. (1999). Productivity, nutrient cycling, and succession in single- and mixed-species plantations of Casuarina equisetifolia, Eucalyptus robusta, and Leucaena leucocephala in Puerto Rico. Forest Ecology and Management 124(1): 45-77

Peters, R. (1977). Fortalecimiento al sector forestal Guatemala inventarios y estudios dendrométricos en bosques de coniferas. FO:DP/GUA/72/006, Informe Técnico 2, FAO, Rome, Italy.

Ramírez, P.; Chacón, R. (1996). National Inventory of Sources and Sinks of Greenhouse Gases in Costa Rica. U.S. Contry Studies Program. Kluwer Academic Publishers. Boston, U.K. 357-365.

Russell, C.E. (1983). Nutrient cycling and productivity of native and plantation forest at Jari Florestal, Pará, Brazil. Ph.D. dissertation in ecology, University of Georgia, Athens, Georgia, U.S.A. 133 pp.

Saldarriaga, C.A.; Escobar, J.G.; Orrego, S. A.; Del Valle, I. (2001). Proyectos de Reforestación como parte del Mecanismo de Desarrollo Limpio: una aproximación preliminar para el análisis financiero y ambiental. Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ciencias Forestales. Medellín (Colombia). 61 pp.

Wadsworth, F.H. (1997). Forest production for tropical America. USDA Forest Service Agriculture Handbook 710. Washington, DC, USDA Forest Service.

Webb, D.B., Wood, P.J., Smith, J.P. & Henman G.S. (1984). A guide to species selection for tropical and subtropical plantations. Tropical Forestry Papers No. 15 Oxford, UK, Commonwealth Forestry Institute.

المعتدلة

Data includes values compiled by DR. JIM SMITH, USDA FOREST SERVICE, DURHAM NH USA 03824. jsmith11@fs.fed.us, Lheath@fs.fed.us

Botkin D.B., Simpson L.G. (1990) Biomass of North American Boreal Forest. Biogeochemistry, 9: 161-174.

Brown S., Schroeder P., Kern J.S. (1999) Spatial distribution of biomass in forests of the eastern USA. Forest Ecology and Management, 123:81-90

Burrows, W. H.; Henry, B. K.; Back, P. V., *et al.* (2002) Growth and carbon stock change in eucalypt woodlands in northeast Australia: ecological and greenhouse sink implications. Global Change Biology 8 (8): 769-784 2002

Fang, S., X. Xu, *et al.* (1999). Growth dynamics and biomass production in short-rotation poplar plantations: 6-year results for three clones at four spacings. Biomass and Bioenergy 17(5): 415-425.

Götz S, D'Angelo SA , Teixeira W G, l Haag and Lieberei R (2002) Conversion of secondary forest into agroforestry and monoculture plantations in Amazonia: consequences for biomass, litter and soil carbon stocks after 7 years, For. Ecol. Manage 163 Pages 131-150

Gower S.T., Gholz H.L, Nakane K.,Baldwin V.C. (1994) Production and carbon allocation patterns of pine forests Ecological bulletins 43:115-135 (data converted from aNPP values assuming litterfall =2 x foliage annual production)

Grierson, P. F., M. A. Adams, *et al.* (1992). Estimates of carbon storage in the above-ground biomass of Victoria's forests. Australian Journal of Botany 40(4/5): 631-640.

Hall GMJ, Wiser SK, Allen RB, Beets PN 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.

Hofmann-Schielle, C., A. Jug, *et al.* (1999). Short-rotation plantations of balsam poplars, aspen and willows on former arable land in the Federal Republic of Germany. I. Site-growth relationships. Forest Ecology and Management 121(1/2): 41-55.

Mitchell, C. P., E. A. Stevens, *et al.* (1999). Short-rotation forestry - operations, productivity and costs based on experience gained in the UK. Forest Ecology and Management 121(1/2): 123-136.

Santa Regina, I. and T. Tarazona (2001). Nutrient cycling in a natural beech forest and adjacent planted pine in northern Spain. Forestry (Oxford) 74(1): 11-28

Schroeder, P., S. Brown, *et al.* (1997). Biomass estimation for temperate broadleaf forests of the United States using inventory data. Forest Science 43(3): 424-434.

Shan, J Morris L A. & Hendrick, R L. (2001) The effects of management on soil and plant carbon sequestration in slash pine plantations. Journal of Applied Ecology 38 (5), 932-941.

Smith and Heath. Data includes values compiled by DR. JIM SMITH, USDA FOREST SERVICE, DURHAM NH USA 03824. jsmith11@fs.fed.us, Lheath@fs.fed.us

Son YH; Hwang JW; Kim ZS; Lee WK; Kim JS (2001) Allometry and biomass of Korean pine (Pinus koraiensis) in central Korea. Bioresource Technology 78 (3): 251-255 2001

Turnbull, C.R.A., McLeod, D.E., Beadle, C.L., Ratkowsky, D.A., Mummery, D.C. and Bird, T. (1993). Comparative growth of Eucalyptus species of the subgenera Monocalyptus and Symphyomyrtus in intensively managed plantations in southern Tasmania. Aust. For. 56, pp. 276–286.

UN-ECE/FAO (2000). Forest Resources of Europe, CIS, North America, Australia, Japan and new Zealand (industrialized temperate / boreal countries.UN-ECE/FAO contribution to th Global Forest Resources Assessment 2000, united nations, New-Ypork and Geneva, geneva Timber and Forest Study papers, No 17.446 p.

U'soltsev and Van Clay. (1995). Stand Biomass Dynamics of Pine plantations and natural forests on dry steppe in Kazakhstan Scan J For Res, 10, 305-312

Vogt K (1991). Carbon budgets of temperate forest ecosystems. Tree Physiology, 9:69-86.

Zhou, G., Y. Wang, *et al.* (2002). Estimating biomass and net primary production from forest inventory data: a case study of China's Larix forests. Forest Ecology and Management 169(1/2): 149-157.

الشمالية

Finnish Forest Research Institute (2002). Finnish Statistical Yearbook of Forestry. SVT Agriculture and Forestry, Helsinki, Finland.

Isaev, A.S., Korovin, G.N., Utkin A.I., Pryazhnikov A.A., and D.G. Zamolodchikov (1993) *Estimation of Carbon Pool and Its Annual Deposition in Phytomass of Forest Ecosystems in Russia*, Forestry (*Lesovedenie*), 5: 3-10 (In Russian).

Kajimoto, T., Y. Matsuura, *et al.* (1999). Above- and belowground biomass and net primary productivity of a Larix gmelinii stand near Tura, central Siberia. Tree Physiology 19(12): 815-822.

Koivisto, 1959; Koivisto, P., (1959) Growth and Yield Tables. Commun. Inst. For. Fenn. Vol 51 no. 51.8: 1-49 (In Finnish with headings in English).

Kurz, W.A. and M.J. Apps. (1993): Contribution of northern forests to the global C cycle: Canada as a case study. Water, Air, and Soil Pollution, 70, 163-176.

Nilsson S., Shvidenko A., Stolbovoi V., Glick M., Jonas M., Obersteiner M. (2000). Full carbon account for Russia. Interim Report IR -00-021 Int Inst Appl Anal, 181 pages.

UN-ECE/FAO (2000). Forest Resources of Europe, CIS, North America, Australia, Japan and new Zealand (industrialized temperate / boreal countries.UN-ECE/FAO contribution to th Global Forest Resources Assessment 2000, United Nations, New-Ypork and Geneva, geneva Timber and Forest Study papers, No 17.446 p.

Vuokila, Y. and Väliaho, H. (1980). Growth and yield models for conifers cultures in Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 99(2):1-271

Wirth C. , E.-D. Schulze, W. Schulze, D. von Stünzner-Karbe, W. Ziegler, I. M. Miljukova, A. Sogatchev, A. B. Varlagin, M. Panvyorov, S. Grigoriev, W. Kusnetzova, M. Siry, G. Hardes, R. Zimmermann, N. N. Vygodskaya (1999). Above-ground biomass and structure of pristine Siberian Scots pine forests as controlled by competition and fire. Oecologia 121 : 66-80

Zakharov, V.K., Trull, O.A., Miroshnikov, V.S., and V.E. Ermakov (1962) The Reference Book on Forest Inventory. Belarus State Publishing, Minsk, p. 368. (In Russian).

Zagreev, V.V., Sukhikh, B.I., Shvidenko, A.Z., Gusev, N.N., and A.G. Moshkalev (1993) *The All-Union Standards for Forest Inventory*. *Kolos*, Moscow, p. 495. (In Russian).

الجدول٧
متوسط الزيادة السنوية في الحجم الظاهر في المزارع بحسب الأنواع
(متر مكعب/هكتار/سنة)
(يستخدم مع I_V في المعادلة ٣-٢-٥)

الأنواع	I_V (متر مكعب/هكتار/سنة)	
	النطاق	المتوسط*
E. deglupta	١٤ – ٥٠	٣٢
E. globulus	١٠ – ٤٠	٢٥
E. grandis	١٥ – ٥٠	٣٢,٥
E. saligna	١٠ – ٥٥	٣٢,٥
E. camaldulensis	١٥ – ٣٠	٢٢,٥
E. urophylla	٢٠ – ٦٠	٤٠
E. robusta	١٠ – ٤٠	٢٥
Pinus caribaea var. caribaea	١٠ – ٢٨	١٩
Pinus caribaea var. hondurensis	٢٠ – ٥٠	٣٥
Pinus patula	٨ – ٤٠	٢٤
Pinus radiata	١٢ – ٣٥	٢٣,٥
Pinus oocarpa	١٠ – ٤٠	٢٥
Araucaria angustifolia	٨ – ٢٤	١٦
A. cunninghamii	١٠ – ١٨	١٤
Gmelina arborea	١٢ – ٥٠	٣١
Swietenia macrophylla	٧ – ٣٠	١٨,٥
Tectona grandis	٦ – ١٨	١٢
Casuarina equisetifolia	٦ – ٢٠	١٣
C. junghuhniana	٧ – ١١	٩
Cupressus lusitanica	٨ – ٤٠	٢٤
Cordia alliadora	١٠ – ٢٠	١٥
Leucaena leucocephala	٣٠ – ٥٥	٤٢,٥
Acacia auriculiformis	٦ – ٢٠	١٣
Acacia mearnsii	١٤ – ٢٥	١٩,٥
Terminalia superba	١٠ – ١٤	١٢
Terminalia ivorensis	٨ – ١٧	١٢,٥
Dalbergia sissoo	٥ – ٨	٦,٥

* بالنسبة للبلدان الأطراف التي لديها ما يحملها على الاعتقاد بأن مزارعها تقع في مواقع خصبة أكثر من المتوسط، يقترح استخدام القيمة المتوسطة +٥٠ %. وبالنسبة للبلدان الأطراف التي لديها ما يحملها على الاعتقاد بأن مزارعها تقع في مواقع متدنية الخصوبة، يقترح استخدام القيمة المتوسطة –٥٠%.

المصدر:

Ugalde,L. and Prez,O. Mean annual volume increment of selected industrial forest plantation species. Forest Plantation Thematic Papers, Working paper 1. FAO (2001);

ويمكن الاطلاع عليها في هذا الموقع على الانترنت:

http://www.fao.org/DOCREP/004/AC121E/AC121E00.HTM

الجدول٨
نسبة متوسط الكتلة الحيوية الظاهرة إلى متوسط الكتلة الحيوية التحتية (نسبة الجذور إلى الأغصان) في الأرض المتجددة طبيعيا بحسب الفئات العامة
(أطنان مادة جافة/طن مادة جافة)
(يستخدم مع R في المعادلة ٣-٢-٥)

	النوع النباتي	الكتلة الحيوية الظاهرة (طن/هكتار)	المتوسط	SD	النطاق الأدنى	النطاق الأعلى	المراجع
الغابات المدارية/شبه المدارية	الغابات المدارية /شبه المدارية الثانوية	أقل من ١٢٥	٠,٤٢	٠,٢٢	٠,١٤	٠,٨٣	٥، ٧، ١٣، ٢٥، ٢٨، ٣١، ٤٨، ٧١
	الغابات الرطبة المدارية / شبه المدارية الأولية	NS	٠,٢٤	٠,٠٣	٠,٢٢	٠,٣٣	٣٣، ٥٧، ٦٣، ٦٧، ٦٩
	الغابات الجافة المدارية/شبه المدارية	NS	٠,٢٧	٠,٠١	٠,٢٧	٠,٢٨	٦٥
الغابات/المزارع المخروطية	الغابات/المزارع المخروطية	أقل من ٥٠	٠,٤٦	٠,٢١	٠,٢١	١,٠٦	٢، ٨، ٤٣، ٤٤، ٥٤، ٦١، ٧٥
	الغابات/المزارع المخروطية	٥٠-١٥٠	٠,٣٢	٠,٠٨	٠,٢٤	٠,٥٠	٦، ٣٦، ٥٤، ٥٥، ٥٨، ٦١
	الغابات/المزارع المخروطية	أكثر من ١٥٠	٠,٢٣	٠,٠٩	٠,١٢	٠,٤٩	١، ٦، ٢٠، ٤٠، ٥٣، ٦١، ٦٧، ٧٧، ٧٩
الغابات/المزارع المعتدلة العريضة الأوراق	غابات البلوط	أكثر من ٧٠	٠,٣٥	٠,٢٥	٠,٢٠	١,١٦	١٥، ٦٠، ٦٤، ٦٧
	مزارع الكافور	أقل من ٥٠	٠,٤٥	٠,١٥	٠,٢٩	٠,٨١	٩، ٥١، ٥٩
	مزارع الكافور	٥٠-١٥٠	٠,٣٥	٠,٢٣	٠,١٥	٠,٨١	٤، ٩، ٥٩، ٦٦، ٧٦
	غابات/مزارع الكافور	أكثر من ١٥٠	٠,٢٠	٠,٠٨	٠,١٠	٠,٣٣	٤، ٩، ١٦، ٦٦
	الغابات الأخرى العريضة الأوراق	أقل من ٧٥	٠,٤٣	٠,٢٤	٠,١٢	٠,٩٣	٣٠، ٤٥، ٤٦، ٦٢
	الغابات الأخرى العريضة الأوراق	٧٥-١٥٠	٠,٢٦	٠,١٠	٠,١٣	٠,٥٢	٣٠، ٣٦، ٤٥، ٤٦، ٦٢، ٧٧، ٧٨، ٨١
	الغابات الأخرى العريضة الأوراق	أكثر من ١٥٠	٠,٢٤	٠,٠٥	٠,١٧	٠,٣٠	٣، ٢٦، ٣٠، ٣٧، ٦٧، ٧٨، ٨١
المروج الطبيعية	المروج الطبيعية/السهبية/ التندرا /البراري	NS	٣,٩٥	٢,٩٧	١,٩٢	١٠,٥١	٥٠، ٥٦، ٧٠، ٧٢
	المروج الطبيعية المعتدلة/ المدارية/شبه المدارية	NS	١,٥٨	١,٠٢	٠,٥٩	٣,١١	٢٢، ٢٣، ٣٢، ٥٢
	المروج الطبيعية شبه القاحلة	NS	٢,٨٠	١,٣٣	١,٤٣	٤,٩٢	١٧-١٩، ٣٤
أنواع أخرى	الأحراج/السافانا	NS	٠,٤٨	٠,١٩	٠,٢٦	١,٠١	١٠-١٢، ٢١، ٢٧، ٤٩، ٦٥، ٧٣، ٧٤
	أراضي الجنيبات	NS	٢,٨٣	٢,٠٤	٠,٣٤	٦,٤٩	١٤، ٢٩، ٣٥، ٣٨، ٤١، ٤٢، ٤٧، ٦٧
	مستنقعات المد والجزر	NS	١,٠٤	٠,٢١	٠,٧٤	١,٢٣	٢٤، ٣٩، ٦٨، ٨٠

NS= غير محدد

مراجع الجدول ٨

1. Alban, D., D. Perala, and B. Schlaegel (1978) Biomass and nutrient distribution in aspen, pine, and spruce stands on the same soil type in Minnesota. *Canadian Journal of Forest Research* **8**: 290-299.
2. Albaugh, T., H. Allen, P. Dougherty, L. Kress, and J. King (1998) Leaf area and above- and below-ground growth responses of loblolly pine to nutrient and water additions. *Forest Science* **44**(2): 317-328.
3. Anderson, F. (1971) Methods and Preliminary results of estimation of biomass and primary production in a south Sweedish mixed deciduous woodland. In: *Productivity of forest ecosystems. Proccedings of the Brussels symposium, 1969, ecology and conservation 4*. UNESCO, Paris.
4. Applegate, G. (1982) *Biomass of Blackbutt (Eucalyptus pilularis Sm.) Forests on Fraser Island*. Masters Thesis. University of New England, Armidale.
5. Bartholomew, W., J. Meyer, and H. Laudelout (1953) Mineral nutrient immobilization under forest and grass fallow in the Yangambi (Belgian Congo) region. *Publications de l'Institut National Pour l'Etude Agronomique du Congo Belge Serie scientifique* **57**: 27pp total.
6. Baskerville, G. (1966) Dry-matter production in immature balsam fir stands: roots, lesser vegetation, and total stand. *Forest Science* **12**: 49-53.
7. Berish, C. (1982) Root biomass and surface area in three successional tropicl forests. *Canadian Journal of Forest Research* **12**: 699-704.
8. Braekke, F. (1992) Root biomass changes after drainage and fertilisation of a low-shrub pine bog. *Plant and Soil* **143**: 33-43.
9. Brand, B. (1999) *Quantifying biomass and carbon sequestration of plantation blue gums in south west Western Australia*. Honours Thesis. Curtin University of Technology,
10. Burrows, W. (1976) *Aspects of nutrient cycling in semi-arid mallee and mulga communities*. PhD Thesis. Australian National University, Canberra.
11. Burrows, W., M. Hoffmann, J. Compton, P. Back, and L. Tait (2000) Allometric relationships and community biomass estimates for some dominant eucalypts in Central Queensland woodlands. *Australian Journal of Botany* **48**: 707-714.
12. Burrows, W., M. Hoffmann, J. Compton, and P. Back (2001) *Allometric relationships and community biomass stocks in white cypress pine (Callitris glaucophylla) and associated eucalypts of the Carnarvon area - south central Queensland*. National Carbon Accounting System Technical Report No. 33. Australian Greenhouse Office, Canberra. 16 p.
13. Buschbacher, R., C. Uhl, and E. Serrao (1988) Abandoned pastures in eastern Amazonia. II. Nutrient stocks in the soil and vegetation. *Journal of Ecology* **76**: 682-701.

14. Caldwell, M. and L. Camp (1974) Belowground productivity of two cool desert communities. *Oecologia* **17**: 123-130.
15. Canadell, J. and F. Roda (1991) Root biomass of Quercus ilex in a montane Mediterranean forest. *Canadian Journal of Forest Research* **21**(12): 1771-1778.
16. Chilcott, C. (1998) *The initial impacts of reforestation and deforestation on herbaceous species, litter decomposition, soil biota and nutrients in native temperate pastures on the Northern Tablelands, NSW*. PhD Thesis. University of New England, Armidale.
17. Christie, E. (1978) Ecosystem processes in semiarid grasslands. I. Primary production and water use of two communities possessing different photosynthetic pathways. *Australian Journal of Agricultural Research* **29**: 773-787.
18. Christie, E. (1979) Eco-physiological studies of the semiarid grasses *Aristida leptopoda* and *Astrebla lappacea. Australian Journal of Ecology* **4**: 223-228.
19. Christie, E. (1981) Biomass and nutrient dynamics in a C_4 semi-arid Australian grassland community. *Journal of Applied Ecology* **18**: 907-918.
20. Cole, D., S. Gessel, and S. Dice (1967) Distribution and cycling of nitrogen, phosphorus, potassium, and calcium in a second-growth Douglas-fir ecosystem. In: *Symposium : Primary productivity and mineral cycling in natural ecosystems*. American Association for the Advancement of Science 13th Annual Meeting New York City, December 27, 1967: University of Maine Press.
21. Compton, J., L. Tait, M. Hoffmann, and D. Myles (1999) Root-shoot ratios and root distribution for woodland communities across a rainfall gradient in central Queensland. In: *Proceedings of the VI International Rangeland Congress*. Townsville, Australia.
22. Cooksley, D., K. Butler, J. Prinsen and C. Paton (1988) Influence of soil type on *Heteropogon contortus* - *Bothrichloa bladhii* dominant native pasture in south-eastern Queensland. *Australian Journal of Experimental Agriculture* **28**: 587-591.
23. De Castro, E.A. and J.B. Kauffman (1998) Ecosystem structure in the Brazilian Cerrado: a vegetation gradient of aboveground biomass, root mass and consumption by fire. *Journal of Tropical Ecology* **14**(3): 263-283.
24. De la Cruz, A. and C. Hackney (1977) Energy value, elemental composition, and productivity of belowground biomass of a *Juncus* tidal marsh. *Ecology* **58**: 1165-1170.
25. Drew, W., S. Aksornkoae, and W. Kaitpraneet (1978) An assessment of productivity in successional stages from abandoned swidden (Rai) to dry evergreen forest in northeastern Thailand. *Forest Bulletin* **56**: 31 total.
26. Dylis, N. (1971) Primary production of mixed forests. In: *Productivity of forest ecosystems. Proceedings of the Brussels symposium, 1969*. Paris: UNESCO.
27. Eamus, D., X. Chen, G. Kelley, and L. Hutley (2002) Root biomass and root fractal analyses of an open *Eucalyptus* forest in a savanna of north Australia. *Australian Journal of Botany* **50**: 31-41.
28. Ewel, J. (1971) Biomass changes in early tropical succession. *Turrialba* **21**: 110-112.
29. Forrest, G. (1971) Structure and production of North Pennine blanket bog vegetation. *Journal of Ecology* **59**: 453-479.
30. Garkoti, S. and S. Singh (1995) Variation in net primary productivity and biomass of forests in the high mountains of Central Himalaya. *Journal of Vegetation Science* **6**: 23-28.
31. Golley, F., H. Odum, and R. Wilson (1962) The structure and metabolism of a Puerto Rican red mangrove forest in May. *Ecology* **43**(1): 9-19.
32. Graham, T. (1987) *The effect of renovation practices on nitrogen cycling and productivity of rundown buffel grass pasture*. PhD Thesis. University of Queensland,
33. Greenland, D. and J. Kowal (1960) Nutrient content of the moist tropical forest of Ghana. *Plant and Soil* **12**: 154-173.
34. Grouzis, M. and L. Akpo (1997) Influence of tree cover on herbaceous above- and below-ground phytomas in the Sahelian zone of Senegal. *Journal of Arid Environments* **35**: 285-296.
35. Groves, R. and R. Specht (1965) Growth of heath vegetation. 1. Annual growth curves of two heath ecosystems in Australia. *Australian Journal of Botany* **13**: 261-280.
36. Harris, W., R. Kinerson, and N. Edwards (1977) Comparison of belowground biomass of natural deciduous forest and loblolly pine plantations. *Pedobiologica* **17**: 369-381.
37. Hart, P., P. Clinton, R. Allen, A. Nordmeyer, and G. Evans (2003) Biomass and macro-nutrients (above- and below-ground) in a New Zealand beech (*Nothofagus*) forest ecosystem: implications for carbon storage and sustainable forest management. *Forest Ecology and Management* **174**: 281-294.
38. Hoffmann, M. and J. Kummerow (1978) Root studies in the Chilean matorral. *Oecologia* **32**: 57-69.
39. Hussey, A. and S. Long (1982) Seasonal changes in weight of above- and below-ground vegetation and dead plant material in a salt marsh at Colne Point, Essex. *Journal of Ecology* **70**: 757-771.
40. Johnstone W. (1971) Total standing crop and tree component distributions in three stands of 100-year-old lodgepole pine. In: *Forest biomass studies. 15th IUFRO Congress* (Ed.^Eds. H. Young). University of Maine Press, Orono. p. 81-89.
41. Jones, R. (1968) Estimating productivity and apparent photosynthesis from differences in consecutive measurements of total living plant parts of an Australian heathland. *Australian Journal of Botany* **16**: 589-602.
42. Kummerow, J., D. Krause, and W. Jow (1977) Root systems of chaparral shrubs. *Oecologia* **29**: 163-177.
43. Linder, S. and B. Axelsson (1982) Changes in carbon uptake and allocation patterns as a result of irrigation and fertilisation in a young Pinus sylvestris stand. In: *Carbon Uptake and Allocation:Key to Management of Subalpine Forest Ecosystems* (Ed.^Eds. R. Waring). Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis, Oregon. p. 38-44.
44. Litton, C., M. Ryan, D. Tinker, and D. Knight (2003) Belowground and aboveground biomass in young postfire lodgepole pine forests of contrasting tree density. *Canadian Journal of Forest Research* **33**(2): 351-363.
45. Lodhiyal, L. and N. Lodhiyal (1997) Variation in biomass and net primary productivity in short rotation high density central Himalayan poplar plantations. *Forest Ecology and Management* **98**: 167-179.
46. Lodhiyal, N., L. Lodhiyal, and P. Pangtey (2002) Structure and function of Shisham forests in central Himalaya, India: dry matter dynamics. *Annals of Botany* **89**: 41-54.
47. Low, A. and B. Lamont (1990) Aerial and belowground phytomass of *Banksia* scrub-heath at Eneabba, South-Western Australia. *Australian Journal of Botany* **38**: 351-359.
48. Lugo, A. (1992) Comparison of tropical tree plantations with secondary forests of similar age. *Ecological Monographs* **62**: 1-41.
49. Menaut, J. and J. Cesar (1982) The structure and dynamics of a west African savanna. In: *Ecology of Tropical Savannas* (Ed.^Eds. B. Huntley and B. Walker). Springer-Verlag, Berlin. p. 80-100.
50. Milchunas, D. and W. Lauenroth (1989) Three-dimensional distribution of plant biomass in relation to grazing and topography in the shortgrass steppe. *Oikos* **55**: 82-86.

51. Misra, R., C. Turnbull, R. Cromer, A. Gibbons, and A. LaSala (1998) Below- and above-ground growth of *Eucalyptus nitens* in a young plantation. I. Biomass. *Forest Ecology and Management* **106**: 283-293.
52. Nepstad, D. (1989) *Forest regrowth in abandoned pastures of eastern Amazonia: limitations to tree seedling survival and growth*. PhD Dissertation. Yale University, New Haven.
53. Nihlgård, B. (1972) Plant biomass, primary production and distribution of chemical elements in a beech and a planted spruce forest in South Sweden. *Oikos* **23**: 69-81.
54. Ovington, J. (1957a) Dry matter production by *Pinus sylvestris* L. *Annals of Botany, London* **N.S. 21**: 287-314.
55. Ovington, J. and H. Madgwick (1959a) Distribution of organic matter and plant nutrients in a plantation of Scotts pine. *Forest Science* **5**: 344-355.
56. Ovington, J. (1963) Plant biomass and productivity of prairie, savanna, oakwood, and maize field ecosystems in central Minnesota. *Ecology* **44**(1): 52-63.
57. Ovington, J. and J. Olson (1970) Biomass and chemical content of El Verde lower montane rain forest plants. In: *A tropical rain forest. A study of irradiation and ecology at El Verde, Puerto Rico (Division of Technical Information TID 24270)* (Ed.^Eds. H. Odum and R. Pigeon). US Atomic Energy Commission, Washington DC. p. 53-77.
58. Pearson, J., T. Fahey, and D. Knight (1984) Biomass and leaf area in contrasting lodgepole pine forests. *Canadian Journal of Forest Research* **14**: 259-265.
59. Prasad, R., A. Sah, A. Bhandari, and O. Choubey (1984) Dry matter production by *Eucalyptus camaldulensis* Dehn plantationin Jabalpur. *Indian Forester* **110**: 868-878.
60. Rawat, Y. and J. Singh (1988) Structure and function of oak forests in Central Himalaya. I. Dry matter dynamics. *Annals of Botany* **62**: 397-411.
61. Ritson, P. and S. Sochacki (2003) Measurement and prediction of biomass and carbon content of *Pinus pinaster* trees in farm forestry plantations, south-western Australia. *Forest Ecology and Management* **175**: 103-117.
62. Ruark, G. and J. Bockheim (1988) Biomass, net primary production, and nutrient distribution for an age sequence of *Populus tremuloides. Canadian Journal of Forest Research* **18**: 435-443.
63. Shanmughavel, P., Z. Zheng, S. Liqing, and C. Min (2001) Floristic structure and biomass distribution of a tropical seasonal rain forest in Xishuangbanna, southwest China. *Biomass and Bioenergy* **21**: 165-175.
64. Simonovic, V. (1980) Root productivity studies in deciduous forest ecosystem. In: *Environment and root behaviour* (Ed.^Eds. N. David). Geobios International, Jodhour, India. p. 213-230.
65. Singh, K. and R. Misra (1979) *Structure and Functioning of Natural, Modified and Silvicultural Ecosystems in Eastern Uttar Pradesh*. Final Technical Report (1975-1978) MAB research project. Banras Hindu University, Varanasi. 160 p.
66. Singh, R. and V. Sharma (1976) Biomass estimation in five different aged plantations of *Eucalyptus tereticornix* Smith in western Uttar Pradesh. In: *Oslo Biomass Studies* (Ed.^Eds. University of Maine, Orono. p. 143-161.
67. Singh, S., B. Adhikari, and D. Zobel (1994) Biomass, productivity, leaf longevity, and forest structure in the central Himalaya. *Ecological Monographs* **64**: 401-421.
68. Suzuki, E. and H. Tagawa (1983) Biomass of a mangrove forest and a sedge marsh on Ishigaki Island, south Japan. *Japanese Journal of Ecology* **33**: 231-234.
69. Tanner, E. (1980) Studies on the biomass and productivity in a series of montane rain forests in Jamaica. *Journal of Ecology* **68**: 573-588.
70. Titlyanova, A., G. Rusch, and E. van der Maarel (1988) Biomass structure of limestone grasslands on Öland in relation to grazing intensity. *Acta phytogeographica suecica* **76**: 125-134.
71. Uhl, C. (1987) Factors controlling succession following slash-and-burn agriculture in Amazonia *Journal of Ecology* **75**: 377-407.
72. van Wijk, M., M. Williams, L. Gough, S. Hobbie, and G. Shaver (2003) Luxury consumption of soil nutrients: a possible competitive strategy in above-ground and below-ground biomass allocation and root morphology for slow growing arctic vegetation? *Journal of Ecology* **91**: 664-676.
73. Werner, P.A. (1986) *Population dynamics and productivity of selected forest trees in Kakadu National Park*. Final report to the Australian National Parks and Wildlife Service. CSIRO Darwin, Tropical Ecosystems Research Centre, p.
74. Werner, P.A. and P.G. Murphy (2001) Size-specific biomass allocation and water content of above- and below-ground components of three *Eucalyptus* species in a northern Australian savanna. *Australian Journal of Botany* **49**(2): 155-167.
75. Westman, E. and R. Whitaker (1975) The pygmy forest region of northern California: studies on biomass and primary productivity. *Journal of Ecology* **63**: 493-520.
76. Westman, W. and R. Rogers (1977) Biomass and structure of a subtropical eucalypt forest, North Stradbroke Island. *Australian Journal of Botany* **25**: 171-191.
77. Whittaker, R. and G. Woodwell (1971) Measurement of net primary production in forests. In: *Productivity of Forest Ecosystems* (Eds.) Paris: UNESCO. p. 159-175.
78. Whittaker, R., F. Borman, G. Likens, and T. Siccama (1974) The Hubbard Brook ecosystem study: forest biomass and production. *Ecological Monographs* **44**: 233-252.
79. Will, G. (1966) Root growth and dry-matter production in a high-producing stand of *Pinus radiata. New Zealand Forestry Research Notes* **44**: 1-15.
80. Windham, L. (2001) Comparison of biomass production and decomposition between *Phragmites australis* (common reed) and *Spartina patens* (salt hay grass) in brackish tidal marshes of New Jersey, USA. *Wetlands* **21**(2): 179-188.
81. Zavitkovski, J. and R. Stevens (1972) Primary productivity of red alder ecosystems. *Ecology* **53**: 235-242.

الجدول ٩-١

الكثافات الخشبية الأساسية لخشب الساق (أطنان مادة جافة/متر مكعب حجم طري) في الأنواع الشمالية والمعتدلة

(يستخدم مع D في المعادلات ٣-٢-٣، و٣-٢-٥، و٣-٢-٧، و٣-٢-٨)

النوع أو الجنس	كثافة الخشب الأساسية m_0/V_{wet}	المصدر
Abies	٠,٤٠	١
Acer	٠,٥٢	١
Alnus	٠,٤٥	١
Betula	٠,٥١	١
Carpinus betulus	٠,٦٣	٣
Castanea sativa	٠,٤٨	٣
Fagus sylvatica	٠,٥٨	١
Fraxinus	٠,٥٧	١
Juglans	٠,٥٣	٣
Larix decidua	٠,٤٦	١
Larix kaempferi	٠,٤٩	٣
Picea abies	٠,٤٠	١
Picea sitchensis	٠,٤٠	٢
Pinus pinaster	٠,٤٤	٥
Pinus strobus	٠,٣٢	١
Pinus sylvestris	٠,٤٢	١
Populus	٠,٣٥	١
Prunus	٠,٤٩	١
Pseudotsuga menziesii	٠,٤٥	١
Quercus	٠,٥٨	١
Salix	٠,٤٥	١
Thuja plicata	٠,٣١	٤
Tilia	٠,٤٣	١
Tsuga	٠,٤٢	٤

المصادر:

1. Dietz, P. 1975: Dichte und Rindengehalt von Industrieholz. Holz Roh- Werkstoff 33: 135-141
2. Knigge, W.; Schulz, H. 1966: Grundriss der Forstbenutzung. Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin
3. EN 350-2 (1994): Durability of wood and wood products - Natural durability of solid wood - Part 2: Guide to the natural durability and treatability of selected wood species of importance in Europe
4. Forest Products Laboratory: Handbook of wood and wood-based materials. Hemisphere Publishing Corporation, New York, London
5. Rijsdijk, J.F.; Laming, P.B. 1994: Physical and related properties of 145 timbers. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London
6. Kollmann, F.F.P.; Coté, W.A. 1968: Principles of wood science and technology. Springer Verlag, Berlin, New York

الجدول٩-٢
الكثافات الخشبية الأساسية (D) لخشب الساق (أطنان مادة جافة/متر مكعب حجم طري) في أنواع الأشجار المدارية
(يستخدم مع D في المعادلات ٣-٢-٣، و٣-٢-٥، و٣-٢-٧، و٣-٢-٨)

آسيا المدارية	الكثافة	أمريكا المدارية	الكثافة	أفريقيا المدارية	الكثافة
Acacia leucophloea	0.76	Albizia spp.	0.52	Afzelia spp.	0.67
Adina cordifolia	0.58, 0.59+	Alcornea spp.	0.34	Aidia ochroleuca	0.78*
Aegle marmelo	0.75	Alexa grandiflora	0.6	Albizia spp.	0.52
Agathis spp.	0.44	Alnus ferruginea	0.38	Allanblackia floribunda	0.63*
Aglaia llanosiana	0.89	Anacardium excelsum	0.41	Allophyllus africanus f. acuminatus	0.45
Alangium longiflorum	0.65	Anadenanthera macrocarpa	0.86	Alstonia congensis	0.33
Albizzia amara	0.70*	Andira retusa	0.67	Amphimas pterocarpoides	0.63*
Albizzia falcataria	0.25	Aniba riparia lduckei	0.62	Anisophyllea obtusifolia	0.63*
Aleurites trisperma	0.43	Antiaris africana	0.38	Annonidium mannii	0.29*
Alnus japonica	0.43	Apeiba echinata	0.36	Anopyxis klaineana	0.74*
Alphitonia zizyphoides	0.5	Artocarpus comunis	0.7	Anthocleista keniensis	0.50*
Alphonsea arborea	0.69	Aspidosperma spp. (araracanga group)	0.75	Anthonotha macrophylla	0.78*
Alseodaphne longipes	0.49	Astronium lecointei	0.73	Anthostemma aubryanum	0.32*
Alstonia spp.	0.37	Bagassa guianensis	0.68,0.69+	Antiaris spp.	0.38
Amoora spp.	0.6	Banara guianensis	0.61	Antrocaryon klaineanum	0.50*
Anisophyllea zeylanica	0.46*	Basiloxylon exelsum	0.58	Aucoumea klaineana	0.37
Anisoptera spp,	0.54	Beilschmiedia sp.	0.61	Autranella congolensis	0.78
Anogeissus latifolia	0.78, 0.79+	Berthollettia excelsa	0.59, 0.63+	Baillonella toxisperma	0.71
Anthocephalus chinensis	0.36,0.33+	Bixa arborea	0.32	Balanites aegyptiaca	0.63*
Antidesma pleuricum	0.59	Bombacopsis sepium	0.39	Baphia kirkii	0.93*
Aphanamiris perrottetiana	0.52	Borojoa patinoi	0.52	Beilschmiedia louisii	0.70*
Araucaria bidwillii	0.43	Bowdichia spp.	0.74	Beilschmiedia nitida	0.50*
Artocarpus spp.	0.58	Brosimum spp. (alicastrum group)	0.64, 0.66+	Berlinia spp.	0.58
Azadirachta spp.	0.52	Brosimum utile	0.41, 0.46+	Blighia welwitschii	0.74*
Balanocarpus spp.	0.76	Brysenia adenophylla	0.54	Bombax spp.	0.4
Barringtonia edulis *	0.48	Buchenauia capitata	0.61, 0.63+	Brachystegia spp.	0.52
Bauhinia spp.	0.67	Bucida buceras	0.93	Bridelia micrantha	0.47*
Beilschmiedia tawa	0.58	Bulnesia arborea	1	Calpocalyx klainei	0.63*
Berrya cordifolia	0.78*	Bursera simaruba	0.29, 0.34+	Canarium schweinfurthii	0.40*
Bischofia javanica	0.54,0.58,0.62+	Byrsonima coriacea	0.64	Canthium rubrocostratum	0.63*
Bleasdalea vitiensis	0.43	Cabralea cangerana	0.55	Carapa procera	0.59
Bombax ceiba	0.33	Caesalpinia spp.	1.05	Casearia battiscombei	0.5
Bombycidendron vidalianum	0.53	Calophyllum sp.	0.65	Cassipourea euryoides	0.70*
Boswellia serrata	0.5	Campnosperma panamensis	0.33,0.50+	Cassipourea malosana	0.59*
Bridelia squamosa	0.5	Carapa sp.	0.47	Ceiba pentandra	0.26
Buchanania latifolia	0.45	Caryocar spp.	0.69, 0.72+	Celtis spp.	0.59
Bursera serrata	0.59	Casearia sp.	0.62	Chlorophora ercelsa	0.55
Butea monosperma	0.48	Cassia moschata	0.71	Chrysophyllum albidum	0.56*
Calophyllum spp.	0.53	Casuarina equisetifolia	0.81	Cleistanthus mildbraedii	0.87*
Calycarpa arborea	0.53	Catostemma spp.	0.55	Cleistopholis patens	0.36*
Cananga odorata	0.29	Cecropia spp.	0.36	Coelocaryon preussii	0.56”
Canarium spp.	0.44	Cedrela spp.	0.40, 0.46+	Cola sp.	0.70”
Canthium monstrosum	0.42	Cedrelinga catenaeformis	0.41, 0.53+	Combretodendron macrocarpum	0.7
Carallia calycina	0.66*	Ceiba pentandra	0.23,0.24,0.25, 0.29+	Conopharyngia holstii	0.50*

+ أخذت كثافات الخشب المحددة من أكثر من مصدر ببليوغرافي.
- اشتقت قيمة كثافة الخشب من معادلة الانحدار الواردة في *Ryes et al*، ١٩٩٢.
المصدر:
Reyes, Gisel; Brown, Sandra; Chapman, Jonathan; Lugo, Ariel E. 1992. Wood densities of tropical tree species. Gen. Tech. Rep. SO-88 New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 15pp.

(تابع) الجدول٩-٢
الكثافات الخشبية الأساسية (D) لخشب الساق (أطنان مادة جافة/متر مكعب حجم طري) في أنواع الأشجار المدارية
(يستخدم مع D في المعادلات ٣-٢-٣، و٣-٢-٥، و٣-٢-٧، و٣-٢-٨)

الكثافة	أفريقيا المدارية	الكثافة	أمريكا المدارية	الكثافة	TROPICAL ASIA
0.50”	Copaifera religiosa .	0.65	Centrolobium spp.	0.69	Cassia javanica
0.34	Cordia millenii	0.63	Cespedesia macrophylla	0.51	Castanopsis philippensis
0.36”	Cordia platythyrsa	0.8	Chaetocarpus schomburgkianus	0.83	Casuarina equisetifolia
0.63”	Corynanthe pachyceras	0.71,0.75+	Chlorophora tinctoria	0.85	Casuarina nodiflora
0.78*	Coda edulis	0.53,0.57+	Clarisia racemosa	0.38	Cedrela odorata
0.57	Croton megalocarpus	0.67	Clusia rosea	0.42	Cedrela spp.
0.70*	Cryptosepalum staudtii	0.26	Cochlospermum orinocensis	0.43	Cedrela toona
0.78*	Ctenolophon englerianus	0.46, 0.55+	Copaifera spp.	0.23	Ceiba pentandra
0.8	Cylicodiscus gabonensis	0.74	Cordia spp. (gerascanthus group)	0.49	Celtis luzonica
0.74	Cynometra alexandri	0.48	Cordia spp. (alliodora group)	0.52	Chisocheton pentandrus
0.61	Dacryodes spp.	0.7	Couepia sp.	0.76, 0.79, 0.80+	Chloroxylon swietenia
0.40*	Daniellia ogea	0.50,0.53+	Couma macrocarpa	0.57	Chukrassia tabularis
0.87”	Desbordesia pierreana	0.5	Couratari spp.	0.59	Citrus grandis
0.63*	Detarium senegalensis	0.48	Croton xanthochloros	0.5	Cleidion speciflorum
0.78*	Dialium excelsum	0.43, 0.44+	Cupressus lusitanica	0.88	Cleistanthus eollinus
0.78”	Didelotia africana	0.53	Cyrilla racemiflora	0.76	Cleistocalyx spp.
0.5	Didelotia letouzeyi	0.51	Dactyodes colombiana	0.27	Cochlospermum gossypium+religiosum
0.82	Diospyros spp.	0.52, 0.53+	Dacryodes excelsa	0.5	Cocos nucifera
0.32*	Discoglypremna caloneura	0.89	Dalbergia retusa.	0.33	Colona serratifolia
0.58	Distemonanthus benthamianus	0.82	Dalbergia stevensonii	0.57	Combretodendron quadrialatum
0.63*	Drypetes sp.	0.47	Declinanona calycina	0.53	Cordia spp.
0.51*	Ehretia acuminata	0.87	Dialium guianensis	0.69	Cotylelobium spp.
0.42”	Enantia chlorantha	0.36, 0.48+	Dialyanthera spp.	0.53*	Crataeva religiosa
0.66”	Endodesmia calophylloides	0.6	Dicorynia paraensis	0.4	Cratoxylon arborescens
0.53	Entandrophragma utile	0.74	Didymopanax sp.	0.59	Cryptocarya spp.
0.60*	Eribroma oblongum	0.99*	Dimorphandra mora	0.49	Cubilia cubili
0.50”	Eriocoelum microspermum	0.76, 0.77, 0.78+	Diplotropis purpurea	0.53	Cullenia excelsa
0.56*	Erismadelphus ensul	0.81,0.86,0.89+	Dipterix odorata	0.8	Cynometra spp.
0.25”	Erythrina vogelii	0.69	Drypetes variabilis	0.45, 0.47+	Dacrycarpus imbricatus
0.72	Erythrophleum ivorense	0.59	Dussia lehmannii	0.46	Dacrydium spp.
0.5	Erythroxylum mannii	0.63	Ecclinusa guianensis	0.61	Dacryodes spp.
0.69	Fagara macrophylla	0.39	Endlicheria cocvirey	0.64	Dalbergia paniculata
0.40”	Ficus iteophylla	0.82	Enterolobium schomburgkii	0.37	Decussocarpus vitiensis
0.45*	Fumtumia latifolia	0.78	Eperua spp.	0.35	Degeneria vitiensis
0.56*	Gambeya spp.	0.4	Eriotheca sp.	0.64	Dehaasia triandra
0.78”	Garcinia punctata	0.42, 0.48+	Erisma uncinatum	0.8	Dialium spp.
0.87”	Gilletiodendron mildbraedii	0.23	Erythrina sp.	0.59	Dillenia spp.
0.4	Gossweilerodendron balsamiferum	0.71,0.79,0.95+	Eschweilera spp.	0.7	Diospyros spp.
0.55”	Guarea thompsonii	0.51	Eucalyptus robusta	0.63	Diplodiscus paniculatus
0.72	Guibourtia spp.	0.73	Eugenia stahlii	0.61	Dipterocarpus caudatus
0.28”	Hannoa klaineana	0.68,0.70+	Euxylophora paraensis	0.56	Dipterocarpus eurynchus
0.45”	Harungana madagascariensis	0.69	Fagara spp.	0.61	Dipterocarpus gracilis
0.48”	Hexalobus crispiflorus	0.32	Ficus sp.	0.62	Dipterocarpus grandiflorus
0.59”	Holoptelea grandis	0.75	Genipa spp.	0.56	Dipterocarpus kerrii

+ أخذت كثافات الخشب المحددة من أكثر من مصدر بيليوغرافي.
- اشتقت قيمة كثافة الخشب من معادلة الانحدار الواردة في *Ryes et al*، ١٩٩٢.
المصدر:
Reyes, Gisel; Brown, Sandra; Chapman, Jonathan; Lugo, Ariel E. 1992. Wood densities of tropical tree species. Gen. Tech. Rep. SO-88 New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 15pp.

(تابع) الجدول٩-٢
الكثافات الخشبية الأساسية (D) لخشب الساق (أطنان مادة جافة/متر مكعب حجم طري) في أنواع الأشجار المدارية
(يستخدم مع D في المعادلات ٣-٢-٣، و٣-٢-٥، و٣-٢-٧، و٣-٢-٨)

الكثافة	أفريقيا المدارية	الكثافة	أمريكا المدارية	الكثافة	TROPICAL ASIA
0.7	Homalium spp.	0.67, 0.72+	Goupia glabra	0.57	Dipterocarpus kunstlerii
0.78”	Hylodendron gabonense.	0.52	Guarea chalde	0.61	Dipterocarpus spp.
0.78”	Hymenostegia pellegrini	0.52	Guarea spp.	0.52	Dipterocarpus warburgii
0.78”	Irvingia grandifolia	0.36	Guatteria spp.	0.5	Dracontomelon spp.
0.78	Julbernardia globiflora	0.52, 0.50+	Guazuma ulmifolia	0.61	Dryobalanops spp.
0.44	Khaya ivorensis	0.65	Guettarda scabra	0.75	Dtypetes bordenii
0.87	Klainedoxa gabonensis	0.95, 1.25+	Guillielma gasipae	0.53	Durio spp.
0.45”’	Lannea welwitschii	0.56	Gwtavia sp.	0.36	Dyera costulata
0.78”	Lecomtedoxa klainenna	0.68, 0.72+	Helicostylis tomentosa	0.49	Dysoxylum quercifolium
0.87”	Letestua durissima	0.29	Hernandia Sonora	0.40*	Elaeocarpus serratus
0.87”	Lophira alata	0.49	Hevea brasiliense	0.8	Emblica officinalis
0.45”	Lovoa trichilioides	0.40,0.54+	Himatanthus articulata	0.54	Endiandra laxiflora
0.40*	Macaranga kilimandscharica	0.74	Hirtella davisii	0.38	Endospermum spp.
0.41	Maesopsis eminii	0.66,0.67+	Humiria balsamifera	0.35	Enterolobium cyclocarpum
0.45”	Malacantha sp. aff. alnifolia	0.7	Humiriastrum procera	0.73	Epicharis cumingiana
0.62	Mammea africana	0.36, 0.37, 0.38+	Hura crepitans	0.24	Erythrina subumbrans
0.78”	Manilkara lacera	0.60,0.64+	Hyeronima alchorneoides	0.65	Erythrophloeum densiflorum
0.45*	Markhamia platycalyx	0.59	Hyeronima laxiflora	0.64	Eucalyptus citriodora
0.77”	Memecylon capitellatum	0.67	Hymenaea davisii	0.34	Eucalyptus deglupta
0.7	Microberlinia brazzavillensis	0.64	Hymenolobium sp.	0.65	Eugenia spp.
0.42”	Microcos coriaceus	0.49,0.52,0.58, 0.64+	Inga sp.	0.73	Fagraea spp.
0.72	Milletia spp.	0.46	Iryanthera spp.	0.65	Ficus benjamina
0.47	Mitragyna stipulosa	0.55	Jacaranda sp.	0.39	Ficus spp.
0.47”	Monopetalanthus pellegrinii	0.39	Joannesia heveoides	0.59	Ganua obovatifolia
0.23	Musanga cecropioides	0.73	Lachmellea speciosa	0.65	Garcinia myrtifolia
0.63	Nauclea diderrichii	0.68	Laetia procera	0.75	Garcinia spp.
0.32”	Neopoutonia macrocalyx	0.77	Lecythis spp.	0.64	Gardenia turgida
0.65	Nesogordonia papaverifera	0.78	Licania spp.	0.51	Garuga pinnata
0.78’	Ochtocosmus africanus	0.82	Licaria spp.	0.63	Gluta spp.
0.32	Odyendea spp.	0.41	Lindackeria sp.	0.41,0.45+	Gmelina arborea
0.78*	Oldfieldia africana	0.81	Linociera domingensis	0.54	Gmelina vitiensis
0.72	Ongokea gore	0.69	Lonchocarpus spp.	0.64	Gonocaryum calleryanum
0.53	Oxystigma oxyphyllum	0.56	Loxopterygium sagotii	0.57	Gonystylus punctatus
0.70”	Pachyelasma tessmannii	0.79	Lucuma spp.	0.68	Grewia tiliaefolia
0.58”	Pachypodanthium staudtii	0.5	Luehea spp.	0.73	Hardwickia binata
0.56”	Paraberlinia bifoliolata	0.64	Lueheopsis duckeana	0.62	Harpullia arborea
0.87”	Parinari glabra	0.59	Mabea piriri	0.56	Heritiera spp.
0.36”	Parkia bicolor	0.7	Machaerium spp.	0.53	Hevea brasiliensis
0.56”	Pausinystalia brachythyrsa	0.40*	Macoubea guianensis	0.57	Hibiscus tiliaceus
0.56”	Pausinystalia cf. talbotii	0.52	Magnolia spp.	0.38	Homalanthus populneus
0.78”	Pentaclethra macrophylla	0.57	Maguira sclerophylla	0.76	Homalium spp.
0.78”	Pentadesma butyracea	0.62	Mammea americana	0.62	Hopea acuminata
0.76”	Phyllanthus discoideus	0.55	Mangifera indica	0.64	Hopea spp.
0.70;”	Pierreodendron africanum	0.89	Manilkara sp.	0.68	Intsia palembanica
0.56	Piptadeniastrum africanum	0.63	Marila sp.	0.53	Kayea garciae

+ أخذت كثافات الخشب المحددة من أكثر من مصدر ببليوغرافي.
* اشتقت قيمة كثافة الخشب من معادلة الانحدار الواردة في *Ryes et al*، ١٩٩٢.
المصدر:
Reyes, Gisel; Brown, Sandra; Chapman, Jonathan; Lugo, Ariel E. 1992. Wood densities of tropical tree species. Gen. Tech. Rep. SO-88 New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 15pp.

(تابع) الجدول٩-٢
الكثافات الخشبية الأساسية (D) لخشب الساق (أطنان مادة جافة/متر مكعب حجم طري) في أنواع الأشجار المدارية
(يستخدم مع D في المعادلات ٣-٢-٣، و٣-٢-٥، و٣-٢-٧، و٣-٢-٨)

الكثافة	أفريقيا المدارية	الكثافة	أمريكا المدارية	الكثافة	TROPICAL ASIA
0.70”	Plagiostyles africana	0.78*	Marmaroxylon racemosum	0.48	Kingiodendron alternifolium
0.36	Poga oleosa	0.7	Matayba domingensis	0.36	Kleinhovia hospita
0.66”	Polyalthia suaveolens	0.61	Matisia hirta	0.53	Knema spp.
0.63”	Premna angolensis	0.71	Maytenus spp.	0.63	Koompassia excelsa
0.63*	Pteleopsis hylodendron	0.68	Mezilaurus lindaviana	0.65, 0.69+	Koordersiodendron pinnatum
0.61	Pterocarpus soyauxii	0.61	Michropholis spp.	0.72	Kydia calycina
0.52	Pterygota spp.	0.76,0.79+	Minquartia guianensis	0.55	Lagerstroemia spp.
0.4	Pycnanthus angolensis	0.71	Mora sp.	0.5	Lannea grandis
0.78*	Randia cladantha	0.88	Mouriria sideroxylon	0.64	Leucaena leucocephala
0.47*	Rauwolfia macrophylla	0.73	Myrciaria floribunda	0.88	Litchi chinensis ssp. philippinensis
0.2	Ricinodendron heudelotii	0.46	Myristica spp.	0.63	Lithocarpus soleriana
0.74”	Saccoglottis gabonensis	0.74, 0.76, 0.78+	Myroxylon balsamum	0.4	Litsea spp.
0.53*	Santiria trimera	0.52	Nectandra spp.	0.46	Lophopetalum spp.
0.50*	Sapium ellipticum	0.51	O c o t e a spp.	0.53	Macaranga denticulata
0.63*	Schrebera arborea	0.64	Onychopetalum amazonicum	0.53	Madhuca oblongifolia
0.68*	Sclorodophloeus zenkeri	0.59	Ormosia spp.	0.64	Mallotus philippensis
0.56	Scottellia coriacea	0.66	Ouratea sp.	0.52	Mangifera spp.
0.48	Scyphocephalium ochocoa	0.43	Pachira acuatica	0.76	Maniltoa minor
0.56”	Scytopetalum tieghemii	0.6	Paratecoma peroba	0.47	Mastixia philippinensis
0.56*	Sindoropsis letestui	0.68	Parinari spp.	0.63	Melanorrhea spp.
0.75	Staudtia stipitata	0.39	Parkia spp.	0.4	Melia dubia
0.56”	Stemonocoleus micranthus	0.79	Peltogyne spp.	0.37	Melicope triphylla
0.64	Sterculia rhinopetala	0.65,0.68+	Pentaclethra macroloba	0.27	Meliosma macrophylla
0.56*	Strephonema pseudocola	0.65	Peru glabrata	0.25	Melochia umbellata
0.63”	Strombosiopsis tetrandra	0.59	Peru schomburgkiana	0.83,0.85+	Me&a ferrea
0.82	Swartzia fistuloides	0.40, 0.47,0.52+	Persea spp.	0.70,0.76+	Metrosideros collina
0.58”	Symphonia globulifera	0.66	Petitia domingensis	0.43	Michelia spp.
0.59*	Syzygium cordatum	0.51	Pinus caribaea	0.4	Microcos stylocarpa
0.45	Terminalia superba	0.55	Pinus oocarpa	0.64	Micromelum compressum
0.85”	Tessmania africana	0.45	Pinus patula	0.63	Milliusa velutina
0.6	Testulea gabonensis	0.58	Piptadenia sp.	0.72*	Mimusops elengi
0.60”	Tetraberlinia tubmaniana	0.9	Piranhea longepedunculata	0.56	Mitragyna parviflora
0.50”	Tetrapleura tetraptera	0.96	Piratinera guianensis	0.53	Myristica spp.
0.55”	Tieghemella heckelii	0.56	Pithecellobium guachapele (syn. Pseudosamea)	0.53	Neesia spp.
0.40*	Trema sp.	0.70’	Platonia insignis	0.62	Neonauclea bernardoi
0.63”	Trichilia prieureana	0.71, 0.84+	Platymiscium spp.	0.55	Neotrewia cumingii
0.59”	Trichoscypha arborea	0.46	Podocarpus spp.	0.86	Ochna foxworthyi
0.32	Triplochiton scleroxylon.	0.32	Pourouma aff. melinonii	0.3	Ochroma pyramidale
0.6	Uapaca spp.	0.64, 0.67+	Pouteria spp.	0.27, 0.32+	Octomeles sumatrana
0.70”	Vepris undulata	0.40,0.41+	Prioria copaifera	0.32	Oroxylon indicum
0.4	Vitex doniana	0.53,0.64+	Protium spp.	0.7	Ougenia dalbergiodes
0.36*	Xylopia staudtii	0.64	Pseudolmedia laevigata	0.55	Palaquium spp.
		0.44	Pterocarpus spp.	0.5	Pangium edule
		0.66	Pterogyne nitens	0.51	Parashorea malaanonan
		0.5	Qualea albiflora	0.59	Parashorea stellata
		0.58	Qualea cf. lancifolia	0.77	Paratrophis glabra
		0.58	Qualea dinizii	0.68	Parinari spp.

+ أخذت كثافات الخشب المحددة من أكثر من مصدر بيلوغرافي.
- اشتقت قيمة كثافة الخشب من معادلة الانحدار الواردة في *Ryes et al*، ١٩٩٢.
المصدر:
Reyes, Gisel; Brown, Sandra; Chapman, Jonathan; Lugo, Ariel E. 1992. Wood densities of tropical tree species. Gen. Tech. Rep. SO-88 New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 15pp.

(تابع) الجدول٩-٢
الكثافات الخشبية الأساسية (D) لخشب الساق (أطنان مادة جافة/متر مكعب حجم طري) في أنواع الأشجار المدارية
(يستخدم مع D في المعادلات ٣-٢-٣، و٣-٢-٥، و٣-٢-٧، و٣-٢-٨)

TROPICAL ASIA	الكثافة	أمريكا المدارية	الكثافة	أفريقيا المدارية	الكثافة
Parkia roxburghii	0.34	Qualea spp.	0.55		
Payena spp.	0.55	Quararibaea guianensis	0.54		
Peltophorum pterocarpum	0.62	Quercus alata	0.71		
Pentace spp.	0.56	Quercus costaricensis	0.61		
Phaeanthus ebracteolatus	0.56	Quercus eugeniaefolia	0.67		
Phyllocladus hypophyllus	0.53	Quercus spp.	0.7		
Pinus caribaea	0.48	Raputia sp.	0.55		
Pinus insularis	0.47,0.48+	Rheedia spp.	0.72		
Pinus merkusii	0.54	Rollinia spp.	0.36		
Pisonia umbellifera	0.21	Saccoglottis cydonioides	0.72		
Pittosporum pentandrum	0.51	Sapium ssp.	0.47,0.72+		
Planchonia spp.	0.59	Schinopsis spp.	1		
Podocarpus spp.	0.43	Sclerobium spp.	0.47		
Polyalthia flava	0.51	Sickingia spp.	0.52		
Polyscias nodosa	0.38	Simaba multiflora	0.51		
Pometia spp.	0.54	Simarouba amara	0.32, 0.34,0.38+		
Pouteria villamilii	0.47	Sloanea guianensis	0.79		
Premna tomentosa	0.96	Spondias mombin	0.30, 0.40,0.41+		
Pterocarpus marsupium	0.67	Sterculia spp.	0.55		
Pterocymbium tinctorium	0.28	Stylogyne spp.	0.69		
Pyge'um vulgare	0.57	Swartzia spp.	0.95		
Quercus spp.	0.7	Swietenia macrophylla	0.42,0.45,0.46, 0.54+		
Radermachera pinnata	0.51	Symphonia globulifera	0.68		
Salmalia malabarica	0.32,0.33+	Tabebuia spp. (lapacho group)	0.91		
Samanea saman	0.45, 0.46+	Tabebuia spp. (roble)	0.52		
Sandoricum vidalii	0.43	Tabebuia spp. (white cedar)	0.57		
Sapindus saponaria	0.58	Tabebuia stenocalyx	0.55,0.57+		
Sapium luzontcum	0.4	Tachigalia myrmecophylla	0.56		
Schleichera oleosa	0.96	Talisia sp.	0.84		
Schrebera swietenoides	0.82	Tapirira guianensis	0.47*		
Semicarpus anacardium	0.64	Terminalia sp.	0.50, 0.51, 0.58+		
Serialbizia acle	0.57	Tetragastris altisima	0.61		
Serianthes melanesica	0.48	Toluifera balsamum	0.74		
Sesbania grandiflora	0.4	Torrubia sp.	0.52		
Shorea assamica forma philippinensis	0.41	Toulicia pulvinata	0.63		
Shorea astylosa	0.73	Tovomita guianensis	0.6		
Shorea ciliata	0.75	Trattinickia sp.	0.38		
Shorea contorta	0.44	Trichilia propingua	0.58		
Shorea gisok	0.76	Trichosperma mexicanum	0.41		
Shorea guiso	0.68	Triplaris spp.	0.56		
Shorea hopeifolia	0.44	Trophis sp.	0.54		
Shorea malibato	0.78	Vatairea spp.	0.6		
Shorea negrosensis	0.44	Virola spp.	0.40, 0.44, 0.48+		
Shorea palosapis	0.39	Vismia spp.	0.41		
Shorea plagata	0.7	Vitex spp.	0.52,0.56, 0.57+		

+ أخذت كثافات الخشب المحددة من أكثر من مصدر بليوغرافي.
- اشتقت قيمة كثافة الخشب من معادلة الانحدار الواردة في *Ryes et al*، ١٩٩٢.
المصدر:
Reyes, Gisel; Brown, Sandra; Chapman, Jonathan; Lugo, Ariel E. 1992. Wood densities of tropical tree species. Gen. Tech. Rep. SO-88 New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 15pp.

(تابع) الجدول٩-٢
الكثافات الخشبية الأساسية (D) لخشب الساق (أطنان مادة جافة/متر مكعب حجم طري) في أنواع الأشجار المدارية
(يستخدم مع D في المعادلات ٣-٢-٣، و٣-٢-٥، و٣-٢-٧، و٣-٢-٨)

TROPICAL ASIA	الكثافة	أمريكا المدارية	الكثافة	أفريقيا المدارية	الكثافة
Shorea polita	0.47	Vitex stahelii	0.6		
Shorea polysperma	0.47	Vochysia spp.	0.40,0.47, 0.79+		
Shorea robusta	0.72	Vouacapoua americana	0.79		
Shorea spp. balau group	0.7	Warszewicsia coccinea	0.56		
Shorea spp. dark red meranti	0.55	Xanthoxylum martinicensis	0.46		
Shorea spp. light red meranti	0.4	Xanthoxylum spp.	0.44		
Shorea spp. white meranti	0.48	Xylopia frutescens	0 64”		
Shorea spp. yellow meranti	0.46				
Shorea virescens	0.42				
Sloanea javanica	0.53				
Soymida febrifuga	0.97				
Spathodea campanulata	0.25				
Stemonurus luzoniensis	0.37				
Sterculia vitiensis	0.31				
Stereospermum suaveolens	0.62				
Strombosia philippinensis	0.71				
Strychnos potatorum	0.88				
Swietenia macrophylla	0.49,0.53+				
Swintonia foxworthyi	0.62				
Swintonia spp.	0.61				
Sycopsis dunni	0.63				
Syzygium spp.	0.69, 0.76+				
Tamarindus indica	0.75				
Tectona grandis	0.50,0.55+				
Teijsmanniodendron ahernianum	0.9				
Terminalia citrina	0.71				
Terminalia copelandii	0.46				
Terminalia foetidissima	0.55				
Terminalia microcarpa	0.53				
Terminalia nitens	0.58				
Terminalia pterocarpa	0.48				
Terminalia tomentosa	0.73,0.76, 0.77+				
Ternstroemia megacarpa	0.53				
Tetrameles nudiflora	0.3				
Tetramerista glabra	0.61				
Thespesia populnea	0.52				
Toona calantas	0.29				
Trema orientalis	0.31				

+ أخذت كثافات الخشب المحددة من أكثر من مصدر ببليوغرافي.
- اشتقت قيمة كثافة الخشب من معادلة الانحدار الواردة في *Ryes et al*، ١٩٩٢.
المصدر:
Reyes, Gisel; Brown, Sandra; Chapman, Jonathan; Lugo, Ariel E. 1992. Wood densities of tropical tree species. Gen. Tech. Rep. SO-88 New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 15pp.

(تابع) الجدول٩-٢
الكثافات الخشبية الأساسية (D) لخشب الساق (أطنان مادة جافة/متر مكعب حجم طري) في أنواع الأشجار المدارية
(يستخدم مع D في المعادلات ٣-٢-٣، و٣-٢-٥، و٣-٢-٧، و٣-٢-٨)

TROPICAL ASIA	الكثافة	أمريكا المدارية	الكثافة	أفريقيا المدارية	الكثافة
Trichospermum richii	0.32				
Tristania spp.	0.80				
Turpinia ovalifolia	0.36				
Vateria indica	0.47*				
Vatica spp.	0.69				
Vitex spp.	0.65				
Wallaceodendron celebicum	0.55, 0.57+				
Weinmannia luzoniensis	0.49				
Wrightia tinctorea	0.75				
Xanthophyllum excelsum	0.63				
Xanthostemon verdugonianus	1.04				
Xylia xylocarpa	0.73,0.81+				
Zanthoxylum rhetsa	0.33				
Zizyphus spp.	0.76				

+ أخذت كثافات الخشب المحددة من أكثر من مصدر ببليوغرافي.
- اشتقت قيمة كثافة الخشب من معادلة الانحدار الواردة في *Ryes et al* ١٩٩٢.
المصدر:
Reyes, Gisel; Brown, Sandra; Chapman, Jonathan; Lugo, Ariel E. 1992. Wood densities of tropical tree species. Gen. Tech. Rep. SO-88 New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 15pp.

الجدول ١٠
القيم الافتراضية لمعاملات توسع الكتلة الحيوية
(يستخدم BEF_2 مع البيانات المتعلقة بالكتلة الحيوية للحجم القائم في المعادلة ٣-٢-٣، ويستخدم BEF_1 مع البيانات المتعلقة بالزيادة في المعادلة ٣-٢-٥)

المنطقة المناخية	نوع الغابة	الحد الأدنى للقطر بارتفاع الصدر (سم)	(من فوق القشرة) مع بيانات الكتلة الحيوية BEF_2يستخدم القائمة (المعادلة ٣-٢-٣)	(من فوق القشرة) مع بيانات الزيادة BEF_1يستخدم (المعادلة ٣-٢-٥)
الشمالية	المخروطية	٠-٨,٠	١,٣٥ (١,١٥-٣,٨)	١,١٥ (١-١,٣)
	العريضة الأوراق	٠-٨,٠	١,٣ (١,١٥-٤,٢)	١,١ (١-١,٣)
المعتدلة	المخروطيات:التنوب الصنوبر	٠-١٢,٥	١,٣ (١,١٥-٤,٢)	١,١٥ (١-١,٣)
	الصنوبر	٠-١٢,٥	١,٣ (١,١٥-٣,٤)	١,٠٥ (١-١,٢)
	العريضة الأوراق	٠-١٢,٥	١,٤ (١,١٥-٣,٢)	١,٢ (١,١-١,٣)
المدارية	الصنوبر	١٠,٠	١,٣ (١,٢-٤,٠)	١,٢ (١,١-١,٣)
	العريضة الأوراق	١٠,٠	٣,٤ (٢,٠-٩,٠)	١,٥ (١,٣-١,٧)

ملحوظة: تمثل BEF_2s الواردة في هذا الجدول متوسطات الحجم القائم أو العمر، ويمثل الحد الأعلى للنطاق الغابات الصغيرة أو الغابات التي تتسم بانخفاض المخزون القائم. وتقرب الحدود الدنيا للنطاق الغابات الكاملة النمو أو الغابات التي تتسم بارتفاع المخزون القائم. وتنطبق القيم على الكتلة الحيوية للمخزون القائم (وزن جاف)، بما في ذلك اللحاء وأدنى قطر معين بارتفاع الصدر. ولم يحدد القطر العلوي الأدنى ومعالجة الأغصان. والنتيجة هي الكتلة الحيوية الظاهرة للأشجار.

المصادر:

Isaev *et al.*, 1993; Brown, 1997; Brown and Schroeder 1999; Schoene, 1999; ECE/FAO TBFRA, 2000; Lowe *et al.*, 2000; please also refer to FRA Working Paper 68 and 69 for average values for developing countries (http://www.fao.org/forestry/index.jsp)

الجدول ١١
القيم الافتراضية للجزء المتروك ليتعفن في الغابة من مجموع المحصول المقطوع (f_{BL})
(لا يستخدم إلا مع f_{BL} في المعادلة ٣-٢-٧)

الإقليم	f_{BL}
الشمالي المستغل بكثافة	٠,٠٧
المعتدل المستغل بكثافة	٠,١
الغابات شبه الطبيعية المعتدلة	٠,١٥
المزارع المدارية	٠,٢٥
القطع الانتقائي للأخشاب المدارية في الغابات الأولية	٠,٤

الجدول ١٢
قيم معاملات الاحتراق (نسبة الكتلة الحيوية المستهلكة قبل الإحراق) في الحرائق في مجموعة من الأنواع النباتية
(تستخدم قيم عمود "المتوسط" مع ($1-f_{BL}$) في المعادلة ٣–٢–٩ ومع $p$burned on site في المعادلة ٣–٣–١٠)

النوع النباتي	الفئة الفرعية	المتوسط	SD	No. m[1]	النطاق	No. r[2]	المراجع
الغابات المدارية الأولية (القطع والحرق)	الغابات المدارية الأولية	٠,٣٢	٠,١٢	١٤	٠,٢٠ – ٠,٦٢	١٧	٧، ٨، ١٥، ٥٦، ٦٦، ٣، ١٦، ٥٣، ١٧، ٤٥
	الغابات المدارية الأولية المنخفضة الكثافة	٠,٤٥	٠,٠٩	٣	٠,٣٦ – ٠,٥٤	٣	٢١
	الغابات الرطبة المدارية الأولية	٠,٥٠	٠,٠٣	٢	٠,٣٩ – ٠,٥٤	٢	٣٧، ٧٣
	الغابات الجافة المدارية الأولية	–	–	٠	٠,٧٨ – ٠,٩٥	١	٦٦
جميع الغابات المدارية الأولية		**٠,٣٦**	**٠,١٣**	**١٩**	**٠,١٩ – ٠,٩٥**	**٢٣**	
الغابات المدارية الثانوية (القطع والحرق)	الغابات المدارية الثانوية الصغيرة (٣–٥ سنوات)	٠,٤٦	–	١	٠,٤٣ – ٠,٥٢	١	٦١
	الغابات المدارية الثانوية المتوسطة (٦–١٠ سنوات)	٠,٦٧	٠,٢١	٢	٠,٤٦ – ٠,٩٠	٢	٦١، ٣٥
	الغابات المدارية الثانوية المتقدمة (١٤–١٧ سنة)	٠,٥٠	٠,١٠	٢	٠,٣٦ – ٠,٧٩	٢	٦١، ٧٣
جميع الغابات المدارية الثانوية		**٠,٥٥**	**٠,٠٦**	٨	**٠,٣٦ – ٠,٩٠**	٩	٥٦، ٦٦، ٣٤، ٣٠
جميع الغابات المدارية الثالثية		**٠,٥٩**	–	١	**٠,٤٧ – ٠,٨٨**	٢	٦٦، ٣٠
الغابات الشمالية	الحرائق البرية (العامة)	٠,٤٠	٠,٠٦	٢	٠,٣٦ – ٠,٤٥	٢	٣٣
	الحرائق التاجية	٠,٤٣	٢١..٠	٣	٠,١٨ – ٠,٧٦	٦	٦٦، ٤١، ٦٤، ٦٣
	الحرائق السطحية	٠,١٥	٠,٠٨	٣	٠,٠٥ – ٠,٧٣	٣	٦٤، ٦٣
	حرق المخلفات بعد القطع	٠,٣٣	٠,١٣	٤	٠,٢٠ – ٠,٥٨	٤	٤٩، ٤٠، ١٨
	حرائق تعرية الأرض	٠,٥٩	–	١	٠,٥٠ – ٠,٧٠	١	٦٧
جميع الغابات الشمالية		**٠,٣٤**	**٠,١٧**	**١٥**	**٠,٠٥ – ٠,٧٦**	**١٦**	٤٥، ٤٧
الغابات **الأوكاليبتوسية**	الحرائق البرية	–	–	٠	–	٠	
	الحرائق السطحية الموجهة	٠,٦١	٠,١١	٦	*٠,٥٠ – ٠,٧٧	٦	٧٢، ٥٤، ٦٠، ٩
	حرق المخلفات بعد القطع	٠,٦٨	٠,١٤	٥	٠,٤٩ – ٠,٨٢	٥	٢٥، ٥٨، ٤٦
	القطع والحرق (حرائق تعرية الأرض)	٠,٤٩	–	١	–	١	٦٢
جميع الغابات الأوكاليبتوسية		**٠,٦٣**	**٠,١٣**	**١٢**	**٠,٤٩ – ٠,٨٢**	**١٢**	
الغابات المعتدلة الأخرى	حرق المخلفات بعد القطع	٠,٦٢	٠,١٢	٧	٠,٤٨ – ٠,٨٤	٧	٥٥، ١٩، ٢٧، ١٤
	القطع والحرق (حرائق تعرية الأرض)	٠,٥١	–	١	٠,١٦ – ٠,٥٨	٣	٥٣، ٢٤، ٧١
جميع الغابات المعتدلة "الأخرى"		**٠,٤٥**	**٠,١٦**	**١٩**	**٠,١٦ – ٠,٨٤**	**١٧**	٥٣، ٥٦
أراضي الجنيبات	أراضي الجنيبات (العامة)	٠,٩٥	–	١	–	١	٤٤
	خلنج كالونا	٠,٧١	٠,٣٠	٤	٠,٢٧ – ٠,٩٨	٤	٢٦، ٥٦، ٣٩
	فينبوس	٠,٦١	٠,١٦	٢	٠,٥٠ – ٠,٨٧	٢	٧٠، ٤٤
جميع أراضي الجنيبات		**٠,٧٢**	**٠,٢٥**	٧	**٠,٢٧ – ٠,٩٨**	٧	
غابات السافانا (حرائق بداية موسم الجفاف)*	غابات السافانا@	٠,٢٢	–	١	٠,٠١ – ٠,٤٧	١	٢٨
	منتزهات السافانا	٠,٧٣	–	١	٠,٤٤ – ٠,٨٧	١	٥٧
	غابات السافانا الأخرى	٠,٣٧	٠,١٩	٤	٠,١٤ – ٠,٦٣	٤	٢٢، ٢٩
جميع غابات السافانا (حرائق بداية موسم الجفاف)		**٠,٤٠**	**٠,٢٢**	٦	**٠,٠١ – ٠,٨٧**	٦	
غابات السافانا (حرائق منتصف/أواخر موسم الجفاف)*	غابات السافانا@	٠,٧٢	–	١	٠,٧١ – ٠,٨٨	٢	٦٦، ٥٧
	منتزهات السافانا	٠,٨٢	٠,٠٧	٦	٠,٤٩ – ٠,٩٦	٦	٥٧، ٦، ٥١
	السافانا المدارية#	٠,٧٣	٠,٠٤	٣	٠,٦٣ – ٠,٩٤	٥	٥٢، ٧٣، ٦٦، ١٢
	غابات السافانا الأخرى	٠,٦٨	٠,١٩	٧	٠,٣٨ – ٠,٩٦	٧	٢٢، ٢٩، ٤٤، ٣١، ٥٧
جميع غابات السافانا (حرائق منتصف/أواخر موسم الجفاف)*		**٠,٧٤**	**٠,١٤**	١٧	**٠,٢٩ – ٠,٩٦**	٢٠	

[1] **No. m= عدد ملاحظات المتوسط.**
[2] **No. r= عدد ملاحظات النطاق.**
* **احتراق الطبقة السطحية فقط؛ #campo cerrado, cerrado sensu stricto؛ $camp sujo, campo limpo, dampo؛ @miombo.**
~ **مشتق من الغابات المدارية المقطوعة (يشمل المواد الخشبية غير المحروقة).**

(تابع) الجدول ١٢

قيم معاملات الاحتراق (نسبة الكتلة الحيوية المستهلكة قبل الإحراق) في الحرائق في مجموعة من الأنواع النباتية

(تستخدم قيم عمود "المتوسط" مع $(1-f_{BL})$ في المعادلة ٣-٢-٩ ومع ***p*burned on site** في المعادلة ٣-٣-١٠)

النوع النباتي	الفئة الفرعية	المتوسط	الانحراف المعياري	No. m[1]	النطاق	No. r[2]	المراجع
مروج السافانا /مراعي السافانا (حرائق بداية موسم الجفاف)*	المروج الطبيعية المدارية/شبه المدارية $	٠,٧٤	–	١	٠,٤٤ – ٠,٩٨	١	٢٨
	المروج الطبيعية	–	–	٠	٠,١٨ – ٠,٧٨	١	٤٨
جميع مروج السافانا /مراعي السافانا (حرائق بداية موسم الجفاف)*		**٠,٧٤**	–	**١**	**٠,١٨ – ٠,٩٨**	**٢**	
مروج السافانا /مراعي السافانا (حرائق منتصف/أواخر موسم الجفاف)*	المروج الطبيعية المدارية/شبه المدارية $	٠,٩٢	٠,١١	٧	٠,٧١ – ١,٠٠	٨	٤٤، ٧٣، ٦٦، ١٢، ٥٧
	المراعي المدارية^	٠,٣٥	٠,٢١	٦	٠,١٩ – ٠,٨١	٧	٤، ٢٣، ٣٨، ٦٦
	السافانا	٠,٨٦	٠,١٢	١٦	٠,٤٤ – ١,٠٠	٢٣	٥٣، ٥، ٥٦، ٤٢، ٥٠، ٦، ٤٥، ١٣، ٤٤، ٦٥، ٦٦
جميع مروج السافانا (حرائق منتصف/أواخر موسم الجفاف)*		**٠,٧٧**	**٠,٢٦**	**٢٩**	**٠,١٩ – ١,٠٠**	**٣٨**	
الأنواع النباتية الأخرى	الأراضي الخثية	٠,٥٠	–	١	٠,٥٠ – ٠,٦٨	٢	٢٠، ٤٤
	الأراضي الرطبة المدارية	٠,٧٠	–	١	–	١	٤٤

[1] **No. m= عدد ملاحظات المتوسط.**

[2] **No. r= عدد ملاحظات النطاق.**

* **احتراق الطبقة السطحية فقط؛ #campo cerrado, cerrado sensu stricto؛ $camp sujo, campo limpo, dampo؛ @miombo.**

^ **مشتق من الغابات المدارية المقطوعة (يشمل المواد الخشبية غير المحروقة).**

الجدول ١٣

قيم استهلاك الكتلة الحيوية(طن/هكتار) في الحرائق في مجموعة من الأنواع النباتية

(يستخدم في المعادلة ٣-٢-٩ مع هذا الجزء من المعادلة:

$B_W \bullet (1- f_{BL})$ ' أي المقدار المطلق)

النوع النباتي	الفئة الفرعية	المتوسط	الانحراف المعياري	No. m[1]	النطاق	No. r[2]	المراجع
الغابات المدارية الأولية (القطع والحرق)	الغابات المدارية الأولية	٨٣,٩	٢٥,٨	٦	١٠ – ٢٢٨	٩	٧، ١٥، ٦٦، ٣، ١٦، ١٧، ٤٥
	الغابات المدارية الأولية المنخفضة الكثافة	١٦٣,٦	٥٢,١	٣	١٠٩,٩ – ٢١٤	٣	٢١،
	الغابات الرطبة المدارية الأولية	١٦٠,٤	١١,٨	٢	١١٥,٧ – ٢١٦,٦	٢	٣٧، ٧٣
	الغابات الجافة المدارية الأولية	–	–	٠	٥٧ – ٧٠	١	٦٦
جميع الغابات المدارية الأولية		**١١٩,٦**	**٥٠,٧**	**١١**	**١٠ – ٢٢٨**	**١٥**	
الغابات المدارية الثانوية (القطع والحرق)	الغابات المدارية الثانوية الناشئة (٣-٥ سنوات)	٨,١	–	١	٧,٢ – ٩,٤	١	٦١
	الغابات المدارية الثانوية المتوسطة (٦-١٠ سنوات)	٤١,١	٢٧,٤	٢	١٨,٨ – ٦٦	٢	٦١، ٣٥
	الغابات المدارية الثانوية المتقدمة (١٤-١٧ سنة)	٤٦,٤	٨,٠	٢	٢٩,١ – ٦٣,٢	٢	٦١، ٧٣
جميع الغابات المدارية الثانوية		**٤٢,٢**	**٢٣,٦**	**٥**	**٧,٢ – ٩٣,٦**	**٥**	٦٦، ٣٠
جميع الغابات المدارية الثالثية		**٥٤,١**	–	**١**	**٤,٥ – ٥٣**	**٢**	٦٦، ٣٠
الغابات الشمالية	الحرائق البرية (العامة)	٥٢,٨	٤٨,٤	٦	١٨ – ١٤٩	٦	٢، ٣٣، ٦٦
	الحرائق التاجية	٢٥,١	٧,٩	١٠	١٥ – ٤٣	١٠	١١، ٤٣، ٦٦، ٤١، ٦٣، ٦٤
	الحرائق السطحية	٢١,٦	٢٥,١	١٢	١,٠ – ١٤٨	١٣	٤٣، ٦٩، ٦٦، ٦٣، ٦٤، ١
	حرق المخلفات بعد القطع	٦٩,٦	٤٤,٨	٧	٧ – ٢٠٢	٩	٤٩، ٤٠، ٦٦، ١٨
	حرائق تعرية الأرض	٨٧,٥	٣٥,٠	٣	٤٨ – ١٣٦	٣	١٠، ٦٧
جميع الغابات الشمالية		**٤١,٠**	**٣٦,٥**	**٤٤**	**١,٠ – ٢٠٢**	**٤٩**	٤٣، ٤٥، ٦٩، ٤٧
الغابات الأوكاليبتوسية	الحرائق البرية	٥٣,٠	٥٣,٦	٨	٢٠ – ١٧٩	٨	٦٦، ٣٢، ٩
	الحرائق السطحية المتعمدة	١٦,٠	١٣,٧	٨	٤,٢ – ١٧	٨	٦٦، ٧٢، ٥٤، ٦٠، ٩
	حرق المخلفات بعد القطع	١٦٨,٤	١٦٨,٨	٥	٣٤ – ٤٥٣	٥	٢٥، ٥٨، ٤٦
	القطع والحرق (حرائق تعرية الأرض)	١٣٢,٦	–	١	٥٠ – ١٣٣	٢	٦٢، ٩
جميع الغابات الأوكاليبتوسية		**٦٩,٤**	**١٠٠,٨**	**٢٢**	**٤,٢ – ٤٥٣**	**٢٣**	

(تابع) الجدول ١٣

قيم استهلاك الكتلة الحيوية(طن/هكتار) في الحرائق في مجموعة من الأنواع النباتية

(يستخدم في المعادلة ٣-٢-٩ مع هذا الجزء من المعادلة: '$B_W \bullet (1- f_{BL})$' أي المقدار المطلق)

النوع النباتي	الفئة الفرعية	المتوسط	SD	No. m[1]	النطاق	No. r[2]	المراجع
الغابات المعتدلة الأخرى	الحرائق البرية	١٩,٨	٦,٣	٤	١١ – ٢٥	٤	٣٢، ٦٦
	حرق المخلفات بعد القطع	٧٧,٥	٦٥,٠	٧	١٥ – ٢٢٠	٨	٥٥، ١٩، ١٤، ٢٧، ٦٦
	القطع والحرق (حرائق تعرية الأرض)	٤٨,٤	٦٢,٧	٢	٣ – ١٣٠	٣	٥٣، ٢٤، ٧١
جميع الغابات المعتدلة "الأخرى"		**٥٠,٤**	**٥٣,٧**	**١٥**	**٣ – ٢٢٠**	**١٨**	٤٣، ٥٦
أراضي الجنيبات	أراضي الجنيبات (العامة)	٢٦,٧	٤,٢	٣	٢٢ – ٣٠	٣	٤٣
	خلنج كالونا	١١,٥	٤,٣	٣	٦,٥ – ٢١	٣	٢٦، ٣٩
	الشيح	٥,٧	٣,٨	٣	١,١ – ١٨	٤	٦٦
	فينبوس	١٢,٩	٠,١	٢	٥,٩ – ٢٣	٢	٧٠، ٦٦
جميع أراضي الجنيبات		**١٤,٣**	**٩,٠**	**١١**	**١,١ – ٣٠**	**١٢**	
مروج السافانا (حرائق بداية موسم الجفاف)*	غابات السافانا@	٢,٥	–	١	٠,١ – ٥,٣	١	٢٨
	منتزهات السافانا	٢,٧	–	١	١,٤ – ٣,٩	١	٥٧
جميع غابات السافانا (حرائق بداية موسم)		**٢,٦**	**٠,١**	**٢**	**٠,٠٧ – ٣,٩**	**٢**	
كل غابات السافانا (حرائق منتصف/أواخر موسم الجفاف)*	غابات السافانا@	٣,٣	–	١	٣,٢ – ٣,٣	١	٥٧
	منتزهات السافانا	٤,٠	١,١	٦	١ – ١٠,٦	٦	٥٧، ٦، ٥١
	السافانا المدارية#	٦	١,٨	٢	٣,٧ – ٨,٤	٢	٥٢، ٧٣
	غابات السافانا الأخرى	٥,٣	١,٧	٣	٣,٧ – ٧,٦	٣	٥٩، ٥٧، ٣١
جميع غابات السافانا (حرائق منتصف/أواخر موسم الجفاف)*		**٤,٦**	**١,٥**	**١٢**	**١,٠ – ١٠,٦**	**١٢**	
مروج السافانا (حرائق بداية موسم الجفاف)*	المروج الطبيعية المدارية/شبه المدارية$	٢,١	–	١	١,٤ – ٣,١	١	٢٨
	المروج الطبيعية	–	–	–	١,٢ – ١١	١	٤٨
جميع مروج السافانا /مراعي السافانا (حرائق بداية موسم الجفاف)*		**٢,١**	–	**١**	**١,٢ – ١١**	**٢**	
مروج السافانا /مراعي السافانا (حرائق منتصف موسم الجفاف)*	المروج الطبيعية المدارية/شبه المدارية$	٥,٢	١,٧	٦	٢,٥ – ٧,١	٦	٩، ٧٣، ١٢، ٥٧
	المروج الطبيعية	٤,١	٣,١	٦	١,٥ – ١٠	٦	٤٣، ٩
	المراعي المدارية˜	٢٣,٧	١١,٨	٦	٤,٧ – ٤٥	٧	٤، ٢٣، ٣٨، ٦٦
	السافانا	٧,٠	٢,٧	٦	٠,٥ – ١٨	١٠	٤٢، ٥٠، ٦، ٤٥، ١٣، ٦٥
جميع مروج السافانا (حرائق منتصف/أواخر موسم الجفاف)*		١٠,٠	١٠,١	٢٤	٠,٥ – ٤٥	٢٩	
الأنواع النباتية الأخرى	أراضي الخث	٤١	١,٤	٢	٤٠ – ٤٢	٢	٦٨، ٣٣
	التندرا	١٠	–	١	–	–	٣٣

١ No. m= عدد ملاحظات المتوسط.

٢ No. r= عدد ملاحظات النطاق.

* احتراق الطبقة السطحية فقط؛ #campo cerrado, cerrado sensu stricto؛ $camp sujo, campo limpo, dampo؛ @miombo.

˜ مشتق من الغابات المدارية المقطوعة (يشمل المواد الخشبية غير المحروقة).

مراجع الجدولين ١٢ و١٣

1. Alexander, M., *Calculating and interpreting forest fire intensities.* CANADIAN JOURNAL OF BOTANY, 1978. **60**: p. 349-357.

2. Amiro, B., J. Todd, and B. Wotton, *Direct carbon emissions from Canadian forest fires, 1959-1999.* CANADIAN JOURNAL OF FOREST RESEARCH, 2001. **31**: p. 512-525.

3. Araújo, T., J. Carvalho, N. Higuchi, A. Brasil, and A. Mesquita, *A tropical rainforest clearing experiment by biomass burning in the state of Pará, Brazil.* ATMOSPHERIC ENVIRONMENT, 1999. **33**: p. 1991-1998.

4. Barbosa, R. and P. Fearnside, *Pasture burning in Amazonia: Dynamics of residual biomass and the storage and release of aboveground carbon.* JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, 1996. **101**(D20): p. 25847-25857.

5. Bilbao, B. and E. Medina, *Types of grassland fires and nitrogen volatilization in tropical savannas of calabozo*, in *Biomass Burning and Global Change: Volume 2. Biomass burning in South America, Southeast Asia, and temperate and boreal ecosystems, and the oil fires of Kuwait*, J. Levine, Editor. 1996, MIT Press: Cambridge. p. 569-574.

6. Cachier, H., C. Liousse, M. Pertusiot, A. Gaudichet, F. Echalar, and J. Lacaux, *African fire Particulate emissions and atmospheric influence*, in *Biomass Burning and Global Change: Volume 1. Remote Sensing, Modeling and Inventory Development, and Biomass Burning in Africa*, J. Levine, Editor. 1996, MIT Press: Cambridge. p. 428-440.

7. Carvalho, J., N. Higuchi, T. Araujo, and J. Santos, *Combustion completeness in a rainforest clearing experiment in Manaus, Brazil.* JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, 1998. **103**(D11): p. 13195.

8. Carvalho, J., F. Costa, C. Veras*, et al.*, *Biomass fire consumption and carbon release rates of rainforest-clearing experiments conducted in northern Mato Grosso, Brazil.* JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-ATMOSPHERES, 2001. **106**(D16): p. 17877-17887.

9. Cheyney, N., R. Raison, and P. Khana, *Release of carbon to the atmosphere in Australian vegetation fires*, in *Carbon Dioxide and Climate: Australian Research*, G. Pearman, Editor. 1980, Australian Academy of Science: Canberra. p. 153-158.

10. Cofer, W., J. Levine, E. Winstead, and B. Stocks, *Gaseous emissions from Canadian boreal forest fires.* ATMOSPHERIC ENVIRONMENT, 1990. **24A**(7): p. 1653-1659.

11. Cofer, W., E. Winstead, B. Stocks, J. Goldammer, and D. Cahoon, *Crown fire emissions of CO_2, CO, H_2, CH_4, and TNMHC from a dense jack pine boreal forest fire.* GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, 1998. **25**(21): p. 3919-3922.

12. De Castro, E.A. and J.B. Kauffman, *Ecosystem structure in the Brazilian Cerrado: a vegetation gradient of aboveground biomass, root mass and consumption by fire.* Journal of Tropical Ecology, 1998. **14**(3): p. 263-283.

13. Delmas, R., *On the emission of carbon, nitrogen and sulfur in the atmosphere during bushfires in intertropical savannah zones.* GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, 1982. **9**(7): p. 761-764.

14. Einfeld, W., D. Ward, and C. Hardy, *Effects of fire behaviour on prescribed fire smoke characteristics: A case study*, in *Global Biomass Burning: Atmospheric, Climatic, and Biospheric Implications*, J. Levine, Editor. 1991, MIT Press: Massechusetts. p. 412-419.

15. Fearnside, P., N. Filho, and F. Fernandes, *Rainforest burning and the global carbon budget: biomass, combustion efficiency and charcoal formation in the Brazilian Amazon.* JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-ATMOSPHERES, 1993. **98**(D9): p. 16733-16743.

16. Fearnside, P., P. Graca, N. Filho, J. Rodrigues, and J. Robinson, *Tropical forest burning in Brazilian Amazonia: measurement of biomass loading, burning efficiency and charcoal formation at Altamira, Para.* FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT, 1999. **123**: p. 65-79.

17. Fearnside, P., P. Graca, and J. Rodrigues, *Burning of Amazonian rainforests: burning efficiency and charcoal formation in forest cleared for cattle pasture near Manaus, Brazil.* FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT, 2001. **146**: p. 115-128.

18. Feller, M. *The influence of fire severity, not fire intensity, on understory vegetation biomass in British Columbia*. in *13th Fire and Forest Meteorology Conference*. 1998. Lorne, Australia: IAWF.

19. Flinn, D., P. Hopmans, P. Farell, and J. James, *Nutrient loss from the burning of Pinus radiata logging residue.* AUSTRALIAN FOREST RESEARCH, 1979. **9**: p. 17-23.

20. Garnett, M., P. Ineson, and A. Stevenson, *Effects of burning and grazing on carbon sequestration in a Pennine blanket bog, UK.* HOLOCENE, 2000. **10**(6): p. 729-736.

21. Graca, P., P. Fearnside, and C. Cerri, *Burning of Amazonian forest in Ariquemes, Rondonia, Brazil: biomass, charcoal formation and burning efficiency.* FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT, 1999. **120**: p. 179-191.

22. Griffin, G. and M. Friedel, *Effects of fire on central Australian rangelands. I Fire and fuel characteristics and changes in herbage and nutrients.* AUSTRALIAN JOURNAL OF ECOLOGY, 1984. **9**: p. 381-393.

23. Guild, L., J. Kauffman, L. Ellingson, and D. Cummings, *Dynamics associated with total aboveground biomass, C, nutrient pools, and biomass burning of primary forest and pasture in Rondonia, Brazil during SCAR-B.* JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-ATMOSPHERES, 1998. **103**(D24): p. 32091-32100.

24. Gupta, P., V. Prasad, C. Sharma, A. Sarkar, Y. Kant, K. Badarinath, and A. Mitra, *CH4 emissions from biomass burning of shifting cultivation areas of tropical deciduous forests - experimental results from ground - based measurements.* CHEMOSPHERE - GLOBAL CHANGE SCIENCE, 2001. **3**: p. 133-143.

25. Harwood, C. and W. Jackson, *Atmospheric losses of four plant nutrients during a forest fire.* AUSTRALIAN FORESTRY, 1975. **38**(2): p. 92-99.

26. Hobbs, P. and C. Gimingham, *Studies on fire in Scottish heathland communities.* JOURNAL OF ECOLOGY, 1984. **72**: p. 223-240.

27. Hobbs, P., J. Reid, J. Herring*, et al.*, *Particle and trace-gas measurements from prescribed burns of forest products in the Pacific Northwest*, in *Biomass Burning and Global Change: Volume 2. Biomass burning in South America, Southeast Asia, and temperate and boreal ecosystems, and the oil fires of Kuwait*, J. Levine, Editor. 1996, MIT Press: Cambridge. p. 697-715.

28. Hoffa, E., D. Ward, W. Hao, R. Susott, and R. Wakimoto, *Seasonality of carbon emissions from biomass burning in a Zambian savanna.* JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-ATMOSPHERES, 1999. **104**(D11): p. 13841-13853.

29. Hopkins, B., *Observations on savanna burning in the Olokemeji forest reserve, Nigeria.* JOURNAL OF APPLIED ECOLOGY, 1965. **2**(2): p. 367-381.

30. Hughes, R., J. Kauffman, and D. Cummings, *Fire in the Brazilian Amazon 3. Dynamics of biomass, C, and nutrient pools in regenerating forests.* OECOLOGIA, 2000. **124**(4): p. 574-588.

31. Hurst, D., W. Griffith, and G. Cook, *Trace gas emissions from biomass burning in tropical Australian savannas.* JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, 1994. **99**(D8): p. 16441-16456.

32. Jackson, W., *Nutrient stocks in Tasmanian vegetation and approximate losses due to fire.* Papers and proceedings of the Royal Society of Tasmania, 2000. **134**: p. 1-18.

33. Kasischke, E., N. French, L. Bourgeau-Chavez, and N. Christensen, *Estimating release of carbon from 1990 and 1991 forest fires in Alaska.* JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-ATMOSPHERES, 1995. **100**(D2): p. 2941-2951.

34. Kauffman, J. and C. Uhl, *8 interactions of anthropogenic activities, fire, and rain forests in the Amazon Basin*, in *Fire in the Tropical Biota: Ecosystem Processes and Global Changes*, J. Goldammer, Editor. 1990, Springer-Verlag: Berlin. p. 117-134.

35. Kauffman, J., R. Sanford, D. Cummings, I. Salcedo, and E. Sampaio, *Biomass and nutrient dynamics associated with slash fires in neotropical dry forests.* ECOLOGY, 1993. **74**(1): p. 140-151.

36. Kauffman, J., D. Cummings, and D. Ward, *Relationships of fire, biomass and nutrient dynamics along a vegetation gradient in the Brazilian cerrado.* JOURNAL OF ECOLOGY, 1994. **82**: p. 519-531.

37. Kauffman, J., D. Cummings, D. Ward, and R. Babbitt, *Fire in the Brazilian Amazon: 1. Biomass, nutrient pools, and losses in slashed primary forests.* OECOLOGIA, 1995. **104**: p. 397-408.

38. Kauffman, J., D. Cummings, and D. Ward, *Fire in the Brazilian Amazon: 2. Biomass, nutrient pools and losses in cattle pastures.* OECOLOGIA, 1998. **113**: p. 415-427.

39. Kayll, A., *Some characteristics of heath fires in north-east Scotland.* JOURNAL OF APPLIED ECOLOGY, 1966. **3**(1): p. 29-40.

40. Kiil, A., *Fuel consumption by a prescribed burn in spruce-fir logging slash in Alberta.* THE FORESTRY CHRONICLE, 1969: p. 100-102.

41. Kiil, A., *Fire spread in a black spruce stand.* CANADIAN FORESTRY SERVICE BI-MONTHLY RESEARCH NOTES, 1975. **31**(1): p. 2-3.

42. Lacaux, J., H. Cachier, and R. Delmas, *Biomass burning in Africa: an overview of its impact on atmospheric chemistry*, in *Fire in the Environment: The Ecological, Atmospheric, and Climatic Importance of Vegetation Fires*, P. Crutzen and J. Goldammer, Editors. 1993, John Wiley & Sons: Chichester. p. 159-191.

43. Lavoue, D., C. Liousse, H. Cachier, B. Stocks, and J. Goldammer, *Modeling of carbonaceous particles emitted by boreal and temperate wildfires at northern latitudes.* JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-ATMOSPHERES, 2000. **105**(D22): p. 26871-26890.

44. Levine, J., *Global biomass burning: a case study of the gaseous and particulate emissions released to the atmosphere during the 1997 fires in Kalimantan and Sumatra, Indonesia*, in *Biomass Burning and its Inter-relationships with the Climate System*, J. Innes, M. Beniston, and M. Verstraete, Editors. 2000, Kluwer Academic Publishers: Dordrecht. p. 15-31.

45. Levine, J. and W. Cofer, *Boreal forest fire emissions and the chemistry of the atmosphere*, in *Fire, Climate Change and Carbon Cycling in the Boreal Forest*, E. Kasischke and B. Stocks, Editors. 2000, Springer-Verlag: New York. p. 31-48.

46. Marsdon-Smedley, J. and A. Slijepcevic, *Fuel characteristics and low intensity burning inEucalyptus obliqua wet forest at the Warra LTER site.* TASFORESTS, 2001. **13**(2): p. 261-279.

47. Mazurek, M., W. Cofer, and J. Levine, *Carbonaceous aerosols from prescribed burning of a boreal forest ecosystem*, in *Global Biomass Burning: Atmospheric, Climatic, and Biospheric Implications*, J. Levine, Editor. 1991, MIT Press: Massechusetts. p. 258-263.

48. McNaughton, S., N. Stronach, and N. Georgiadis, *Combustion in natural fires and global emissions budgets.* ECOLOGICAL APPLICATIONS, 1998. **8**(2): p. 464-468.

49. McRae, D. and B. Stocks. *Large-scale convection burning in Ontario*. in *Ninth Conference on Fire and Forest Metearology*. 1987. San Diego, California: American Meterological Society.

50. Moula, M., J. Brustet, H. Eva, J. Lacaux, J. Gregoire, and J. Fontan, *Contribution of the Spread-Fire Model in the study of savanna fires*, in *Biomass Burning and Global Change: Volume 1. Remote Sensing, Modeling and Inventory Development, and Biomass Burning in Africa*, J. Levine, Editor. 1996, MIT Press: Cambridge. p. 270-277.

51. Neil, R., N. Stronach, and S. McNaughton, *Grassland fire dynamics in the Serengeti ecosystem, and a potential method of retrospectively estimating fire energy.* JOURNAL OF APPLIED ECOLOGY, 1989. **26**: p. 1025-1033.

52. Pivello, V. and L. Coutinho, *Transfer of macro-nutrients to the atmosphere during experimental burnings in an open cerrado (Brazilian savanna).* JOURNAL OF TROPICAL ECOLOGY, 1992. **8**: p. 487-497.

53. Prasad, V., Y. Kant, P. Gupta, C. Sharma, A. Mitra, and K. Badarinath, *Biomass and combustion characteristics of secondary mixed deciduous forests in Eastern Ghats of India.* ATMOSPHERIC ENVIRONMENT, 2001. **35**(18): p. 3085-3095.

54. Raison, R., P. Khana, and P. Woods, *Transfer of elements to the atmosphere during low intensity prescribed fires in three Australian subalpine eucalypt forests.* CANADIAN JOURNAL OF FOREST RESEARCH, 1985. **15**: p. 657-664.

55. Robertson, K., *Loss of organic matter and carbon during slash burns in New Zealand exotic forests.* NEW ZEALAND JOURNAL OF FORESTRY SCIENCE, 1998. **28**(2): p. 221-241.

56. Robinson, J., *On uncertainty in the computation of global emissions from biomass burning.* CLIMATIC CHANGE, 1989. **14**: p. 243-262.

57. Shea, R., B. Shea, J. Kauffman, D. Ward, C. Haskins, and M. Scholes, *Fuel biomass and combustion factors associated with fires in savanna ecosystems of South Africa and Zambia.* JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, 1996. **101**(D19): p. 23551-23568.

58. Slijepcevic, A., *Loss of carbon during controlled regeneration burns in Eucalyptus obliqua forest.* TASFORESTS, 2001. **13**(2): p. 281-289.

59. Smith, D. and T. James, *Characteristics of prescribed burns andresultant short-term environmental changes in Populus tremuloides woodland in southern Ontario.* CANADIAN JOURNAL OF BOTANY, 1978. **56**: p. 1782-1791.

60. Soares, R. and G. Ribeiro. *Fire behaviour and tree stumps sprouting in Eucalyptus prescribed burnings in southern Brazil*. in *III International Conference on Forest Fire Research / 14th Conference on Fire and Forest Meteorology*. 1998. Luso.

61. Sorrensen, C., *Linking smallholder land use and fire activity: examining biomass burning in the Brazilian Lower Amazon.* FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT, 2000. **128**(1-2): p. 11-25.

62. Stewart, H. and D. Flinn, *Nutrient losses from broadcast burning of Eucalyptus debris in north-east Victoria.* AUSTRALIAN FOREST RESEARCH, 1985. **15**: p. 321-332.

63. Stocks, B., *Fire behaviour in immature jack pine.* CANADIAN JOURNAL OF FOREST RESEARCH, 1987. **17**: p. 80-86.

64. Stocks, B., *Fire behaviour in mature jack pine.* CANADIAN JOURNAL OF FOREST RESEARCH, 1989. **19**: p. 783-790.

65. Stocks, B., B. van Wilgen, W. Trollope, D. McRae, J. Mason, F. Weirich, and A. Potgieter, *Fuels and fire behaviour dynamics on large-scale savanna fires in Kruger National Park, South Africa.* JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, 1996. **101**(D19): p. 23541-23550.

66. Stocks, B. and J. Kauffman, *Biomass consumption and behaviour of wildland fires in boreal, temperate, and tropical ecosystems: parameters necessary to interpret historic fire regimes and future fire scenarios*, in *Sediment Records of Biomass Burning and Global Change*, J. Clark, *et al*., Editors. 1997, Springer-Verlag: Berlin. p. 169-188.

67. Susott, R., D. Ward, R. Babbitt, and D. Latham, *The measurement of trace emissions and combustion characteristics for a mass fire*, in *Global Biomass Burning: Atmospheric, Climatic, and Biospheric Implications*, J. Levine, Editor. 1991, MIT Press: Massechusetts. p. 245-257.

68. Turetsky, M. and R. Wieder, *A direct approach to quantifying organic matter lost as a result of peatland wildfire.* CANADIAN JOURNAL OF FOREST RESEARCH, 2001. **31**(2): p. 363-366.

69. Van Wagner, C., *Duff consumption by fire in eastern pine stands.* CANADIAN JOURNAL OF FOREST RESEARCH, 1972. **2**: p. 34-39.

70. van Wilgen, B., D. Le Maitre, and F. Kruger, *Fire behaviour in South African fynbos (macchia) vegetation and predictions from Rothermel's fire model.* JOURNAL OF APPLIED ECOLOGY, 1985. **22**: p. 207-216.

71. Vose, J. and W. Swank, *Site preparation burning to improve southern Appalachian pine-hardwood stands: aboveground biomass, forest floor mass, and nitrogen and carbon pools.* CANADIAN JOURNAL OF FOREST RESEARCH, 1993. **23**: p. 2255-2262.

72. Walker, J., *Fuel dynamics in Australian vegetation*, in *Fire and the Australian Biota*, A. Gill, R. Groves, and I. Noble, Editors. 1981, Australian Academy of Science: Canberra. p. 101-127.

73. Ward, D., R. Susott, J. Kauffman*, et al.*, *Smoke and fire characteristics for Cerrado and deforestation burns in Brazil: BASE-B Experiment.* JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, 1992. **97**(D13): p. 14601-14619.

الجدول ١٤

كفاءة الاحتراق (نسبة الوقود المتاح المحترق فعليا) بالنسبة إلى حرائق تنظيف الأرض وحرق النفايات الكثيفة المتخلفة عن قطع الأخشاب في مجموعة من الأنواع النباتية وظروف الحرق

(يستخدم في الأقسام "الأراضي الحرجية المحولة إلى أراض زراعية"، و"المحولة إلى مروج طبيعية"، و"المحولة إلى مستوطنات أو أراض أخرى.")

انواع الأحراج	نوع الحرق وزمن الخمود (بالشهور)					
	الحرائق المبرمجة		صف الدريس		صف الدريس+الوقد	
	٦>	٦<	٦>	٦<	٦>	٦<
رطبة مدارية						
– أولية[أ]	٠,١٥–٠,٣	~٠,٣٠				
– ثانوية [ب]		٠,٤٠				
جافة مدارية						
– أنواع مختلطة [ج]		٠,٩<				
– أكاسيا [د]			-	٠,٨	-	~٠,٩٥
أوكاليبتوس المناطق المعتدلة [هـ]	٠,٣	٠,٥–٠,٦				
الغابات الشمالية [و]	٠,٢٥					

ملحوظة: تمثل كفاءة الاحتراق أو جزء الكتلة الحيوية المحترق رقما ذا أهمية حاسمة في حساب الانبعاثات، وهو يتفاوت بشدة تبعا لترتيب الوقود (مثل المنثور في مقابل الركامي)، ونوع النبات الذي يؤثر على (حجم مكونات الوقود وقابلية الالتهاب) وظروف الحرق(وبخاصة رطوبة الوقود).

المصادر:

[a]Fearnside (1990), Wei Min Hao *et. al* (1990); [b]Wei Min Hao *et. al* (1990); [c]Kauffmann and Uhl; *et. al* (1990); [d]Williams *et. al* (1970), Cheney (pers. comm. 2002); [e] McArthur (1969), Harwood & Jackson (1975), Slijepcevic (2001), Stewart & Flinn (1985); and [f]French *et. al* (2000)

الجدول١٥

نسب الانبعاثات في الحرق المفتوح للغابات المزالة

(يطبق على المعادلة ٣–٢–١٩)

المكون	نسب الانبعاثات
الميثان	٠,٠١٢ (٠,٠٠٩–٠,٠١٥)[a]
أول أكسيد الكربون	٠,٠٦ (٠,٠٤–٠,٠٨)[b]
أكسيد النيتروز	٠,٠٠٧ (٠,٠٠٥–٠,٠٠٩)[c]
أكاسيد النيتروجين	٠,١٢١ (٠,٠٩٤–٠,١٤٨)[c]

المصدر:

[a]Delmas, 1993, [b]Lacaux *et al.*, 1993, and Crutzen and Andreae, 1990.

ملحوظة: نسب مركبات الكربون، أي الميثان وأول أكسيد الكربون هي كتلة مركب الكربون المنبعث (بوحدات من الكربون) بالنسبة إلى كتلة مجموع الكربون المنبعث من الحرق. ويعبر عن نسب مركبات النيتروجين بنسب الانبعاث (بوحدات النيتروجين) بالنسبة إلى مجموع النيتروجين المنبعث من الوقود.

الجدول ١٦
معاملات الانبعاث (غرام/كيلوغرام مادة جافة محترقة)
المنطبقة على الوقود المحترق في مختلف أنواع حرائق النباتات
(يستخدم مع المعادلة ٣-٢-٢٠)

	ثاني أكسيد الكربون	أول أكسيد الكربون	الميثان	أكاسيد النيتروجين	أكسيد النيتروز*	المركبات الهيدروجينية الكربونية غير الميثانية	المصدر
السافانا العريضة الأوراق الرطبة/غير الخصبة	١٥٢٣	٩٢	٣	٦	٠,١١	–	Scholes (1995)
السافانا الإبرية الخصبة القاحلة	١٥٢٤	٧٣	٢	٥	٠,١١	–	Scholes (1995)
المروج الطبيعية غير الخصبة– الرطبة	١٤٩٨	٥٩	٢	٤	٠,١٠	–	Scholes (1995)
المروج الطبيعية الخصبة القاحلة	١٥٤٠	٩٧	٣	٧	٠,١١	–	Scholes (1995_
الأراضي الرطبة	١٥٥٤	٥٨	٢	٤	٠,١١	–	Scholes (1995)
كل الأنواع النباتية	١٤٠٣ –١٥٠٣	٦٧–١٢٠	٤–٧	٠,٥–٠,٨	٠,١٠	–	IPCC (1994)
حرائق الغابات	١٥٣١	١١٢	٧,١	٠,٦–٠,٨	٠,١١	٨–١٢	Kaufman *et al.* (1992)
حرائق السافانا	١٦١٢	١٥٢	١٠,٨	–	٠,١١	–	Ward *et al.* (1992)
حرائق الغابات	١٥٨٠	١٣٠	٩	٠,٧	٠,١١	١٠	Delmas *et al.* (1995)
حرائق السافانا	١٦٤٠	٦٥	٢,٤	٣,١	٠,١٥	٣,١	Delmas *et al.* (1995)

[١] على فرض أن نسبة المحتوى الكربوني تتراوح بين ٤١ و٤٥% ونسبة اكتمال الاحتراق تتراوح بين ٨٥ و١٠٠ في المائة.

* يحسب من البيانات الواردة في Crutzen and Andreae (١٩٩٠) والتي تفترض وجود نسبة ٠,٠١ للنيتروجين/الكربون باستثناء حرائق السافانا.

3.9

المرفق ٢ جداول الإبلاغ وصحائف العمل

ينبغي على جميع المستعملين الإبلاغ عن معلومات الجرد في الشكل المحدد في جداول الإبلاغ. ويتعين على المستعملين بطبيعة الحال عدم استيفاء سوى الخانات المتعلقة بفئات الغازات والمصادر/المصارف التي قاموا بتقديرها وإدراجها في قائمة الجرد.

وقد حولت إلى مختلف صحائف العمل معادلات تقدير الانبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون وغازات الدفيئة غير ثاني أكسيد الكربون الناجمة عن مختلف فئات استخدام الأراضي في الفصل الثالث (إرشادات الممارسات السليمة في قطاع تغيير استخدام الأراضي والحراجة). وتجمع نتائج تقديرات الانبعاثات وعمليات الإزالة التي تتضمنها صحائف العمل في صحائف التجميع ثم تجمع في نهاية المطاف في جداول الإبلاغ. وقد جرى تصميم جداول الإبلاغ باستخدام نفس الشكل المحدد في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* حيثما أمكن.

وترد صحائف العمل في شكل وحدات، كل وحدة منها تقابل فئة محددة من فئات استخدام الأراضي (انظر الإطار ٣-٢-١). وتنقسم الوحدة إلى وحدتين فرعيتين لتمييز بين الأراضي التي تظل في نفس فئة الاستخدام والأراضي المحولة إلى فئات الاستخدام الأخرى. وتتألف كل وحدة فرعية من صحائف عمل من أربع مجموعات رئيسية، هي صحائف عمل الكتلة الحية، وصحائف عمل المادة العضوية الميتة، وصحائف عمل التربة (وهذه بدورها تضم مجموعتين فرعيتين،هما التربة المعدنية والتربة العضوية)، وصحائف عمل انبعاثات غازات الدفيئة غير ثاني أكسيد الكربون. وتستند صحائف العمل بدرجة كبيرة إلى طرق المستوى ١، ولكنها تستكمل بطرق المستوى الأعلى عند الاقتضاء. وترد في صحائف العمل رموز المتغيرات أو المعالم المستخدمة في المعادلات في النص الرئيسي لتسهيل استخدامها. ويلاحظ أن صحائف العمل تغطي أيضا المصادر وفئات استخدام الأراضي التي يكون الإبلاغ عنها اختياريا.

الإطار ١ تنظيم صحائف العمل (مثال للأرض الحرجية)

الوحدة: الأراضي الحرجية

الوحدة الفرعية: الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية

- الصحائف FL-1a (حيث FL هي للأراضي الحرجية؛ و1 للأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية؛ و2 للأراضي التي تم تحويلها إلى أراض حرجية؛ و "a" للكتلة الحيوية)
- الصحائف FL-1b (حيث "b" هي للمادة العضوية الميتة (DOM))
- الصحائف FL-1c1 (حيث "c"هي للتربة (SOM) والتي بدورها توزع على مجموعتين c1 للتربة المعدنية و c2 للتربة العضوية)
- الصحائف FL-1d (حيث "d"هي لغازات الدفيئة غير ثاني أكسيد الكربون)

وترد مجموعتين من صحائف التجميع تجمع فيها على حدة انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون، وانبعاثات غازات الدفيئة غير ثاني أكسيد الكربون. وقد صممت الجداول لتجميع الانبعاثات وعمليات الإزالة بحسب فئات استخدام الأراضي وبحسب مستجمعات الكربون (أي الكتلة الحيوية الحية، والمادة العضوية الميتة، والتربة). وفي حالة انبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون، تقسم مستجمعات الكربون إلى مستجمعات كربون الكتلة الحيوية والتربة.

وتنقسم جداول الإبلاغ إلى نوعين. ويستخدم النوع الأول للبلاغ عن الانبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون والغازات غير ثاني أكسيد الكربون في كل فئات استخدام الأراضي، بما في ذلك الانبعاثات وعمليات الإزالة في الأراضي المحولة إلى أي فئة أخرى من فئات استخدام الأراضي. وأما النوع الثاني من الجداول فهو فئة فرعية من النوع الأول والغرض منه هو الإبلاغ

باستخدام المعلومات المأخوذة من الجدول الأول، وانبعاثات ثاني أكسيد الكربون والغازات غير ثاني أكسيد الكربون وعمليات الإزالة الناتجة عن تحويل الأراضي الحرجية والمروج الطبيعية إلى أي فئة أخرى من فئات استخدام الأراضي.

وعند تجميع تقديرات الانبعاثات والمصارف من استخدام الأرض وتغيير استخدام الأراضي والحراجة مع العناصر الأخرى لقوائم الجرد الوطنية لغازات الدفيئة، لابد من استخدام العلامتين (+/−) بشكل متسق. وفي جداول الإبلاغ، تكون الانبعاثات (التناقص في رصيد الكربون وانبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون) موجبة (+) دائما، وتكون عمليات الإزالة (الزيادة في رصيد الكربون) سالبة (−) دائما. ولحساب التقديرات الأولية، ينتهج هذا الفصل الأسلوب المتعارف عليه في الفصل الخامس من *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* والذي يجعل صافي الزيادة في رصيد الكربون موجبا (+) وصافي النقص سالبا (−). ومثلما في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*، ينبغي تحويل علامات هذه القيم في جداول الإبلاغ النهائية للحفاظ على اتساقها مع الأقسام الأخرى لتقارير الجرد الوطنية.

الوحدات

يتم الإبلاغ عن وحدات انبعاثات/إزالة ثاني أكسيد الكربون وانبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون بالجيغا غرام. ولتحويل طن الكربون إلى جيغا غرام ثاني أكسيد الكربون، تضرب القيمة في ٤٤/١٢ و ١٠$^{-٣}$. ولتحويل كيلو غرام من N_2O-N إلى كيلوغرام من أكسيد النيتروز، تضرب القيمة في ٤٤/٢٨ و١٠$^{-٦}$.

التحويل

لأغراض إعداد البلاغات بما يتماشى مع *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*، تستخدم الإشارة الموجبة (+) مع الانبعاثات وتستخدم الإشارة السالبة (−) مع عمليات الإزالة (الامتصاص).

الجدول ١ ألف

جدول الإبلاغ عن انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون والغازات غير ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن استخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي والحراجة

فئة استخدام الأراضي		المبادئ التوجيهية[1]	التغير السنوي في أرصدة الكربون، جيغا غرام ثاني أكسيد الكربون				الميثان (جيغا غرام)	أكسيد النيتروز (جيغا غرام)	أكاسيد النيتروجين[4] (جيغا غرام)	أول أكسيد الكربون[3] (جيغا غرام)
الاستخدام الأولي للأراضي	استخدام الراضي أثناء سنة الإبلاغ		الكتلة الحيوية الحية	المادة العضوية الميتة	التربة	انبعاثات/عمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون[2] $D = (A+B+C) \bullet (-1)$				
			A	B	C	D				
الأرضي الحرجية	الأرضي الحرجية	٥-ألف								
الأراضي الزراعية	الأرضي الحرجية	٥-ألف، ٥-جيم، ٥-دال	$\Delta C_{LF_{LB}}$[5]	$\Delta C_{LF_{DOM}}$	$\Delta C_{LF_{SOM}}$					
المروج الطبيعية	الأرضي الحرجية	٥-ألف، ٥-جيم، ٥-دال								
الأراضي الرطبة	الأرضي الحرجية	٥-ألف، ٥-جيم، ٥-دال								
المستوطنات	الأرضي الحرجية	٥-ألف، ٥-جيم، ٥-دال								
الأراضي الأخرى	الأرضي الحرجية	٥-ألف، ٥-جيم، ٥-دال								
	المجموع الفرعي للأراضي الحرجية									
الأراضي الزراعية	الأراضي الزراعية	٥-ألف، ٥-دال								
الأراضي الحرجية	الأراضي الزراعية	٥-باء، ٥-دال								
المروج الطبيعية	الأراضي الزراعية	٥-باء، ٥-دال								
الأراضي الرطبة	الأراضي الزراعية	٥-دال								
المستوطنات	الأراضي الزراعية	٥-دال								
الأراضي الأخرى	الأراضي الزراعية	٥-دال								
	المجموع الفرعي للأراضي الزراعية									

(انظر بقية صفوف الجدول في الصفحات التالية)

(تابع) الجدول ١ ألف

جدول الإبلاغ عن انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون والغازات غير ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن استخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي والحراجة

فئة استخدام الأراضي		المبادئ التوجيهية[1]	التغير السنوي في أرصدة الكربون، جيغا غرام ثاني أكسيد الكربون				الميثان (جيغا غرام)	أكسيد النيتروز (جيغا غرام)	أكاسيد النيتروجين[4] (جيغا غرام)	أول أكسيد الكربون[3] (جيغا غرام)
الاستخدام الأولي للأراضي	استخدام الراضي أثناء سنة الإبلاغ		الكتلة الحيوية الحية	المادة العضوية الميتة	التربة	انبعاثات/عمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون[2] D = (A+B+C) • (-1)				
			A	B	C	D				
المروج الطبيعية	المروج الطبيعية	٥-ألف، ٥-دال								
الأراضي الحرجية	المروج الطبيعية	٥-باء، ٥-دال								
الأراضي الزراعية	المروج الطبيعية	٥-جيم، ٥-دال								
الأراضي الرطبة	المروج الطبيعية	٥-جيم، ٥-دال								
المستوطنات	المروج الطبيعية	٥-جيم، ٥-دال								
الأراضي الأخرى	المروج الطبيعية	٥-جيم، ٥-دال								
	المجموع الفرعي للمروج الطبيعية									
الأراضي الرطبة	الأراضي الرطبة	٥-ألف، ٥-هاء								
الأراضي الحرجية	الأراضي الرطبة	٥-باء								
الأراضي الزراعية	الأراضي الرطبة	٥-باء								
المروج الطبيعية	الأراضي الرطبة	٥-باء								
المستوطنات	الأراضي الرطبة	٥-باء								
الأراضي الأخرى	الأراضي الرطبة	٥-باء								
	المجموع الفرعي للأراضي الرطبة									

(تابع) الجدول ١-ألف

جدول الإبلاغ عن انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون والغازات غير ثاني أكسيد الناتجة عن استخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي والحراجة

فئة استخدام الأراضي		المبادئ التوجيهية[1]	التغير السنوي في أرصدة الكربون، جيغا غرام ثاني أكسيد الكربون				الميثان	أكسيد النيتروز	أكاسيد النيتروجين[3]	أول أكسيد الكربون[3]
الاستخدام الأولي للأراضي	استخدام الراضي أثناء سنة الإبلاغ		الكتلة الحيوية الحية	المادة العضوية الميتة	التربة	انبعاثات/عمليات إزالة ثاني أكسيد الكربونا[2] D = (A+B+C) • (-1)	(جيغا غرام)	(جيغا غرام)	(جيغا غرام)	(جيغا غرام)
			A	B	C	D				
المستوطنات	المستوطنات	٥-ألف								
الأراضي الحرجية	المستوطنات	٥-باء								
الأراضي الزراعية	المستوطنات	٥-هاء								
المروج الطبيعية	المستوطنات	٥-باء								
الأراضي الرطبة	المستوطنات	٥-هاء								
الأراضي الأخرى	المستوطنات	٥-هاء								
	المجموع الفرعي للمستوطنات									
الأراضي الأخرى	الأراضي الأخرى	٥-ألف								
الأراضي الحرجية	الأراضي الأخرى	٥-باء								
الأراضي الزراعية	الأراضي الأخرى	٥-هاء								
المروج الطبيعية	الأراضي الأخرى	٥-باء								
الأراضي الرطبة	الأراضي الأخرى	٥-هاء								
المستوطنات	الأراضي الأخرى	٥-هاء								
	المجموع الفرعي للأراضي الأخرى									

(تابع) الجدول ١-ألف

جدول الإبلاغ عن انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون والغازات غير ثاني أكسيد الناتجة عن استخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي والحراجة

فئة استخدام الأراضي		المبادئ التوجيهية[١]	التغير السنوي في أرصدة الكربون، جيغا غرام ثاني أكسيد الكربون				الميثان	أكسيد النيتروز	أكاسيد النيتروجين[٣]	أول أكسيد الكربون[٣]
الاستخدام الأولي للأراضي	استخدام الراضي أثناء سنة الإبلاغ		الكتلة الحيوية الحية A	المادة العضوية الميتة B	التربة C	انبعاثات/عمليات إزالة ثاني أكسيد الكربونا[٢] D = (A+B+C) • (-1) D	(جيغا غرام)	(جيغا غرام)	(جيغا غرام)	(جيغا غرام)
الأخرى[٤] (يرجى تحديدها)										
المجموع الفرعي للأخرى										
المجموع										

[١] أخذت العناوين من تعليمات الإبلاغ في *المبادئ التوجيهية*، الصفحات من ١-١٤ إلى ١-١٦، ٥-ألف: التغييرات في أرصدة الكتلة الحيوية الحرجية والخشبية الأخرى؛ ٥-باء: تحويل الغابات والمروج الطبيعية؛ ٥-جيم: إهمال الأراضي المدارة؛ ٥-دال: الانبعاثات وعمليات الإزالة في التربة؛ ٥-هاء: الأخرى.

[٢] لأغراض الإبلاغ، يلزم الحفاظ على العلامة حتى تكون القيمة الناتجة (-) لعمليات الإزالة أو الامتصاص و(+) للانبعاثات. وبذلك يضرب -١ في الانبعاثات أو الإزالة الناتجة لثاني أكسيد الكربون.

[٣] ترد في المبادئ التوجيهية وفي هذا التقرير المنهجية المتبعة في تقدير انبعاثات أكاسيد النيتروجين وأول أكسيد الكربون في استخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي والحراجة الناتجة عن الحرائق فقط. وفي حالة الإبلاغ عن بيانات إضافية، ينبغي تقديم معلومات إضافية (الطريقة وبيانات الأنشطة ومعاملات الانبعاث) المستخدمة في إجراء هذه التقديرات.

[٤] قد يشمل ذلك المصادر أو المصارف الأخرى غير المحددة، مثل المنتجات الخشبية المقطوعة، إلخ.

[٥] تستخدم الرموز لبيان العلاقة بين صحائف العمل وصحائف التجميع وجداول الإبلاغ والمعادلات الواردة في صلب التقرير. ويرجى ملاحظة أن الرموز لم استخدم إلا في مثال واحد لفئات استخدام الأراضي.

الجدول ١-باء

جدول الإبلاغ عن انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون والغازات من غير ثاني أكسيد الكربون نتيجة تحويل الأراضي الحرجية والمروج الطبيعية إلى فئات أخرى من فئات الأراضي في سنة الإبلاغ

فئة استخدام الأراضي		المبادئ التوجيهية[1]	التغير السنوي في أرصدة الكربون، جيغا غرام ثاني أكسيد الكربون				الميثان	أكسيد النيتروز	أكاسيد النيتروجين[3]	أول أكسيد الكربون[3]
الاستخدام الأولي للأراضي	استخدام الراضي أثناء سنة الإبلاغ	A	الكتلة الحيوية الحية A	المادة العضوية الميتة B	التربة C	انبعاثات/عمليات إزالة ثاني أكسيد الكربونا[2] $D = (A+B+C) \bullet (-1)$ D	(جيغا غرام)	(جيغا غرام)	(جيغا غرام)	(جيغا غرام)
الأراضي الحرجية	الأراضي الزراعية	٥-باء، ٥-دال								
الأراضي الحرجية	المروج الطبيعية	٥-باء، ٥-دال	$\Delta C_{LG_{LB}}$[4]	$\Delta C_{LG_{DOM}}$	$\Delta C_{LG_{SOM}}$					
الأراضي الحرجية	الأراضي الرطبة	٥-باء								
الأراضي الحرجية	المستوطنات	٥-باء								
الأراضي الحرجية	الأراضي الأخرى	٥-باء								
	المجموع الفرعي للأراضي الحرجية									
المروج الطبيعية	الأراضي الحرجية	٥-ألف؛ ٥-جيم؛ ٥-دال								
المروج الطبيعية	الأراضي الزراعية	٥-باء؛ ٥-دال								
المروج الطبيعية	الأراضي الرطبة	٥-باء								
المروج الطبيعية	المستوطنات	٥-باء								
المروج الطبيعية	الأراضي الأخرى	٥-باء								
	المجموع الفرعي للمروج الطبيعية									
المجموع										

[1] أخذت العناوين من تعليمات الإبلاغ في المبادئ التوجيهية، الصفحات من ١-١٤ إلى ١-١٦، ٥-ألف: التغييرات في أرصدة الكتلة الحيوية الحرجية والخشبية الأخرى؛ ٥-باء: تحويل الغابات والمروج الطبيعية؛ ٥-جيم: إهمال الأراضي المدارة؛ ٥-دال: الانبعاثات وعمليات الإزالة في التربة؛ ٥-هاء: الأخرى.

[2] لأغراض الإبلاغ، يلزم الحفاظ على العلامة حتى تكون القيمة الناتجة (-) لعمليات الإزالة أو الامتصاص و(+) للانبعاثات. وبذلك يضرب -١ في الانبعاثات أو الإزالة الناتجة لثاني أكسيد الكربون.

٣ ترد في المبادئ التوجيهية وفي هذا التقرير المنهجية المتبعة في تقدير انبعاثات أكاسيد النيتروجين وأول أكسيد الكربون في استخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي والحراجة الناتجة عن الحرائق فقط. وفي حالة الإبلاغ عن بيانات إضافية، ينبغي تقديم معلومات إضافية (الطريقة وبيانات الأنشطة ومعاملات الانبعاث) المستخدمة في إجراء هذه التقديرات.

[4] قد يشمل ذلك المصادر أو المصارف الأخرى غير المحددة، مثل المنتجات الخشبية المقطوعة، إلخ.

٥ تستخدم الرموز لبيان العلاقة بين صحائف العمل وصحائف التجميع وجداول الإبلاغ والمعادلات الواردة في صلب التقرير. ويرجى ملاحظة أن الرموز لم استخدم إلا في مثال واحد لفئات استخدام الأراضي

الجدول ٢ ألف
صحائف التجميع للإبلاغ عن انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون[١]

فئة استخدام الأراضي[٢]		مساحة الأرض (بالهكتار)	الكتلة الحيوية الحية			المادة العضوية الميتة			التربة[٣]		
الاستخدام الأولي للأراضي	استخدام الأراضي أثناء سنة الإبلاغ		الزيادة السنوية في مخزون الكربون (أطنان كربون سنة$^{-1}$) A	النقص السنوي في مخزون الكربون (أطنان كربون سنة$^{-1}$) B	التغير السنوي في مخزون الكربون (أطنان كربون سنة$^{-1}$) C = (A-B) • 10^{-3} • 44/12	التغير في مخزون كربون الخشب الميت (أطنان كربون سنة$^{-1}$) D	التغير في مخزون كربون الفرش الحرجي (أطنان كربون سنة$^{-1}$) E	التغير في مخزون الكربون (أطنان كربون سنة$^{-1}$) F = (D+E) • 10^{-3} • 44/12	التغير في مخزون كربون التربة المعدنية (أطنان كربون سنة$^{-1}$) G	التغير في مخزون كربون التربة العضوية (أطنان كربون سنة$^{-1}$) H	التغير السنوي في مخزون الكربون (جيغا غرام ثاني أكسيد الكربون سنة$^{-1}$) I = (G+H) • 10^{-3} • 44/12 I
الأرض الحرجية	الأرض الحرجية										
الأرض الزراعية	الأرض الحرجية		ΔC_{LF_G}[4]	ΔC_{LF_L}	$\Delta C_{LF_{LB}}$	$\Delta C_{LF_{DW}}$	$\Delta C_{LF_{LT}}$	$\Delta C_{LF_{DOM}}$	$\Delta C_{LF_{Mineral}}$	$\Delta C_{LF_{Organic}}$	$\Delta C_{LF_{Soils}}$
المروج الطبيعية	الأرض الحرجية										
الأرض الرطبة	الأرض الحرجية										
المستوطنات	الأرض الحرجية										
الأراضي الأخرى	الأرض الحرجية										
	المجموع الفرعي للأرض الحرجية										
الأرض الزراعية	الأرض الزراعية										
الأرض الحرجية	الأرض الزراعية										
المروج الطبيعية	الأرض الزراعية										
الأراضي الرطبة	الأرض الزراعية										
المستوطنات	الأرض الزراعية										
الأراضي الأخرى	الأرض الزراعية										
	المجموع الفرعي للأرض الزراعية										
المروج الطبيعية	المروج الطبيعية										
الأرض الحرجية	المروج الطبيعية										
الأرض الزراعية	المروج الطبيعية										
الأراضي الرطبة	المروج الطبيعية										
المستوطنات	المروج الطبيعية										
الأراضي الأخرى	المروج الطبيعية										
	المجموع الفرعي للمروج الطبيعية										
الأراضي الرطبة	الأراضي الرطبة										
الأرض الحرجية	الأراضي الرطبة										
الأرض الزراعية	الأراضي الرطبة										
المروج الطبيعية	الأراضي الرطبة										
المستوطنات	الأراضي الرطبة										
الأراضي الأخرى	الأراضي الرطبة										
	المجموع الفرعي للأراضي الرطبة										

(انظر الفئات الأخرى في بقية صفوف الجدول في الصفحة الخلفية)

(تابع) الجدول ٢ ألف

صحائف التجميع للإبلاغ عن انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون[١]

فئة استخدام الأراضي[٢]		مساحة الأرض (بالهكتار)	الكتلة الحيوية الحية			المادة العضوية الميتة			التربة[٣]		
الاستخدام الأولي للأراضي	استخدام الأراضي أثناء سنة الإبلاغ		الزيادة السنوية في مخزون الكربون (أطنان كربون سنة⁻[١])	النقص السنوي في مخزون الكربون (أطنان كربون سنة⁻[١])	التغير السنوي في مخزون الكربون (أطنان كربون سنة⁻[١]) $C = (A-B) \bullet 10^{-3} \bullet 44/12$	التغير في مخزون كربون الخشب الميت (أطنان كربون سنة⁻[١])	التغير في مخزون كربون الفرش الحرجي (أطنان كربون سنة⁻[١])	التغير في مخزون الكربون (أطنان كربون سنة⁻[١]) $F = (D+E) \bullet 10^{-3} \bullet 44/12$	التغير في مخزون كربون التربة المعدنية (أطنان كربون سنة⁻[١])	التغير في مخزون كربون التربة العضوية (أطنان كربون سنة⁻[١])	التغير السنوي في مخزون الكربون (جيغا غرام ثاني أكسيد الكربون سنة⁻[١]) $I = (G+H) \bullet 10^{-3} \bullet 44/12$
			A	B	C	D	E	F	G	H	I
المستوطنات	المستوطنات										
الأرض الحرجية	المستوطنات										
الأرض الزراعية	المستوطنات										
المروج الطبيعية	المستوطنات										
الأراضي الرطبة	المستوطنات										
الأراضي الأخرى	المستوطنات										
	المجموع الفرعي للمستوطنات										
الأراضي الأخرى	الأراضي الأخرى										
الأرض الحرجية	الأراضي الأخرى										
الأرض الزراعية	الأراضي الأخرى										
المروج الطبيعية	الأراضي الأخرى										
الأراضي الرطبة	الأراضي الأخرى										
المستوطنات	الأراضي الأخرى										
	المجموع الفرعي للأراضي الأخرى										
أخرى (يرجى تحديدها)											
	المجموع الفري للأخرى										
المجموع											

[١] العلامة المتعارف على استخدامها مع صافي تغييرات الكربون في الأعمدة C، وF، وI هي: صافي الزيادة (+)، وصافي النقص (−).

[٢] قد يشمل مصادر أخرى غير محددة، مثل المنتجات الخشبية المقطوعة، إلخ.

[٣] يمكن إضافة عمود إضافي ليشمل التغير في مخزون كبون التربة بسبب المعالجة بالجير.

[٤] تستخدم الرموز لبيان العلاقة بين صحائف العمل وصحائف التجميع وجداول الإبلاغ والمعادلات الواردة في صلب التقرير. ويرجى ملاحظة أن الرموز لم استخدم إلا في مثال واحد لفئات استخدام الأراضي.

الجدول ٢- باء

صحيفة التجميع للإبلاغ عن انبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون[1]

فئة استخدام الأراضي		مساحة الأرض (بالهكتار)	الميثان (جيغا غرام)			أكسيد النيتروز (جيغا غرام)			أكاسيد النيتروجين (جيغا غرام)			أول أكسيد الكربون (جيغا غرام)		
الاستخدام الأولي للأراضي	الاستخدام الأولي للأراضي		الكتلة الحيوية ٢	التربة	المجموع	الكتلة الحيوية ٢	التربة[3]	المجموع	الكتلة الحيوية ٢	التربة	المجموع	الكتلة الحيوية ٢	التربة	المجموع
الأرض الحرجية	الأرض الحرجية													
الأرض الزراعية	الأرض الحرجية													
المروج الطبيعية	الأرض الحرجية													
الأرض الرطبة	الأرض الحرجية													
المستوطنات	الأرض الحرجية													
الأراضي الأخرى	الأرض الحرجية													
	المجموع الفرعي للأرض الحرجية													
الأرض الزراعية	الأرض الزراعية													
الأرض الحرجية	الأرض الزراعية													
المروج الطبيعية	الأرض الزراعية													
الأراضي الرطبة	الأرض الزراعية													
المستوطنات	الأرض الزراعية													
الأراضي الأخرى	الأرض الزراعية													
	المجموع الفرعي للأرض الزراعية													
المروج الطبيعية	المروج الطبيعية													
الأرض الحرجية	المروج الطبيعية													
الأرض الزراعية	المروج الطبيعية													
الأراضي الرطبة	المروج الطبيعية													
المستوطنات	المروج الطبيعية													
الأراضي الأخرى	المروج الطبيعية													
	المجموع الفرعي للمروج الطبيعية													
الأراضي الرطبة	الأراضي الرطبة													
الأرض الحرجية	الأراضي الرطبة													
الأرض الزراعية	الأراضي الرطبة													
المروج الطبيعية	الأراضي الرطبة													
المستوطنات	الأراضي الرطبة													
الأراضي الأخرى	الأراضي الرطبة													
	المجموع الفرعي للأراضي الرطبة													

(تابع) الجدول ٢-باء

صحيفة التجميع للإبلاغ عن انبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون[١]

فئة استخدام الأراضي		مساحة الأرض (بالهكتار)	الميثان (جيغا غرام)			أكسيد النيتروز (جيغا غرام)			أكاسيد النيتروجين (جيغا غرام)			أول أكسيد الكربون (جيغا غرام)		
الاستخدام الأولي للأراضي	الاستخدام الأولي للأراضي		الكتلة الحيوية[٢]	التربة	المجموع	الكتلة الحيوية[٢]	التربة[٣]	المجموع	الكتلة الحيوية[٢]	التربة	المجموع	الكتلة الحيوية[٢]	التربة	المجموع
المستوطنات	المستوطنات													
الأرض الحرجية	المستوطنات													
الأرض الزراعية	المستوطنات													
المروج الطبيعية	المستوطنات													
الأراضي الرطبة	المستوطنات													
الأراضي الأخرى	المستوطنات													
	المجموع الفرعي للمستوطنات													
الأراضي الأخرى	الأراضي الأخرى													
الأرض الحرجية	الأراضي الأخرى													
الأرض الزراعية	الأراضي الأخرى													
المروج الطبيعية	الأراضي الأخرى													
الأراضي الرطبة	الأراضي الأخرى													
المستوطنات	الأراضي الأخرى													
	المجموع الفرعي للأراضي الأخرى													
أخرى (يرجى تحديدها)														
	المجموع الفري للأخرى													
المجموع														

[١] ينبغي الإبلاغ عن كل الوحدات بالجيغا غرام. ولتحويل الوحدات من كيلوغرام نيتروجين إلى جيغا غرام أكسيد نيتروز، تضرب القيمة (المأخوذة من صحائف العمل) في ٤٤/٢٨ و ١٠$^{-٦}$. ومثلما في الطريقة المتبعة في صحائف العمل، تكون العلامة المستخدمة مع عمليات الإزالة(الامتصاص) موجبة (+) وتكون سالبة (−) مع الانبعاثات.

[٢] قد لا تحدث اضطرابات في نمو الكتلة الخشبية إلا في الأراضي الحرجية والمروج الطبيعية. ويتم الإبلاغ عن انبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن الحرق المتعمد للسافانا (المروج الطبيعية) في الفصل الرابع من *المبادئ التوجيهية*.

٣ يستخدم التسميد في أراضي الأحراج والأراضي الزراعية والمروج الطبيعية. ويتم الإبلاغ عن انبعاثات أكسيد النيتروز الناتجة عن استخدام الأسمدة النيتروجينية في الأراضي الزراعية في الفصل الرابع من *المبادئ التوجيهية*.

الوحدة	لأراضي الحرجية
الوحدة الفرعية	الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية
صحيفة العمل	FL-1a: التغير السنوي في أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية (بما في ذلك الكتلة الحيوية الظاهرة والتحتية)[١]
الصحيفة	١ من ٤

فئة استخدام الأراضي[٢]		فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الابلاغ[٣]	مساحة الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية (بالهكتار)	متوسط الزيادة السنوية الصافية في الحجم الملائم لعمليات التجهيز الصناعية (متر٣/هكتار/ سنة)	كثافة الخشب الأساسية (أطنان مادة جافة/متر٣ حجم طري)	معامل توسع الكتلة الحيوية لتحويل صافي الزيادة السنوية (بما في ذلك اللحاء) إلى زيادة في الكتلة الحيوية الظاهرة للأشجار (بدون أبعاد)	متوسط الزيادة السنوية في الكتلة الحيوية الظاهرة (أطنان مادة جافة هكتار/سنة) E = B • C • D	نسبة الجذور إلى الأغصان الملائمة للزيادات (بدون أبعاد)	متوسط الزيادة السنوية في الكتلة الحيوية الظاهرة والتحتية (أطنان مادة جافة، هكتار/سنة) G = E • (1+F)
الاستخدام الأولي للأرض	استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ		A	B	C	D	E	F	G
FL	FL	(a)							
		(b)	A	I_V	D	BEF_1	G_W	R	G_{TOTAL}
		(c)							
		المجموع الفرعي							
المجموع									

[١] تستند الحسابات إلى الأسلوب الافتراضي (انظر القسم ٣-٢-١-١)

[٢] ترمز FL إلى الأراضي الحرجية. انظر الفصل الثاني لمعرفة النهج المتبعة في تمثيل مساحات الأراضي.

[٣] ينبغي تقسيم استخدام الأراضي وفقا لنوع الغابات والمناطق المناخية في البلد.

الوحدة	**الأراضي الحرجية**
الوحدة الفرعية	**الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية**
صحيفة العمل	**FL-1a: التغير السنوي في أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية (بما في ذلك الكتلة الحيوية الظاهرة والتحتية)[1]**
الصحيفة	**٣ من ٤**

فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**جزء الكربون في المادة الجافة (القيمة الافتراضية هي ٠,٥) (طن كربون/ طن مادة جافة)**	**الزيادة السنوية في الكربون بسبب الزيادة في الكتلة الحيوية (أطنان كربون/ سنة) $I = A \bullet G \bullet H$**	**حجم الأخشاب المستديرة المستخلصة سنويا (متر^3/سنة)**	**كثافة الكتلة الحيوية (أطنان مادة جافة /متر^3/حجم طري)**	**معامل توسع الكتلة الحيوية لتحويل أحجام الخشب المستدير إلى مجموع الكتلة الحيوية الظاهرة (بما فيها اللحاء) (بدون أبعاد)**	**جزء الكتلة الحيوية المتروك ليتعفن في الغابة (بدون أبعاد)**
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**		**H**	**I**	**J**	**K**	**L**	**M**
FL	FL	(a)						
		(b)	**CF**	ΔC_{FF_G}	**H**	**D**	BEF_2	f_{BL}
		(c)						
		المجموع الفرعي						
المجموع								

الوحدة	الأراضي الحرجية
الوحدة الفرعية	الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية
صحيفة العمل	FL-1a: التغير السنوي في أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية (بما في ذلك الكتلة الحيوية الظاهرة والتحتية)[1]
الصحيفة	٣ من ٤

فئة استخدام الأراضي		فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ	الكربون المفقود سنويا بسبب عمليات القطع التجاري للأخشاب (أطنان كربون/سنة) $N = J \bullet K \bullet L \bullet (1-M) \bullet H$	حجم خشب الوقود الذي يجمع سنويا (متر^3/سنة)	كثافة الكتلة الحيوية (أطنان مادة جافة/ متر^3/حجم طري)	معامل توسع الكتلة الحيوية لتحويل أحجام الخشب المستدير إلى مجموع الكتلة الحيوية الظاهرة (بما فيها اللحاء) (بدون أبعاد)	الكربون المفقود سنويا بسبب عمليات جمع خشب الوقود (أطنان كربون/ سنة) $R = O \bullet P \bullet Q \bullet H$	مساحات الغابات المتأثرة بالاضطرابات (هكتار/سنة)	متوسط رصيد الكتلة الحيوية في المناطق الحرجية (أطنان مادة جافة/هكتار)
الاستخدام الأولي للأرض	استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ		N	O	P	Q	R	S	T
FL	FL	(a)							
		(b)	$L_{fellings}$	FG	D	BEF_2	$L_{fuelwood}$	$A_{disturbance}$	B_W
		(c)							
		المجموع الفرعي							
المجموع									

الوحدة	**الأراضي الحرجية**					
الوحدة الفرعية	**الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية**					
صحيفة العمل	**FL-1a: التغير السنوي في أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية (بما في ذلك الكتلة الحيوية الظاهرة والتحتية)**[1]					
الصحيفة	**٤ من ٤**					
فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**جزء الكتلة الحيوية المتروك ليتعفن في الغابة (بدون أبعاد)**	**خسائر الكربون السنوية الأخرى (أطنان كربون/ سنة)**	**النقص السنوي في الكربون بسبب المفقود من الكتلة الحيوية (أطنان كربون/سنة)**	**التغيير السنوي في أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية (أطنان كربون/ سنة)**
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**		**U**	**V = S • T • (1-U) • H** **V**	**W = N+R+V** **W**	**X = I-W** **X**
FL	FL	(a)				
		(b)	f_{BL}	$L_{other\ losses}$	ΔC_{FF_L}	$\Delta C_{FF_{LB}}$
		(c)				
		المجموع الفرعي				
المجموع						

الوحدة	**الأراضي الحرجية**
الوحدة الفرعية	**الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية**
صحيفة العمل	**FL-1b: التغير السنوي في أرصدة الكربون في المادة العضوية الميتة (الخشب الميت والفرش الحرجي)**
الصحيفة	**١ من ٣**

فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**مساحة الأراضي الحرجية المدارة التي تظل أراض حرجية (بالهكتار)**	**الانتقال السنوي إلى خشب ميت (أطنان مادة جافة/هكتار/سنة)**	**الانتقال السنوي من الخشب الميت (أطنان مادة جافة/هكتار/سنة)**	**جزء الكربون في المادة الجافة (القيمة الافتراضية هي ٠,٥) (أطنان كربون/(طن مادة جافة))**	**التغيير السنوي للكربون في المادة الجافة (أطنان كربون/ سنة) E = A • (B-C) • D**	**المخزون المرجعي للفرش الحرجي في الغابات الوطنية غير المدارة المقابل للحالة *i* (أطنان كربون/هكتار)**
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**		**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
FL	FL	(a)						
		(b)	**A**	B_{into}	B_{out}	**CF**	$\Delta C_{FF_{DW}}$	$LT_{ref(i)}$
		(c)						
		المجموع الفرعي						
المجموع								

[١] يستند الحساب إلى أسلوب المستوى ٢ حيث إن أسلوب المستوى ١ يفترض أن صافي التغير في كربون الخشب الميت والفرش الحرجي يساوي صفرا.

الوحدة	**الأراضي الحرجية**
الوحدة الفرعية	**الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية**
صحيفة العمل	**FL-1b: التغير السنوي في أرصدة الكربون في المادة العضوية الميتة (الخشب الميت والفرش الحرجي)**
الصحيفة	**٢ من ٣**

فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**معامل التكييف الذي يعبر عن تأثير كثافة الإدارة الممارسات على $LT_{ref\,(i)}$ في الحالة *i* (بدون أبعاد)**	**معامل التكييف الذي يعبر عن تأثير تغير نظام الاضطراب على $LT_{ref\,(i)}$ في الحالة *i* (بدون أبعاد)**	**رصيد الفرش الحرجي الثابت في الحالة السابقة *i* (أطنان كربون/هكتار) $I = F \bullet G \bullet H$**	**المخزون المرجعي للفرش الحرجي في الحالة السابقة *i* (أطنان كربون/هكتار)**	**معامل التكييف الذي يعبر عن تأثير كثافة الإدارة الممارسات على $LT_{ref\,(i)}$ في الحالة *j* (بدون أبعاد)**	**معامل التكييف الذي يعبر عن تأثير تغير نظام الاضطراب على $LT_{ref\,(i)}$ في الحالة *j* (بدون أبعاد)**
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**		**G**	**H**	**I**	**J**	**K**	**L**
FL	FL	(a)						
		(b)	$f_{mgt_intensity\,i}$	$f_{dist_regime\,i}$	C_i	$LT_{ref\,(j)}$	$f_{mgt_intensity\,j}$	$f_{dist_regime\,j}$
		(c)						
		المجموع الفرعي						
المجموع								

الوحدة	الأراضي الحرجية
الوحدة الفرعية	الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية
صحيفة العمل	FL-1b: التغير السنوي في أرصدة الكربون في المادة العضوية الميتة (الخشب الميت والفرش الحرجي)
الصحيفة	٣ من ٣

فئة استخدام الأراضي		فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ	رصيد الفرش الحرجي الثابت في الحالة السابقة *j* (أطنان كربون/هكتار) M = J • K • L	مساحة الغابات التي تمر بانتقال من الحالة *i* إلى الحالة *j* (بالهكتار)	الفترة الزمنية للانتقال من الحالة i إلى الحالة j المدة الافتراضية هي ٢٠ سنة (سنة)	التغير السنوي في رصيد كربون الفرش الحرجي (أطنان كربون/سنة) P = (M-I) • N / O	التغير السنوي في رصيد كربون المادة العضوية الميتة (أطنان كربون/سنة) Q = E+P
الاستخدام الأولي للأرض	استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ		M	N	O	P	Q
FL	FL	(a)					
		(b)	C_j	A_{ij}	T_{ij}	$\Delta C_{FF_{LT}}$	$\Delta C_{FF_{DOM}}$
		(c)					
		المجموع الفرعي					
المجموع							

الوحدة	**الأراضي الحرجية**								
الوحدة الفرعية	**الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية**								
صحيفة العمل	**FL-1c1: التغير السنوي في أرصدة الكربون في التربة المعدنية**[1]								
الصحيفة	**١ من ٢**								
فئة استخدام الأراضي[2]		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**[3]	**مساحة الغابات التي تمر بانتقال من الحالة *i* إلى الحالة *j* (بالهكتار)**	**الفترة الزمنية للانتقال من SOC_i إلى SOC_j (المدة الافتراضية ٢٠ عاما) (سنة)**	**رصيد الكربون المرجعي في الغابات الوطنية غير المدارة في تربة معينة (أطنان كربون/هكتار)**	**معامل التكييف الذي يعبر عن تأثير التغير من الغابات الوطنية إلى النوع الحرجي في الحالة *i* (بدون أبعاد)**	**معامل التكييف الذي يعبر عن تأثير كثافة الإدارة أو الممارسات على الغابات في الحالة *i* (بدون أبعاد)**	**معامل التكييف الذي يعبر عن تأثير التغيير في نظام الاضطراب إلى الحالة *i* فيما يتعلق بالغابات الوطنية (بدون أبعاد)**	**المخزون الثابت للكربون العضوي في التربة في الحالة السابقة i (أطنان كربون/هكتار) G = C • D • E • F**
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**		**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**
FL	FL	(a)							
		(b)	A_{ij}	T_{ij}	SOC_{REF}	$f_{forest\ type_i}$	$f_{man\ intensity_i}$	$f_{dist\ regime_i}$	SOC_i
		(c)							
		المجموع الفرعي							
المجموع									

[1] يستند الحساب إلى أسلوب المستوى ٢ حيث إن أسلوب المستوى ١ يفترض أن الكربون الموجود في التربة المعدنية في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية يساوي صفرا.

[2] يرمز **FL** إلى الأراضي الحرجية. انظر الفصل الثاني لمعرفة النهج المتبعة في تمثيل مساحات الأراضي.

[3] يمكن تقسيم استخدام الأراضي إلى فئات فرعية وفقا لتشكيلة الأنواع الشجرية أو النظام الوطني المتبع في تصنيف الأراضي أو المناطق الأيكولوجية.

الوحدة	**الأراضي الحرجية**							
الوحدة الفرعية	**الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية**							
صحيفة العمل	**FL-1c1: التغير السنوي في أرصدة الكربون في التربة المعدنية**[1]							
الصحيفة	**٢ من ٢**							
فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**المخزون المرجعي للكربون في الغابات الوطنية غير المدارة في تربة معينة (أطنان كربون/هكتار)**	**معامل التكييف الذي يعبر عن تأثير التغير من الغابات الوطنية إلى النوع الحرجي في الحالة *j* (بدون أبعاد)**	**معامل التكييف الذي يعبر عن تأثير كثافة الإدارة أو الممارسات على الغابات في الحالة *j* (بدون أبعاد)**	**معامل التكييف الذي يعبر عن تأثير التغيير في نظام الاضطراب إلى الحالة *j* فيما يتعلق بالغابات الوطنية (بدون أبعاد)**	**المخزون الثابت للكربون العضوي في التربة في الحالة القائمة *j* (أطنان كربون/هكتار) $G = C \bullet D \bullet E \bullet F$**	**التغير في المخزون السنوي لكربون التربة (أطنان كربون/هكتار) $M = (L-G) \bullet A / B$**
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**		**H (= C)**	**I**	**J**	**K**	**L**	**M**
FL	FL	(a)						
		(b)	SOC_{REF}	$f_{forest\ type_j}$	$f_{man\ intensity_j}$	$f_{dist\ regime_j}$	SOC_j	$\Delta C_{FF_{Mineral}}$
		(c)						
		المجموع الفرعي						
المجموع								

الوحدة	**الأراضي الحرجية**				
الوحدة الفرعية	**الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية**				
صحيفة العمل	**FL-1c2: التغير السنوي في أرصدة الكربون في التربة العضوية**				
الصحيفة	**١ من ١**				
فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**مساحة التربة الحرجية العضوية المصرفة من المياه (بالهكتار)**	**معامل انبعاث ثاني أكسيد الكربون المنطلق من التربة الحرجية العضوية المصرفة (أطنان كربون/هكتار/سنة)**	**انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المنطلقة من التربة الحرجية العضوية المصرفة من المياه (أطنان كربون/ سنة)**
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**		**A**	**B**	**C = A • B** **C**
FL	FL	(a)			
		(b)	$A_{Drained}$	$EF_{Drainage}$	$\Delta C_{FF_{Organic}}$
		(c)			
		المجموع الفرعي			
المجموع					

الوحدة	الأراضي الحرجية
الوحدة الفرعية	الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية
صحيفة العمل	FL-1c3: التغير السنوي في أرصدة الكربون في التربة (صحيفة عمل موجزة)
الصحيفة	١ من ١

التغير السنوي في التغيير السنوي لمخزون كربون التربة المعدنية (أطنان كربون/ سنة) A	انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من التربة العضوية المصرفة من المياه (أطنان كربون/سنة) B	التغير السنوي في رصيد كربون التربة (أطنان كربون/سنة) C = A+B C
$\Delta C_{FF_{Mineral}}$	$\Delta C_{FF_{Organic}}$	$\Delta C_{FF_{Soils}}$

الوحدة	الأراضي الحرجية
الوحدة الفرعية	الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية
صحيفة العمل	FLd: انبعاثات غازات غير ثاني أكسيد الكربون من حرائق النبات
الصحيفة	١ من ١

فئة استخدام الأراضي		فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ	المساحة المحروقة (بالهكتار)	كتلة الوقود المتاح (كيلو غرام مادة جافة هكتار)	كفاءة الاحتراق أو جزء الكتلة الحيوية المحروقة (بدون أبعاد)	معامل الانبعاث لكل غاز من غازات الدفيئة (غرام/كيلو غرام مادة جافة)	انبعاثات الميثان من الحرائق (أطنان من الميثان) $E = A \bullet B \bullet C \bullet D \bullet 10^{-6}$	انبعاثات أول أكسيد الكربون من الحرائق (أطنان أول أكسيد الكربون) $F = A \bullet B \bullet C \bullet D \bullet 10^{-6}$	انبعاثات أكسيد النيتروز من الحرائق (أطنان أكسيد النيتروز) $G = A \bullet B \bullet C \bullet D \bullet 10^{-6}$	انبعاثات أكاسيد النيتروجين من الحرائق (أطنان من أكاسيد النيتروجين) $H = A \bullet B \bullet C \bullet D \bullet 10^{-6}$
الاستخدام الأولي للأرض	استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ		A	B	C	D	E	F	G	H
FL	FL									
		(a)	A	B	C	D_{CH_4}	CH_4			
						D_{CO}		CO		
						D_{N_2O}			N_2O	
						D_{NO_x}				NO_x
		(b)								
		(c)								
		المجموع الفرعي								
المجموع										

الوحدة	**الأراضي الحرجية**	
الوحدة الفرعية	**الأراضي الحرجية المحولة إلى أراض حرجية**	
صحيفة العمل	**FL-2a: التغير السنوي في أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية (تشمل الكتلة الحيوية الظاهرة والتحتية)**	
الصحيفة	**١ من ١**	
تستخدم طريقة صحيفة العمل FL-1a: التغير السنوي في أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية (تشمل الكتلة الحيوية الظاهرة والتحتية) في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية **A**	**تستخدم طريقة صحيفة العمل FL-1a: التغير السنوي في أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية (تشمل الكتلة الحيوية الظاهرة والتحتية) في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية** **B**	**التغير السنوي في أرصدة كربون الكتلة الحيوية نتيجة التحويل إلى أراض حرجية** **(أطنان كربون/ سنة)** **C = A+B** **C**
ΔC_{LF_G}	ΔC_{LF_L}	$\Delta C_{LF_{LB}}$

الوحدة	**الأراضي الحرجية**
الوحدة الفرعية	**الأراضي الحرجية المحولة إلى أراض حرجية**
صحيفة العمل	**FL-2a: التغير السنوي في أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية (الخشب الميت والفرش الحرجي)[1]**
الصحيفة	**١ من ٢**

فئة استخدام الأراضي[2]		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الابلاغ٣**	**مساحة الأرض المحولة إلى أرض حرجية من خلال التجديد الطبيعي (بالهكتار)**	**الحجم القائم للكتلة الحيوية من حيث الكربون في الأحراج المتجددة طبيعيا (أطنان مادة جافة/ هكتار)**	**معدل موت الغابات المتجددة طبيعيا (بدون أبعاد)**	**الانتقال السنوي إلى خشب ميت في الغابات المتجددة طبيعيا (أطنان مادة جافة/ هكتار) D = B • C**	**الانتقال السنوي من خشب ميت في الغابات المتجددة طبيعيا (أطنان مادة جافة/ هكتار)**	**مساحة الأرض المحولة إلى أرض حرجية من خلال إنشاء المزارع (بالهكتار)**	**الحجم القائم للكتلة الحيوية من حيث الكربون في الأحراج المتجددة اصطناعيا (أطنان مادة جافة/ هكتار)**	**معدل موت الغابات المتجددة اصطناعيا (بدون أبعاد)**	**الانتقال السنوي إلى خشب ميت في الغابات المتجددة اصطناعيا (أطنان مادة جافة/ هكتار) I = G • H**
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**		**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**
CL	FL	(a)									
		(b)	A_{NatR}	$B_{standingNatR}$	M_{NatR}	$B_{intoNatR}$	$B_{outNatR}$	A_{ArtR}	$B_{standingArtR}$	M_{ArtR}	$B_{intoArtR}$
		(c)									
		المجموع الفرعي									
GL	FL	(a)									
		(b)									
		(c)									
		المجموع الفرعي									
WL, SL, OL	FL	(a)									
		(b)									
		(c)									
		المجموع الفرعي									
المجموع											

[1] يستند الحساب إلى أسلوب المستوى ٢ حيث إن أسلوب المستوى ١ يفترض أن الكربون الموجود في التربة المعدنية في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية يساوي صفرا.

[2] يرمز **FL** إلى الأراضي الحرجية، و**CL** للأراضي الزراعية، و**WL** للأراضي الرطبة، و**SL** للمستوطنات، و**OL** للأراضي الأخرى. انظر الفصل الثاني لمعرفة النهج المتبعة في تمثيل مساحات الأراضي.

[3] يمكن تقسيم استخدام الأراضي إلى فئات فرعية وفقا لتشكيلة الأنواع الشجرية أو النظام الوطني المتبع في تصنيف الأراضي أو المناطق الإيكولوجية.

الوحدة	**الأراضي الحرجية**
الوحدة الفرعية	**الأراضي الحرجية المحولة إلى أراض حرجية**
صحيفة العمل	**FL-2b: التغير السنوي في أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية (الخشب الميت والفرش الحرجي)**
الصحيفة	**٢ من ٢**

فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**الانتقال السنوي من خشب ميت في الغابات المتجددة اصطناعيا (أطنان مادة جافة/هكتار)**	**جزء الكربون في المادة الجافة (القيمة الافتراضية ٠,٥) (أطنان كربون (طن مادة جافة))**	**التغير السنوي في أرصدة الكربون في الخشب الميت (أطنان كربون/ سنة)**	**التغير السنوي في كربون الفرش الحرجي في الغابات المتجددة طبيعيا (أطنان كربون/هكتار/سنة)**	**التغير السنوي في كربون الفرش الحرجي في الغابات المتجددة اصطناعيا (أطنان كربون/هكتار/سنة)**	**التغير السنوي في أرصدة كربون الفرش الحرجي (أطنان كربون/ سنة)**	**التغير السنوي في أرصدة كربون المادة العضوية الميتة (أطنان كربون/سنة)**
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**				$L = [A \bullet (D-E) + F \bullet (I-J)] \bullet K$			$O = (A \bullet M)+ (F \bullet N)$	$P= L+O$
			J	**K**	**L**	**M**	**N**	**O**	**P**
CL	FL	(a)							
		(b)	$B_{out\ ArtR}$	**CF**	$\Delta C_{LF_{DW}}$ [1]	ΔC_{NatR}	ΔC_{ArtR}	$\Delta C_{LF_{LT}}$	$\Delta C_{LF_{DOM}}$
		(c)							
		المجموع الفرعي							
GL	FL	(a)							
		(b)							
		(c)							
		المجموع الفرعي							
WL, SL, OL	FL	(a)							
		(b)							
		(c)							
		المجموع الفرعي							
المجموع									

[1] تستخدم الرموز لبيان العلاقة بين صحائف العمل وصحائف التجميع وجداول الإبلاغ والمعادلات الواردة في صلب التقرير. ويرجى ملاحظة أن الرموز لم استخدم إلا في مثال واحد لفئات استخدام الأراضي.

الوحدة	**الأراضي الحرجية**
الوحدة الفرعية	**الأراضي الحرجية المحولة إلى أراض حرجية**
صحيفة العمل	**FL-2c1: التغير السنوي في أرصدة كربون التربة المعدنية**[1]
الصحيفة	**١ من ١**

فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**مجموع الأراضي المحرجة استنادا إلى الأراضي الزراعية أو المروج الطبيعية السابقة (بالهكتار)**	**المخزون المرجعي للكربون في الاستخدام السابق للأرض الزراعية أو المروج الطبيعية، SOC_{ref} (أطنان كربون/هكتار)**	**المربون العضوي الثابت في التربة في الاستخدام السابق للأرض سواء الزراعية أو المروج الطبيعية، $SOC_{Non\text{-}forest\ Land}$ (أطنان كربون/هكتار)**	**مدة الانتقال من $SOC_{Non\text{-}forest\ Land}$ إلى SOC_{ref} (سنة)**	**تغير رصيد الكربون في التربة المعدنية (أطنان كربون/ سنة) $E = (B-C) \bullet A / D$**
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**		**A**	**B**	**C**	**D**	**E**
CL	FL	(a)					
		(b)	$A_{AFF,x}$	SOC_{ref}	$SOC_{Non\text{-}forest_land}$	T_{AFF}	$\Delta C_{LF_{Mineral}}$[2]
		(c)					
		المجموع الفرعي					
GL	FL	(a)					
		(b)					
		(c)					
		المجموع الفرعي					
المجموع							

[1] توفر *إرشادات الممارسات السليمة المتصلة باستخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي والحراجة* قيما افتراضية للأراضي الزراعية والمروج الطبيعية المحولة إلى أراض حرجية.

[2] تستخدم الرموز لبيان العلاقة بين صحائف العمل وصحائف التجميع وجداول الإبلاغ والمعادلات الواردة في صلب التقرير. ويرجى ملاحظة أن الرموز لم استخدم إلا في مثال واحد لفئات استخدام الأراضي.

الوحدة	**الأراضي الحرجية**
الوحدة الفرعية	**الأراضي الحرجية المحولة إلى أراض حرجية**
صحيفة العمل	**FL-2c2: التغير السنوي في أرصدة كربون التربة العضوية**
الصحيفة	**١ من ١**

فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**مساحة أراضي التربة العضوية المصرفة من المياه المحولة إلى أراض حرجية (بالهكتار)**	**معامل الانبعاث لثاني أكسيد الكربون المنطلق من التربة الحرجية العضوية المصرفة من المياه (أطنان كربون/هكتار/سنة)**	**انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من التربة العضوية المصرفة من المياه (أطنان كربون/ سنة) $C = A \bullet B$**
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**		**A**	**B**	**C**
CL	FL	(a)			
		(b)	$A_{Drained}$	$EF_{Drainage}$	$\Delta C_{LF_{Organic}}$ [1]
		(c)			
		المجموع الفرعي			
GL	FL	(a)			
		(b)			
		(c)			
		المجموع الفرعي			
WL, SL, OL	FL	(a)			
		(b)			
		(c)			
		المجموع الفرعي			
المجموع					

[1] تستخدم الرموز لبيان العلاقة بين صحائف العمل وصحائف التجميع وجداول الإبلاغ والمعادلات الواردة في صلب التقرير. ويرجى ملاحظة أن الرموز لم استخدم إلا في مثال واحد لفئات استخدام الأراضي.

الوحدة	**الأراضي الحرجية**
الوحدة الفرعية	**الأراضي الحرجية المحولة إلى أراض حرجية**
صحيفة العمل	**FL-2c3: التغير السنوي في أرصدة كربون التربة (صحيفة عمل موجزة)**
الصحيفة	**١ من ١**

التغير السنوي في رصيد كربون التربة المعدنية (أطنان كربون/ سنة)	**انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من التربة العضوية المصرفة من المياه (أطنان كربون/ سنة)**	**التغير السنوي في رصيد كربون التربة (أطنان كربون/ سنة) C = A+B**
A	**B**	**C**
$\Delta C_{LF_{Mineral}}$	$\Delta C_{LF_{Organic}}$	$\Delta C_{LF_{Soils}}$

الوحدة	الأراضي الحرجية
الوحدة الفرعية	الأراضي الحرجية المحولة إلى أراض حرجية
صحيفة العمل	FL-2d: انبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون من حرائق النبات
الصحيفة	١ من ١

فئة استخدام الأراضي		فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ	المساحة المحروقة (بالهكتار)	كتلة الوقود المتاح (كيلو غرام مادة جافة هكتار)	كفاءة الاحتراق أو جزء الكتلة الحيوية المحروقة (بدون أبعاد)	معامل الانبعاث لكل غاز من غازات الدفيئة (غرام/كيلو غرام مادة جافة)	انبعاثات الميثان من الحرائق (أطنان ميثان) $E = A \bullet B \bullet C \bullet D \bullet 10^{-6}$	انبعاثات أول أكسيد الكربون من الحرائق (أطنان أول أكسيد الكربون) $F = A \bullet B \bullet C \bullet D \bullet 10^{-6}$	انبعاثات أكسيد النيتروز من الحرائق (أطنان أكسيد النيتروز) $G = A \bullet B \bullet C \bullet D \bullet 10^{-6}$	انبعاثات أكاسيد النيتروجين من الحرائق (أطنان أكاسيد النيتروجين) $H = A \bullet B \bullet C \bullet D \bullet 10^{-6}$
الاستخدام الأولي للأرض	استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ		A	B	C	D	E	F	G	H
CL	FL	(a)	**A**	**B**	**C**	D_{CH_4}	CH_4			
						D_{CO}		CO		
						D_{N_2O}			N_2O	
						D_{NO_x}				NO_x
		(b)								
		المجموع الفرعي								
GL	FL	(a)								
		(b)								
		المجموع الفرعي								
المجموع										

الوحدة	**الأراضي الزراعية**
الوحدة الفرعية	**الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية**
صحيفة العمل	**CL-1a: التغير السنوي في رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية**[١]
الصحيفة	**١ من ١**

فئة استخدام الأراضي[٢]		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**[٣]	**المساحة السنوية للأراضي الزراعية التي تحتوي على كتلة حيوية خشبية معمرة (هكتار)**	**معدل النمو السنوي للكتلة الحيوية الخشبية المعمرة (أطنان كربون/هكتار/سنة)**	**الرصيد السنوي للكربون في الكتلة الحيوية المزالة (الإزالة أو القطع) (أطنان كربون/هكتار/سنة)**	**التغير السنوي في رصيد الكربون في الكتلة الحيوية (أطنان كربون/سنة)** $D = A \bullet (B-C)$
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**		**A**	**B**	**C**	**D**
CL	CL	(a)				
		(b)	**A**	**G**	**L**	$\Delta C_{CC_{LB}}$
		(c)				
		المجموع الفرعي				
المجموع						

[١] لا يقدر التغير في الكتلة الحيوية إلا للمحاصيل الخشبية المعمرة. وفيما يتعلق بالمحاصيل السنوية، يفترض أن الزيادة في رصيد الكتلة الحيوية في سمة واحدة تساوي خسائر الكتلة الحيوية بسبب الحصد والموت في تلك السنة، وبذلك لا يكون هناك أي تراكم صاف لرصيد كربون الكتلة الحيوية.

[٢] ترمز الأحرف CL للأراضي الزراعية. انظر الفصل الثاني لمعرفة النهج المتبعة في تمثيل مساحات الأراضي.

[٣] ينبغي تقسيم استخدام الأراضي إلى فئات فرعية وفقا لنوع النباتات الخشبية المعمرة والمناطق المناخية.

الوحدة	**الأراضي الزراعية**
الوحدة الفرعية	**الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية**
صحيفة العمل	**CL-1c1: التغير السنوي في رصيد الكربون في التربة المعدنية**
الصحيفة	**١ من ٢**

فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**مساحة الأرض في كل رقعة [١] (بالهكتار)**	**المدة الزمنية للجرد (المدة الافتراضية ٢٠ سنة)**	**الرصيد المرجعي للكربون (أطنان كربون/هكتار)**	**معامل تغيير الرصيد في نوع استعمال الأرض أو التغيير في استعمال الأرض في بداية سنة الجرد (بدون أبعاد)**	**معامل تغيير الرصيد في نظام الإدارة في بداية سنة الجرد (بدون أبعاد)**	**معامل تغيير الرصيد في مدخلات المادة العضوية في بداية سنة الجرد (بدون أبعاد)**
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**		**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
CL	CL	(a)						
		(b)	**A**	**T**	**SOC_{ref}**	**$F_{LU(0-T)}$**	**$F_{MG(0-T)}$**	**$F_{I(0-T)}$**
		(c)						
		المجموع الفرعي						
المجموع								

[١] ينبغي تغطية النظام الرئيسي للأراضي الزراعي في البلد.

الوحدة	**الأراضي الزراعية**
الوحدة الفرعية	**الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية**
صحيفة العمل	**CL-1c1: التغير السنوي في رصيد الكربون في التربة المعدنية**
الصحيفة	**٢ من ٢**

فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**رصيد الكربون العضوي في التربة في السنوات T (بداية سنة الجرد) (أطنان كربون/هكتار) G = C • D • E • F**	**معامل تغيير الرصيد في نوع استخدام الأرض أو التغيير في استعمال الأرض في سنة الجرد الحالية (بدون أبعاد)**	**معامل تغيير الرصيد في نظام الإدارة في سنة الجرد الحالية (بدون أبعاد)**	**معامل تغيير الرصيد في مدخلات المادة العضوية في بداية سنة الجرد الحالية (بدون أبعاد)**	**رصيد الكربون العضوي في التربة في سنة الجرد الحالية (أطنان كربون/هكتار) K = C • H • I • J**	**التغير السنوي في رصيد الكربون في التربة المعدنية (أطنان كربون/سنة) L = [(K-G) • A] / B**
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**		**G**	**H**	**I**	**J**	**K**	**L**
CL	CL	(a)						
		(b)	$SOC_{(0-T)}$	$F_{LU(0)}$	$F_{MG(0)}$	$F_{I(0)}$	SOC_0	$\Delta C_{CC_{Mineral}}$
		(c)						
		المجموع الفرعي						
المجموع								

الوحدة	**الأراضي الزراعية**
الوحدة الفرعية	**الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية**
صحيفة العمل	**CL-1c2: التغير السنوي في رصيد الكربون في التربة العضوية**
الصحيفة	**١ من ١**

فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**مساحة أرض التربة العضوية في نوع المناخ c (بالهكتار)**	**معامل الانبعاث في نوع المناخ c (أطنان كربون/هكتار/سنة)**	**انبعاثات ثاني أكسد الكربون من التربة العضوية المزروعة (أطنان كربون/سنة)**
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**		**A**	**B**	**C = A • B** **C**
CL	CL	(a)			
		(b)	**A**	**EF**	$\Delta C_{CC_{Organic}}$
		(c)			
		المجموع الفرعي			
المجموع					

الوحدة	الأراضي الزراعية
الوحدة الفرعية	الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية
صحيفة العمل	CL-1c3: انبعاثات الكربون الناتجة عن استخدام الجير في الزراعة
الصحيفة	١ من ١

فئة استخدام الأراضي		فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ	نوع الجير	مجموع مقدار الجير المستخدم سنويا (أطنان جير/سنة)	معامل الانبعاث (المحتوى من الكربون في شكل كربونات في المواد) (أطنان كربون/طن جير)	الانبعاثات السنوية لثاني أكسيد الكربون الناتجة عن استخدام الجير في الزراعة (أطنان كربون/سنة) D = B • C
الاستخدام الأولي للأرض	استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ		A	B	C	D
CL	CL	(a)				
		(b)	النوع	المقدار	معامل الانبعاث	$\Delta C_{CC\ Liming}$
		(c)				
		المجموع الفرعي				
المجموع						

الوحدة	الأراضي الزراعية
الوحدة الفرعية	الأراضي الزراعية التي تظل أراض زراعية
صحيفة العمل	CL-1c4: التغير السنوي في رصيد كربون التربة في الأراضي الزراعية
الصحيفة	١ من ١

التغير السنوي في رصيد كربون التربة في التربة المعدنية (أطنان كربون/سنة) A	انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من التربة العضوية المزروعة (أطنان كربون/سنة) B	انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن استخدام الجير (أطنان كربون/سنة) C	التغير السنوي في رصيد الكربون في التربة (أطنان كربون/سنة) C = A-B-C D
$\Delta C_{CC_{Mineral}}$	$\Delta C_{CC_{Organic}}$	$\Delta C_{CC_{Liming}}$	$\Delta C_{CC_{Soils}}$

الوحدة	**الأراضي الزراعية**
الوحدة الفرعية	**الأراضي المحولة إلى أراض زراعية**
صحيفة العمل	**CL-2a: التغير السنوي في رصيد الكربون في الكتلة الحيوية**
الصحيفة	**١ من ١**

فئة استخدام الأراضي[١]		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**[٢]	**مساحة الأراضي المحلة إلى أرض زراعية سنويا (هكتار سنة$^{-1}$)**	**رصيد الكربون في الكتلة الحيوية بعد التحويل مباشرة إلى أراض زراعية (أطنان كربون/هكتار)**	**رصيد الكربون في الكتلة الحيوية قبل التحويل مباشرة إلى أراض زراعية (أطنان كربون/هكتار)**	**التغير في رصيد الكربون لكل مساحة من الأرض في ذلك النوع من التغيير عندما تتحول الأرض إلى أراض زراعية (أطنان كربون/هكتار) D = B-C**	**التغيير في رصيد الكربون بعد سنة من نمو الأراضي الزراعية (أطنان كربون/هكتار)**	**التغيير السنوي في رصيد الكربون في الكتلة الحيوية الحية في الأراضي المحولة إلى أراض زراعية (أطنان كربون/سنة) F = A • (D+E)**
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**		**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
FL	CL	(a)						
		(b)	$A_{Conversion}$	C_{After}	C_{Before}	$L_{Conversion}$	ΔC_{Growth}	$\Delta C_{LC_{LB}}$[٣]
		(c)						
		المجموع الفرعي						
GL	CL	(a)						
		(b)						
		(c)						
		المجموع الفرعي						
WL, SL, OL	CL	(a)						
		(b)						
		(c)						
		المجموع الفرعي						
المجموع								

[١] ترمز الأحرف FL للأراضي الحرجية، وCL للأراضي الزراعية، وGL للمروج الطبيعية، وWL للأراضي الرطبة، وSL للمستوطنات، وOL للأراضي الأخرى. انظر الفصل الثاني لمعرفة النهج المتبعة في تمثيل مساحات الأراضي.

[٢] ينبغي تقسيم استخدام الأراضي إلى فئات فرعية وفقا لنوع النباتات الخشبية المعمرة والمناطق المناخية.

[٣] تستخدم الرموز لبيان العلاقة بين صحائف العمل وصحائف التجميع وجداول الإبلاغ والمعادلات الواردة في صلب التقرير. ويرجى ملاحظة أن الرموز لم استخدم إلا في مثال واحد لفئات استخدام الأراضي.

الوحدة	**الأراضي الزراعية**
الوحدة الفرعية	**الأراضي المحولة إلى أراض زراعية**
صحيفة العمل	**CL-2c1: التغير السنوي في رصيد الكربون في التربة المعدنية**
الصحيفة	**١ من ٢**

فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**مساحة الأرض المحولة إلى نظام الأرض الزراعية[١] (بالهكتار)**	**مدة الجرد (المدة الافتراضية ٢٠ سنة)**	**الرصيد المرجعي لكربون (أطنان كربون/هكتار)**	**معامل تغيير الرصيد في نوع استخدام الأرض أو التغيير في استخدام الأرض في السنة الأولية (السابقة للتحويل) (بدون أبعاد)**	**معامل تغيير الرصيد في نظام الإدارة في السنة الأولية (السابقة للتحويل) (بدون أبعاد)**	**معامل تغيير الرصيد في مدخلات المادة العضوية في السنة الأولية (السابقة للتحويل) (بدون أبعاد)**
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**		**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
FL	CL	(a)						
		(b)	**A**	**T**	**SOC_{ref}**	**$F_{LU(0-T)}$**	**$F_{MG(0-T)}$**	**$F_{I(0-T)}$**
		(c)						
		المجموع الفرعي						
GL	CL	(a)						
		(b)						
		(c)						
		المجموع الفرعي						
WL, SL, OL	CL	(a)						
		(b)						
		(c)						
		المجموع الفرعي						
المجموع								

١ ينبغي تغطية النظام الرئيسي للأرض الزراعية في البلد.

الوحدة	**الأراضي الزراعية**
الوحدة الفرعية	**الأراضي المحولة إلى أراض زراعية**
صحيفة العمل	**CL-2c1: التغير السنوي في رصيد الكربون في التربة المعدنية**
الصحيفة	**٢ من ٢**

فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**رصيد الكربون العضوي في التربة في السنة الأولية (السابقة للتحويل) (أطنان كربون هكتار⁻٢) G = C • D • E • F**	**معامل تغيير الرصيد في نوع استخدام الأرض أو تغيير استخدام الأرض في سنة الجرد الحالية (بدون أبعاد)**	**معامل تغيير الرصيد في نظام الإدارة في سنة الجرد الحالية (بدون أبعاد)**	**معامل تغيير الرصيد في مدخلات المادة العضوية في سنة الجرد الحالية (بدون أبعاد)**	**رصيد الكربون العضوي أثناء سنة الجرد الحالية (أطنان كربون/هكتار) K = C • H • I • J**	**التغير السنوي في رصيد الكربون في التربة المعدنية (أطنان كربون/سنة) L = [(K-G) • A] / B**
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**		**G**	**H**	**I**	**J**	**K**	**L**
FL	CL	(a)						
		(b)	$SOC_{(0-T)}$	$F_{LU(0)}$	$F_{MG(0)}$	$F_{I(0)}$	SOC_0	$\Delta C_{LC_{Mineral}}$ [1]
		المجموع الفرعي						
GL	CL	(a)						
		(b)						
		(c)						
		المجموع الفرعي						
WL, SL, OL	CL	(a)						
		(b)						
		(c)						
		المجموع الفرعي						
المجموع								

[1] تستخدم الرموز لبيان العلاقة بين صحائف العمل وصحائف التجميع وجداول الإبلاغ والمعادلات الواردة في صلب التقرير. ويرجى ملاحظة أن الرموز لم استخدم إلا في مثال واحد لفئات استخدام الأراضي.

الوحدة	**الأراضي الزراعية**
الوحدة الفرعية	**الأراضي المحولة إلى أراض زراعية**
صحيفة العمل	**CL-2c2: التغير السنوي في رصيد الكربون في التربة العضوية**
الصحيفة	**١ من ١**

فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**مساحة أراضي التربة العضوية في النوع المناخي c المحولة إلى أراض زراعية (هكتار)**	**معامل الانبعاث في النوع المناخي c (أطنان كربون هكتار سنة$^{-1}$)**	**انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من التربة العضوية المزروعة (أطنان كربون/سنة) C = A ● B**
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**		**A**	**B**	**C**
FL	CL	(a)			
		(b)	**A**	**EF**	$\Delta C_{LC_{Organic}}$ [1]
		(c)			
		المجموع الفرعي			
GL	CL	(a)			
		(b)			
		(c)			
		المجموع الفرعي			
WL, SL, OL	CL	(a)			
		(b)			
		(c)			
		المجموع الفرعي			
المجموع					

[1] تستخدم الرموز لبيان العلاقة بين صحائف العمل وصحائف التجميع وجداول الإبلاغ والمعادلات الواردة في صلب التقرير. ويرجى ملاحظة أن الرموز لم استخدم إلا في مثال واحد لفئات استخدام الأراضي.

الوحدة	**الأراضي الزراعية**
الوحدة الفرعية	**الأراضي المحولة إلى أراض زراعية**
صحيفة العمل	**CL-2c3: انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من استخدام الجير في الزراعة**
الصحيفة	**١ من ١**

فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**نوع الجير**	**مجموع مقدار الجير المستخدم سنويا (أطنان جير/سنة)**	**معامل الانبعاث (المحتوى من الكربون في شكل كربونات) (أطنان كربون/طن جير)**	**الانبعاثات السنوية لثاني أكسيد الكربون الناتجة عن استخدام الجير في الزراعة (أطنان كربون/سنة) $D = B \bullet C$**
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**		A	B	C	D
FL	CL	(a)				
		(b)	**النوع**	**المقدار**	**معامل الانبعاث**	$\Delta C_{LC_{Liming}}$ [1]
		(c)				
		المجموع الفرعي				
GL	CL	(a)				
		(b)				
		(c)				
		المجموع الفرعي				
WL, SL, OL	CL	(a)				
		(b)				
		(c)				
		المجموع الفرعي				
المجموع						

[1] تستخدم الرموز لبيان العلاقة بين صحائف العمل وصحائف التجميع وجداول الإبلاغ والمعادلات الواردة في صلب التقرير. ويرجى ملاحظة أن الرموز لم استخدم إلا في مثال واحد لفئات استخدام الأراضي.

الوحدة	**الأراضي الزراعية**
الوحدة الفرعية	**الأراضي المحولة إلى أراض زراعية**
صحيفة العمل	**CL-2c4: التغير السنوي في رصيد الكربون في الأراضي الزراعية**
الصحيفة	**١ من ١**

التغير السنوي في رصيد الكربون في التربة المعدنية (أطنان كربون/سنة) **A**	**انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من التربة العضوية المزروعة (أطنان كربون/سنة)** **B**	**انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن استخدام الجير (أطنان كربون/سنة)** **C**	**التغير السنوي في رصيد الكربون في التربة (أطنان كربون/سنة)** **C = A-B-C** **D**
$\Delta C_{LC_{Mineral}}$	$\Delta C_{LC_{Organic}}$	$\Delta C_{LC_{Liming}}$	$\Delta C_{LC_{Soil}}$

الوحدة	**الأراضي الزراعية**
الوحدة الفرعية	**الأراضي المحولة إلى أراض زراعية**
صحيفة العمل	**CL-2d: الانبعاثات السنوية لأكسيد النيتروز من التربة المعدنية**
الصحيفة	**١ من ١**

فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**معامل الانبعاث الافتراضي المحدد من الفريق الحكومي الدولي لحساب الانبعاثات المنطلقة من الأراضي الزراعية بسبب إضافة النيتروجين سواء في شكل أسمدة معدنية أو سماد بلدي أو بقايا المحاصيل. (كيلو غرام N2O-N / كيلو غرام نيتروجين) A**	**النيتروجين المنطلق سنويا عن طريق معدنة صافي المادة العضوية في التربة نتيجة الاضطراب (انظر الملحوظة ١ أدناه) (كيلو غرام نيتروجين/سنة) B**	**الانبعاثات الإضافية الناشئة عن تغيير استخدام الأرض (كيلو غرام N2O-N/سنة) C = A • B**	**انبعاثات أكسيد النيتروجين نتيجة الاضطراب المقترن بتحويل استخدام الأرض الحرجية أو المروج الطبيعية أو الأراضي الأخرى إلى أراض زراعية (كيلو غرام N2O-N/سنة) D = C D**
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**					
FL	CL	(a)				
		(b)	EF_1	$N_{net-min}$	$N_2O_{net-min}$-N	N_2O Emission$_{LC}$ [٢]
		(c)				
		المجموع الفرعي				
GL	CL	(a)				
		(b)				
		(c)				
		المجموع الفرعي				
WL, SL, OL	CL	(a)				
		(b)				
		(c)				
		المجموع الفرعي				
المجموع						

[١] العمود C = قيمة العمود A في صحيفة العمل CL-2c4 مقسوما على نسبة C إلى N (انظر المعادلة ٣-٣-١٥). والقيمة الافتراضية لنسبة C إلى N هي ١٥.

[٢] تستخدم الرموز لبيان العلاقة بين صحائف العمل وصحائف التجميع وجداول الإبلاغ والمعادلات الواردة في صلب التقرير. ويرجى ملاحظة أن الرموز لم استخدم إلا في مثال واحد لفئات استخدام الأراضي.

الوحدة	**المروج الطبيعية**
الوحدة الفرعية	**المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية**
صحيفة العمل	**GL-1a: التغير السنوي في رصيد الكربون في الكتلة الحيوية**[1]
الصحيفة	**١ من ٢**

فئة استخدام الأراضي[2]		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**مساحة المروج الطبيعية المغطاة بالكتلة الحيوية الخشبية المعمرة (بالهكتار)** A	**متوسط النمو السنوي في الكتلة الحيوية الخشبية المعمرة (أطنان مادة جافة/هكتار/سنة)** B	**متوسط الخسارة السنوية في الكتلة الحيوية الخشبية المعمرة (أطنان مادة جافة/هكتار/سنة)** C	**التغير في الكتلة الحيوية الخشبية المعمرة الحية الظاهرة والتحتية (أطنان مادة جافة/سنة)** $D = A \bullet (B-C)$ D	**مساحة المروج الطبيعية العشبية (بالهكتار)** E
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**						
GL	GL	(a)					
		(b)	$A_{perennial}$	$G_{perennial}$	$L_{perennial}$	$\Delta B_{perennial}$	$A_{grasses}$
		(c)					
		المجموع الفرعي					
المجموع							

[1] تستند صحيفة العمل إلى أسلوب المستوى ٢ . ويفترض أسلوب المستوى ١ عدم حدوث أي تغيير في رصيد كربون الكتلة الحيوية.

[2] ترمز الأحرف GL إلى المروج الطبيعية. انظر الفصل الثاني لمعرفة النهج المتبعة في تمثيل مساحات الأراضي.

[3] ينبغي تقسيم استخدام الأرض لإلى فئات فرعية وف١٤ لنوع المروج الطبيعية والمنطقة المناخية.

الوحدة	**المروج الطبيعية**
الوحدة الفرعية	**المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية**
صحيفة العمل	**GL-1a: التغير السنوي في رصيد الكربون في الكتلة الحيوية**
الصحيفة	**٢ من ٢**

فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**متوسط النمو السنوي في الكتلة الحيوية للحشائش (أطنان مادة جافة/هكتار/سنة)** F	**متوسط الخسارة السنوية في الكتلة الحيوية للحشائش (أطنان مادة جافة/هكتار/سنة)** G	**التغير في الكتلة الحيوية التحتية للحشائش (أطنان مادة جافة/سنة)** $H = E \bullet (F-G)$ H	**جزء الكربون في المادة الجافة (القيمة الافتراضية ٠,٥) (أطنان كربون/طن مادة جافة)** I	**التغير في رصيد كربون الكتلة الحيوية (أطنان كربون/سنة)** $J = (D+H) \bullet I$ J
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**						
GL	GL	(a)					
		(b)	$G_{grasses}$	$L_{grasses}$	$\Delta B_{grasses}$	CF	$\Delta C_{GG_{LB}}$
		(c)					
		المجموع الفرعي					
المجموع							

الوحدة	**المروج الطبيعية**
الوحدة الفرعية	**المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية**
صحيفة العمل	**GL-1c1: التغير السنوي في رصيد الكربون في التربة المعدنية**
الصحيفة	**١ من ٢**

فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**مساحة الأرض في كل مجموعة (بالهكتار)**	**المدة الزمنية للجرد (المدة الافتراضية ٢٠عاما)**	**الرصيد المرجعي للكربون (أطنان كربون/هكتار)**	**معامل تغيير الرصيد في نوع استخدام الأرض أو تغيير استخدام الأرض في بداية سنة الجرد (بدون أبعاد)**	**معامل تغيير الرصيد في نظام الإدارة في بداية سنة الجرد (بدون أبعاد)**	**معامل تغيير الرصيد في مخلات المادة العضوية في بداية سنة الجرد (بدون أبعاد)**
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**		**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
GL	GL	(a)						
		(b)	**A**	**T**	SOC_{ref}	$F_{LU(0-T)}$	$F_{MG(0-T)}$	$F_{I(0-T)}$
		(c)						
		المجموع الفرعي						
المجموع								

الوحدة	**المروج الطبيعية**
الوحدة الفرعية	**المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية**
صحيفة العمل	**GL-1c1: التغير السنوي في رصيد الكربون في التربة المعدنية**
الصحيفة	**٢ من ٢**

فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**رصيد الكربون العضوي في التربة في السنوات T (بداية سنة الجرد) (أطنان كربون/هكتار) G = C • D • E • F**	**معامل تغيير الرصيد في نوع استخدام الأرض أو تغيير استخدام الأرض في سنة الجرد الحالية (بدون أبعاد)**	**معامل تغيير الرصيد في نظام الإدارة في سنة الجرد الحالية (بدون أبعاد)**	**معامل تغيير الرصيد في مخلات المادة العضوية في بداية سنة الجرد (بدون أبعاد)**	**رصيد الكربون العضوي في التربة في سنة الجرد الحالية (أطنان كربون/هكتار) K = C • H • I • J**	**التغير السنوي في رصيد الكربون في التربة المعدنية (أطنان كربون/سنة) L = [(K-G) • A] / B**
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**		**G**	**H**	**I**	**J**	**K**	**L**
GL	GL	(a)						
		(b)	$SOC_{(0-T)}$	$F_{LU(0)}$	$F_{MG(0)}$	$F_{I(0)}$	SOC_0	$\Delta C_{GG_{Mineral}}$
		(c)						
		المجموع الفرعي						
المجموع								

الوحدة	**المروج الطبيعية**
الوحدة الفرعية	**المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية**
صحيفة العمل	**GL-1c2: التغير السنوي في رصيد الكربون في التربة العضوية المزروعة**
الصحيفة	**١ من ١**

فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**مساحة أرض التربة العضوية في نوع المناخ c (بالهكتار)**	**معامل الانبعاث في نوع المناخ c (أطنان كربون/هكتار/سنة)**	**انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من التربة العضوية المزروعة (أطنان كربون/سنة) C = A ● B**
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**		**A**	**B**	**C**
GL	GL	(a)			
		(b)	**A**	**EF**	$\Delta C_{GG_{Organic}}$
		(c)			
		المجموع الفرعي			
المجموع					

الوحدة	**المروج الطبيعية**
الوحدة الفرعية	**المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية**
صحيفة العمل	**GL-1c3 انبعاثات ثاني أكسيد الكربون السنوية الناتجة عن استخدام الجير في الزراعة**
الصحيفة	**١ من ١**

فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**نوع الجير**	**مجموع مقدار الجير المستخدم سنويا (أطنان جير/سنة)**	**معامل الانبعاث (المحتوى من الكربون في شكل كربونات في المواد) (أطنان كربون/طن جير)**	**انبعاثات الكربون السنوية الناتجة عن استخدام الجير في الزراعة (أطنان كربون/سنة) $D = B \bullet C$**
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**		**A**	**B**	**C**	**D**
GL	GL	(a)				
		(b)	**النوع**	**المقدار**	**معامل الانبعاث**	$\Delta C_{GG_{Liming}}$
		(c)				
		المجموع الفرعي				
المجموع						

الوحدة	**المروج الطبيعية**
الوحدة الفرعية	**المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية**
صحيفة العمل	**GL-1c4 التغير السنوي في رصيد كربون التربة في المروج الطبيعية**
الصحيفة	**١ من ١**

التغير السنوي في رصيد كربون التربة في التربة المعدنية (أطنان كربون/سنة)	**انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من التربة العضوية المزروعة (أطنان كربون/سنة)**	**انبعاثات الكربون السنوية الناتجة عن استخدام الجير (أطنان كربون/سنة)**	**التغير السنوي في رصيد الكربون في التربة (أطنان كربون/سنة) C = A-B-C**
A	**B**	**C**	**D**
$\Delta C_{GG_{Mineral}}$	$\Delta C_{GG_{Organic}}$	$\Delta C_{GG_{Liming}}$	$\Delta C_{GG_{Soils}}$

الوحدة	المروج الطبيعية
الوحدة الفرعية	المروج الطبيعية التي تظل مروجا طبيعية
صحيفة العمل	GL-1d انبعاثات غازات غير ثاني أكسيد الكربون من حرائق النبات
الصحيفة	١ من ١

فئة استخدام الأراضي		فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ	مساحة المروج الطبيعية المحروقة (بالهكتار)	كتلة الوقود المتاح (كيلو غرام مادة جافة هكتار$^{-1}$)	كفاءة الاحتراق أو جزء الكتلة الحيوية المحروقة (بدون أبعاد)	معامل الانبعاث لكل غاز من غازات الدفيئة (غرام/كيلو غرام مادة جافة)	انبعاثات الميثان من الحرائق (أطنان من الميثان) $E = A \bullet B \bullet C \bullet D \bullet 10^{-6}$	انبعاثات أول أكسيد الكربون من الحرائق (أطنان من أول أكسيد الكربون) $F = A \bullet B \bullet C \bullet D \bullet 10^{-6}$	انبعاثات أكسيد النيتروز من الحرائق (أطنان من أكسيد النيتروز) $G = A \bullet B \bullet C \bullet D \bullet 10^{-6}$	انبعاثات أكاسيد النيتروجين من الحرائق (أطنان من أكاسيد النيتروجين) $H = A \bullet B \bullet C \bullet D \bullet 10^{-6}$
الاستخدام الأولي للأرض	استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ		A	B	C	D	E	F	G	H
GL	GL	(a)	A	B	C	D_{CH_4}	CH_4			
						D_{CO}		CO		
						D_{N_2O}			N_2O	
						D_{NO_x}				NO_x
		(b)								
		(c)								
		المجموع الفرعي								
المجموع										

الوحدة	**المروج الطبيعية**
الوحدة الفرعية	**الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية**
صحيفة العمل	**GL-2a التغير السنوي في رصيد الكربون في الكتلة الحيوية الحية والميتة**
الصحيفة	**١ من ١**

فئة استخدام الأراضي[1]		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الابلاغ**[2]	**مساحة الأرض المحولة سنويا من بعض الاستخدامات الأولية إلى مروج طبيعية (هكتار/سنة)**	**رصيد كربون الكتلة الحيوية مباشرة بعد التحويل إلى مروج طبيعية (أطنان كربون/هكتار)**	**رصيد كربون الكتلة الحيوية مباشرة قبل التحويل إلى مروج طبيعية (أطنان كربون/هكتار)**	**التغير في رصيد الكربون في كل مساحة من الأرض تخضع لهذا النوع من التحويل (أطنان كربون/هكتار) D = B-C**	**رصيد الكربون بعد سنة واحدة من نمو النباتات في المروج الطبيعية بعد التحويل (أطنان/هكتار/سنة)**	**التغير السنوي في رصيد الكربون في الكتلة الحيوية الحية (أطنان كربون/سنة) F = A • (D+E)**
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**		**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
FL	GL	(a)						
		(b)	$A_{Conversion}$	C_{After}	C_{Before}	$L_{Conversion}$	ΔC_{Growth}	$\Delta C_{LG_{LB}}$[3]
		(c)						
		المجموع الفرعي						
CL	GL	(a)						
		(b)						
		(c)						
		المجموع الفرعي						
WL, SL, OL	GL	(a)						
		(b)						
		(c)						
		المجموع الفرعي						
المجموع								

١ ترمز الأحرف FL للأراضي الحرجية، وCL للأراضي الزراعية، وGL للمروج الطبيعية، وWL للأراضي الرطبة، وSL للمستوطنات، وOL للأراضي الأخرى. انظر الفصل الثاني لمعرفة النهج المتبعة في تمثيل مساحات الأراضي.

٢ ينبغي تقسيم استخدام الأراضي إلى فئات فرعية وفقا لنوع النباتات الخشبية المعمرة والمناطق المناخية.

٣ تستخدم الرموز لبيان العلاقة بين صحائف العمل وصحائف التجميع وجداول الإبلاغ والمعادلات الواردة في صلب التقرير. ويرجى ملاحظة أن الرموز لم استخدم إلا في مثال واحد لفئات استخدام الأراضي.

الوحدة	**المروج الطبيعية**
الوحدة الفرعية	**الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية**
صحيفة العمل	**GL-2c1 التغير السنوي في رصيد الكربون في التربة المعدنية**
الصحيفة	**١ من ٢**

فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**مساحة الأرض المحولة من بعض الاستخدامات الأولية إلى مروج طبيعية (بالهكتار)** A	**مدة الجرد (المدة الافتراضية ٢٠ سنة)** B	**الرصيد المرجعي لكربون (أطنان كربون/هكتار)** C	**معامل تغيير الرصيد في نوع استخدام الأرض أو التغيير في استخدام الأرض في السنة الأولية (السابقة للتحويل) (بدون أبعاد)** D	**معامل تغيير الرصيد في نظام الإدارة في السنة الأولية (السابقة للتحويل) (بدون أبعاد)** E	**معامل تغيير الرصيد في مدخلات المادة العضوية في السنة الأولية (السابقة للتحويل) (بدون أبعاد)** F
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**							
FL	GL	(a)						
		(b)	A	T	SOC_{ref}	$F_{LU(0-T)}$	$F_{MG(0-T)}$	$F_{I(0-T)}$
		(c)						
		المجموع الفرعي						
CL	GL	(a)						
		(b)						
		(c)						
		المجموع الفرعي						
WL, SL, OL	GL	(a)						
		(b)						
		(c)						
		المجموع الفرعي						
المجموع								

الوحدة	**المروج الطبيعية**
الوحدة الفرعية	**الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية**
صحيفة العمل	**GL-2c1 التغير السنوي في رصيد الكربون في التربة المعدنية**
الصحيفة	**٢ من ٢**

فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**رصيد الكربون العضوي في التربة في السنة الأولية (السابقة للتحويل) (أطنان كربون هكتار⁻²) G = C • D • E • F** G	**معامل تغيير الرصيد في نوع استخدام الأرض أو تغيير استخدام الأرض في سنة الجرد الحالية (بدون أبعاد)** H	**معامل تغيير الرصيد في نظام الإدارة في سنة الجرد الحالية (بدون أبعاد)** I	**معامل تغيير الرصيد في مدخلات المادة العضوية في سنة الجرد الحالية (بدون أبعاد)** J	**رصيد الكربون العضوي أثناء سنة الجرد الحالية (أطنان كربون/هكتار) K = C • H • I (J** K	**التغير السنوي في رصيد كربون التربة المعدنية (أطنان كربون/سنة) L = [(K-G) (A] / B** L
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**							
FL	GL	(a)						
		(b)	$SOC_{(0-T)}$	$F_{LU(0)}$	$F_{MG(0)}$	$F_{I(0)}$	SOC_0	$\Delta C_{LG_{Mineral}}$ [1]
		(c)						
		المجموع الفرعي						
CL	GL	(a)						
		(b)						
		(c)						
		المجموع الفرعي						
WL, SL, OL	GL	(a)						
		(b)						
		(c)						
		المجموع الفرعي						
المجموع								

[1] تستخدم الرموز لبيان العلاقة بين صحائف العمل وصحائف التجميع وجداول الإبلاغ والمعادلات الواردة في صلب التقرير. ويرجى ملاحظة أن الرموز لم استخدم إلا في مثال واحد لفئات استخدام الأراضي.

الوحدة	**المروج الطبيعية**
الوحدة الفرعية	**الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية**
صحيفة العمل	**GL-2c2 التغير السنوي في رصيد الكربون في التربة العضوية المزروعة**
الصحيفة	**١ من ١**

فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**مساحة أراضي التربة العضوية في النوع المناخي c المحولة إلى مروج طبيعية (هكتار)**	**معامل الانبعاث في النوع المناخي c (أطنان كربون هكتار/سنة)**	**انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من التربة العضوية المزروعة (أطنان كربون/سنة) C = A ● B**
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**		**A**	**B**	**C**
FL	GL	(a)			
		(b)	**A**	**EF**	$\Delta C_{LG_{Organic}}$ [1]
		(c)			
		المجموع الفرعي			
CL	GL	(a)			
		(b)			
		(c)			
		المجموع الفرعي			
WL, SL, OL	GL	(a)			
		(b)			
		(c)			
		المجموع الفرعي			
المجموع					

[1] تستخدم الرموز لبيان العلاقة بين صحائف العمل وصحائف التجميع وجداول الإبلاغ والمعادلات الواردة في صلب التقرير. ويرجى ملاحظة أن الرموز لم استخدم إلا في مثال واحد لفئات استخدام الأراضي.

الوحدة	**المروج الطبيعية**
الوحدة الفرعية	**الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية**
صحيفة العمل	**GL-2c3 انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من استخدام الجير في الزراعة**
الصحيفة	**١ من ١**

فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**نوع الجير**	**مجموع مقدار الجير المستخدم سنويا (أطنان جير/سنة)**	**معامل الانبعاث (المحتوى من الكربون في شكل كربونات) (أطنان كربون/طن جير)**	**انبعاثات الكربون السنوية الناتجة عن استخدام الجير في الزراعة (أطنان كربون/سنة) D = B ● C**
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**		**A**	**B**	**C**	**D**
FL	GL	(a)				
		(b)	**النوع**	**المقدار**	**معامل الانبعاث**	$\Delta C_{LG_{Liming}}$ [1]
		(c)				
		المجموع الفرعي				
CL	GL	(a)				
		(b)				
		(c)				
		المجموع الفرعي				
WL, SL, OL	GL	(a)				
		(b)				
		(c)				
		المجموع الفرعي				
المجموع						

[1] تستخدم الرموز لبيان العلاقة بين صحائف العمل وصحائف التجميع وجداول الإبلاغ والمعادلات الواردة في صلب التقرير. ويرجى ملاحظة أن الرموز لم استخدم إلا في مثال واحد لفئات استخدام الأراضي.

الوحدة	المروج الطبيعية
الوحدة الفرعية	الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية
صحيفة العمل	GL-2c4 التغير السنوي في رصيد الكربون في المروج الطبيعية
الصحيفة	١ من ١

التغير السنوي في رصيد الكربون في التربة المعدنية (أطنان كربون/سنة) A	انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من التربة العضوية المزروعة (أطنان كربون/سنة) B	انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن استخدام الجير (أطنان كربون/سنة) C	التغير السنوي في رصيد الكربون في التربة (أطنان كربون/سنة) C = A-B-C D
$\Delta C_{LG_{Mineral}}$	$\Delta C_{LG_{Organic}}$	$\Delta C_{LG_{Liming}}$	$\Delta C_{LG_{Soils}}$

الوحدة	**المروج الطبيعية**									
الوحدة الفرعية	**الأراضي المحولة إلى مروج طبيعية**									
صحيفة العمل	**GL-2d انبعاثات غازات غير ثاني أكسيد الكربون من حرائق النبات**									
الصحيفة	**١ من ١**									
فئة استخدام الأراضي	**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**مساحة المروج الطبيعية المحروقة (بالهكتار)**	**كتلة الوقود المتاح (كيلو غرام مادة جافة هكتار$^{-1}$)**	**كفاءة الاحتراق أو جزء الكتلة الحيوية المحروقة (بدون أبعاد)**	**معامل الانبعاث لكل غاز من غازات الدفيئة (غرام/كيلو غرام مادة جافة)**	**انبعاثات الميثان من الحرائق (أطنان الميثان)** $E = A \bullet B \bullet C \bullet D \bullet 10^{-6}$	**انبعاثات أول أكسيد الكربون من الحرائق (أطنان أول أكسيد الكربون)** $F = A \bullet B \bullet C \bullet D \bullet 10^{-6}$	**انبعاثات أكسيد النيتروز من الحرائق (أطنان أكسيد النيتروز)** $G = A \bullet B \bullet C \bullet D \bullet 10^{-6}$	**انبعاثات أكاسيد النيتروجين من الحرائق (أطنان من أكاسيد النيتروجين)** $H = A \bullet B \bullet C \bullet D \bullet 10^{-6}$
الاستخدام الأولي للأرض / **استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**		**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**
FL	GL	(a)	A	B	C	D_{CH_4}	CH_4		
						D_{CO}		CO	
						D_{N_2O}			N_2O
						D_{NO_x}			NO_x
		(b)							
		المجموع الفرعي							
CL	GL	(a)							
		(b)							
		المجموع الفرعي							
المجموع									

الوحدة	**الأراضي الرطبة**
الوحدة الفرعية	**الأراضي الرطبة التي تظل أراض رطبة (التربة العضوية المدارة لاستخلاص الخث)**
صحيفة العمل	**WL-1c: التغير السنوي في رصيد الكربون في التربة**[1]
الصحيفة	**١ من ١**

فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**مساحة التربة الغنية بالمغذيات والتي تدار لاستخلاص الخث، بما في ذلك المساحات المهملة التي مازلت التلفيات قائمة بها (بالهكتار)** A	**معامل انبعاث ثاني أكسيد الكربون من التربة العضوية الغنية بالمغذيات والتي تدار لاستخلاص الخث (أطنان كربون/هكتار/سنة)** B	**مساحة التربة العضوية الفقيرة بالمغذيات والتي تدار لاستخلاص الخث، بما في ذلك المساحات المهملة التي مازلت التلفيات قائمة بها (بالهكتار)** C	**معامل انبعاث ثاني أكسيد الكربون من التربة العضوية الفقيرة بالمغذيات والتي تدار لاستخلاص الخث (أطنان كربون/هكتار/سنة)** D	**انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من التربة العضوية التي تدار لاستخلاص الخث (أطنان كربون/سنة) $E = (A \bullet B) + (C \bullet D)$** E
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**						
WL	WL	(a)					
		(b)	$A_{peatNrich}$	$EF_{peatNrich}$	$A_{peatNpoor}$	$EF_{peatNpoor}$	$\Delta C_{WW\ peat_{Soils}} = \Delta C_{WW\ peat_{Soils}\ extraction}$
		(c)					
		المجموع الفرعي					
المجموع							

[1] انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من أكوام الخث وعمليات الاستصلاح ليست مفهومة بشكل جيد، ولذلك لا نقدم إلا الأسلوب والبيانات المطلوبة لتقدير التغير في رصيد كربون التربة المقترن باستخلاص الخث (الانبعاثات الناتجة أساسا عن زيادة الأكسدة في حقوق الانتاج).

الوحدة	**الأراضي الرطبة**
الوحدة الفرعية	**الأراضي الرطبة التي تظل أراض رطبة (التربة العضوية المدارة لاستخلاص الخث)**
صحيفة العمل	**WL-1d1: انبعاثات أكسيد النيتروز الناتجة عن تجفيف الأراضي الخثية**
الصحيفة	**١ من ١**

فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**مساحة التربة العضوية المجففة الغنية بالمغذيات (بالهكتار)**	**معامل انبعاث أكسيد النيتروز من التربة العضوية الغنية بالمغذيات (كيلو غرام N_2O-N/ هكتار/سنة)**	**مساحة التربة العضوية المجففة الفقيرة بالمغذيات (بالهكتار)**	**معامل انبعاث أكسيد النيتروز من التربة العضوية الفقيرة بالمغذيات (كيلو غرام N_2O-N/ هكتار/سنة)**	**انبعاثات أكسيد النيتروز من التربة العضوية المجففة (جيغا غرام أكسيد نيتروز سنة$^{-1}$)** $E = [(A \bullet B) + (C \bullet D)] \bullet 44/28 \bullet 10^{-6}$
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**		**A**	**B**	**C**	**D**	**E**
WL	WL	(a)					
		(b)	**$A_{peat\ Nrich}$**	**$EF_{2peat\ Nrich}$**	**$A_{peat\ Npoor}$**	**$EF_{2peat\ Npoor}$**	**$N_2O\ Emissions_{WW\ peat}$**
		(c)					
		المجموع الفرعي					
المجموع							

الوحدة	**الأراضي الرطبة**
الوحدة الفرعية	**الأراضي الرطبة التي تظل أراض رطبة (الأراضي المغمورة بالمياه التي تظل أراض مغمورة بالمياه)**
صحيفة العمل	**WL-1d2: انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الأراضي المغمورة بالمياه[1]**
الصحيفة	**١ من ١**

فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**مجموع المساحة السطحية المغمورة بالمياه، بما في ذلك الأراضي المغمورة بالمياه، ومساحة سطح البحيرات والأنهار المغمورة بالمياه (بالهكتار)**	**مدة الغمر (عدد الأيام سنويا)[2]**	**متوسط الانبعاثات المنتشرة يوميا (جيغا غرام من ثاني أكسيد الكربون/هكتار/يوم)**	**مجموع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الأراضي المغمورة بالمياه (جيغا غرام من ثاني أكسيد الكربون/سنة) D = A • B • C**
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**		**A**	**B**	**C**	**D**
WL	WL	(a)				
		(b)	$A_{flood,\ total\ surface}$	**P**	$E_{(CO_2)diff}$	CO_2 Emissions $_{WW\ flood}$
		(c)				
		المجموع الفرعي				
المجموع						

[1] تتمثل الفرضية الأصلية في أن انبعاث ثاني أكسيد الكربون يقتصر على ما يقرب من ١٠ سنوات وأنخ ينبغي إدراج الأراضي المغمورة بالمياه لأكثر من ١٠ سنوات.

[2] في العادة ٣٦٥ يوما في تقديرات الجرد السنوية.

الوحدة	الأراضي الرطبة
الوحدة الفرعية	الأراضي الرطبة التي تظل أراض رطبة (الأراضي المغمورة بالمياه التي تظل مغمورة بالمياه)
صحيفة العمل	WL-1d3: انبعاثات الميثان من الأراضي المغمورة بالمياه
الصحيفة	١ من ١

فئة استخدام الأراضي		فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ	مجموع المساحة السطحية المغمورة بالمياه، بما في ذلك الأراضي المغمورة بالمياه، ومساحة سطح البحيرات والأنهار المغمورة بالمياه (بالهكتار) A	مدة الغمر (عدد الأيام سنويا)[١] B	متوسط الانبعاثات الانتشارية اليومية (جيغا غرام من الميثان/هكتار/يوم) C	متوسط الانبعاثات الفقاعية اليومية (جيغا غرام ميثان هكتار/يوم) D	مجموع انبعاثات الميثان من الأراضي المغمورة بالمياه (جيغا غرام ميثان سنة$^{-1}$) $E = A \bullet B \bullet (C + D)$ E
الاستخدام الأولي للأرض	استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ						
WL	WL	(a)					
		(b)	$A_{flood,\ total\ surface}$	P	$E_{(CH4)diff}$	$E_{(CH4)bubble}$	CH_4 Emissions $_{WW\ flood}$
		(c)					
		المجموع الفرعي					
المجموع							

[١] في العادة ٣٦٥ يوما في تقديرات الجرد السنوية.

الوحدة	**الأراضي الرطبة**
الوحدة الفرعية	**الأراضي الرطبة التي تظل أراض رطبة (الأراضي المغمورة بالمياه التي تظل أراض مغمورة بالمياه)**
صحيفة العمل	**WL-1d4: انبعاثات أكسيد النيتروز من الأراضي المغمورة بالمياه**
الصحيفة	**١ من ١**

فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**مجموع المساحة السطحية المغمورة بالمياه، بما في ذلك الأراضي المغمورة بالمياه، ومساحة سطح البحيرات والأنهار المغمورة بالمياه (بالهكتار)** **A**	**مدة الغمر (عدد الأيام سنويا)[١]** **B**	**متوسط الانبعاثات الانتشارية اليومية (جيغا غرام من أكسيد نيتروز/هكتار/يوم)** **C**	**مجموع انبعاثات أكسيد النيتروز من الأراضي المغمورة بالمياه (جيغا غرام/أكسيد نيتروز/سنة)** **D = A • B (C** **D**
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**					
WL	WL	(a)				
		(b)	$A_{flood,\ total\ surface}$	P	$E_{(N_2O)diff}$	$N_2O\ Emissions_{WW\ flood}$
		(c)				
		المجموع الفرعي				
المجموع						

[١] في العادة ٣٦٥ يوما في تقديرات الجرد السنوية.

الوحدة	**الأراضي الرطبة**
الوحدة الفرعية	**الأراضي المحولة إلى استخلاص الخث**
صحيفة العمل	**WL-2a1: التغير السنوي في رصيد الكربون في الكتلة الحيوية الحية**
الصحيفة	**١ من ١**

فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**مساحة الأرض المحولة سنويا من الاستخدام الأصلي للأرض *i* إلى استخلاص الخث (هكتار/سنة)**	**الكتلة الحيوية الظاهرة بعد التحويل مباشرة إلى استخلاص الخث (أطنان مادة جافة/هكتار)**	**الكتلة الحيوية الظاهرة قبل التحويل مباشرة إلى استخلاص الخث (أطنان مادة جافة/هكتار)**	**جزء الكربون في المادة الجافة (القيمة الافتراضية= ٠,٥) [أطنان كربون (أطنان مادة جافة)$^{-1}$]**	**التغير السنوي في رصيد الكربون في الكتلة الحيوية الحية في الأرض المحولة إلى استخلاص الخث (أطنان كربون/سنة) $E = A \bullet (B-C) \bullet D$**
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**		**A**	**B**	**C**	**D**	**E**
FL	WL	(a)					
		(b)	A_i	B_{After}	B_{Before}	CF	$\Delta C_{LW\ peat_{LB}}$ [1]
		(c)					
		المجموع الفرعي					
CL	WL						
GL	WL						
Total							

[1] تستخدم الرموز لبيان العلاقة بين صحائف العمل وصحائف التجميع وجداول الإبلاغ والمعادلات الواردة في صلب التقرير. ويرجى ملاحظة أن الرموز لم استخدم إلا في مثال واحد لفئات استخدام الأراضي.

الوحدة	**الأراضي الرطبة**
الوحدة الفرعية	**الأراضي المحولة إلى استخلاص الخث**
صحيفة العمل	**WL-2c: التغير السنوي في رصيد الكربون في التربة**[1]
الصحيفة	**١ من ١**

فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**مساحة التربة العضوية الغنية بالمغذيات والمحولة إلى استخلاص الخث (بالهكتار)** A	**معامل الانبعاث للتغييرات في رصيد الكربون في التربة العضوية الغنية بالمغذيات والمحولة إلى استخلاص الخث (أطنان كربون/هكتار/سنة)** B	**مساحة التربة العضوية الفقيرة بالمغذيات والمحولة إلى استخلاص الخث (بالهكتار)** C	**معامل الانبعاث للتغييرات في رصيد الكربون في التربة العضوية الفقيرة بالمغذيات والمحولة إلى استخلاص الخث (أطنان كربون/هكتار/سنة)** D	**التغير السنوي في رصيد الكربون في التربة نتيجة تجفيف التربة العضوية المحولة إلى استخلاص الخث (أطنان كربون/سنة)** $E = (A \bullet B) + (C \bullet D)$ E
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**						
FL	WL	(a)					
		(b)	A_{Nrich}	EF_{Nrich}	A_{Npoor}	EF_{Npoor}	$\Delta C_{LW\ peat_{Soils}}$ [2] $= \Delta C_{drainage}$
		(c)					
		المجموع الفرعي					
CL	WL						
GL	WL						
المجموع							

[1] في حالة الأرض المحولة إلى استخلاص الخث، لا يأخذ في الاعتبار سوى تأثير تجفيف الخث.

[2] تستخدم الرموز لبيان العلاقة بين صحائف العمل وصحائف التجميع وجداول الإبلاغ والمعادلات الواردة في صلب التقرير. ويرجى ملاحظة أن الرموز لم استخدم إلا في مثال واحد لفئات استخدام الأراضي.

الوحدة	**الأراضي الرطبة**
الوحدة الفرعية	**الأراضي المحولة إلى أراض مغمورة بالمياه (الخزانات)**
صحيفة العمل	**WL-2a2: التغير السنوي في رصيد الكربون في الكتلة الحيوية الحية**[1]
الصحيفة	**١ من ١**

فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**مساحة الأرض المحولة سنويا من استخدام الأرض *i* إلى أرض مغمورة بالمياه (هكتار/سنة)**	**الكتلة الحيوية الحية بعد التحويل مباشرة إلى أراض مغمورة بالمياه (القيمة الافتراضية = صفر) (أطنان مادة جافة/هكتار)**	**الكتلة الحيوية الحية في الأرض قبل التحويل مباشرة إلى أرض مغمورة بالمياه (أطنان مادة جافة/هكتار)**	**جزء الكربون في المادة الجافة (القيمة الافتراضية = ٠,٥) [أطنان كربون (أطنان مادة جافة)⁻¹]**	**التغير السنوي في رصيد الكربون في الكتلة الحيوية الحية في الأرض المحولة إلى أرض مغمورة بالمياه (أطنان كربون/سنة) E = A • (B-C) • D**
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**		**A**	**B**	**C**	**D**	**E**
FL	WL	(a)					
		(b)	A_i	B_{After}	B_{Before}	CF	$\Delta C_{LW\ flood_{LB}}$ [2]
		(c)					
		المجموع الفرعي					
CL	WL						
GL	WL						
المجموع							

١ لا يأخذ في الاعتبار سوى تغييرات رصيد الكربون في الكتلة الحيوية الظاهرة نتيجة التحويل إلى أرض مغمورة بالمياه مع افتراض أن رصيد الكربون قبل التحويل مفقود في السنة الأولى بعد التحويل (أسلوب المستوى ١)

٢ تستخدم الرموز لبيان العلاقة بين صحائف العمل وصحائف التجميع وجداول الإبلاغ والمعادلات الواردة في صلب التقرير. ويرجى ملاحظة أن الرموز لم استخدم إلا في مثال واحد لفئات استخدام الأراضي.

الوحدة	**المستوطنات**
الوحدة الفرعية	**المستوطنات التي تظل مستوطنات**
صحيفة العمل	**SL-1a: التغير السنوي في رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية**[1]
الصحيفة	**١ من ١**

فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**مجموع مساحة الغطاء التاجي (هكتار)**	**معدل النمو على أساس مساحة الغطاء التاجي [أطنان كربون/(الغطاء التاجي/هكتار)/سنة]**	**النمو السنوي في الكتلة الحيوية (أطنان كربون/سنة) C = A • B**	**المقود سنويا من الكتلة الحيوية (أطنان كربون/سنة)**	**التغييرات في رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية (أطنان كربون/سنة) E = C-D**
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**		**A**	**B**	**C**	**D**	**E**
SL	SL	(a)					
		(b)	A_{CROWN}	CRW	ΔB_{SS_G}	ΔB_{SS_L}	$\Delta C_{SS_{LB}}$
		(c)					
		المجموع الفرعي					
المجموع							

[1] يوجد خياران لتقدير تغييرات رصيد الكربون في الكتلة الحيوية الحية باستخدام أسلوب المستوى ١: (أ) أسلوب مساحة الغطاء التاجي؛ (ب) أسلوب معدل نمو الأشجار. وتستند صحيفة العمل هذه إلى أسلوب مساحة الغطاء التاجي.

[2] يحدد التغير في رصيد كربون الكتلة الحية بصفر إذا كان متوسط عمر مجموعة الأشجار أقل من ٢٠ عاما، ويفترض في غير ذلك من الحالات أن التغيير في رصيد كربون الكتلة الحيوية يساوي المفقود.

الوحدة	**المستوطنات**
الوحدة الفرعية	**الأرض المحولة إلى مستوطنات (الأرض الحرجية المحولة إلى مستوطنات)**
صحيفة العمل	**SL-2a: التغير السنوي في رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية**
الصحيفة	**١ من ١**

فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**مساحة الأرض المحولة سنويا من غابات إلى مستوطنات (هكتار سنة$^{-1}$)**	**رصيد الكربون في الكتلة الحيية مباشرة بعد التحويل إلى مستوطنات (أطنان كربون/هكتار)**	**رصيد كربون الكتلة الحيوية في الغابة مباشرة قبل التحويل إلى مستوطنات (أطنان كربون/هكتار)**	**التغييرات السنوية في رصيد كربون الكتلة الحيوية بسبب تحويل الأراضي الحرجية إلى مستوطنات (أطنان كربون/سنة) D = A • (B-C)**
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**		**A**	**B**	**C**	**D**
FL	SL	(a)				
		(b)	**A**	C_{After}	C_{Before}	$\Delta C_{FS_{LB}}$ [1]
		(c)				
		المجموع الفرعي				
المجموع						

[1] تعني الأحرف العلوية FS "الأراضي الحرجية المحولة إلى مستوطنات)

الوحدة	**الأراضي الأخرى**
الوحدة الفرعية	**الأراضي المحولة إلى أراض أخرى**
صحيفة العمل	**LO-2a: التغير السنوي في الكتلة الحيوية الحية**
الصحيفة	**١ من ١**

فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**مساحة الأراضي المحولة سنويا إلى "أراض أخرى" من بعض الاستخدامات الأولية للأراضي في سنة الإبلاغ (هكتار/سنة)**	**مقدار الكتلة الحيوية الحية بعد التحويل مباشرة إلى "أراض أخرى" (أطنان مادة جافة/هكتار)**	**مقدار الكتلة الحيوية الحية قبل التحويل مباشرة إلى "أراض أخرى" (أطنان مادة جافة/هكتار)**	**جزء الكربون في المادة الجافة (القيمة الافتراضية ٠,٥) [أطنان كربون/(أطنان مادة جافة)]**	**التغيير السنوي في رصيد كربون الكتلة الحيوية الحية في الأراضي المحولة إلى "أراض أخرى" (أطنان كربون/سنة) E = A • (B-C) •D**
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**		**A**	**B**	**C**	**D**	**E**
FL,CL,GL,WL	OL	(a)					
		(b)	$A_{Conversion}$	B_{After}	B_{Before}	CF	$\Delta C_{LO_{LB}}$ [1]
		(c)					
		المجموع الفرعي					
المجموع							

[1] تستخدم الرموز لبيان العلاقة بين صحائف العمل وصحائف التجميع وجداول الإبلاغ والمعادلات الواردة في صلب التقرير. ويرجى ملاحظة أن الرموز لم استخدم إلا في مثال واحد لفئات استخدام الأراضي.

الوحدة	**الأراضي الأخرى**
الوحدة الفرعية	**الأراضي المحولة إلى أراض أخرى**
صحيفة العمل	**LO-2c1: التغير السنوي في الكتلة الحيوية الحية**
الصحيفة	**١ من ٢**

فئة استخدام الأراضي		**فئات الإبلاغ الفرعية أثناء سنة الإبلاغ**	**رصيد الكربون المرجعي (انظر الجدول ٣-٣-٣) (أطنان كربون/هكتار)**	**معامل تغير الرصيد لنوع استخدام الأرض أو تغيير استخدام الأرض في سنة الجرد (انظر الجدول ٣-٣-٤)**	**معامل تغير الرصيد لنظام الإدارة في سنة الجرد (انظر الجدول ٣-٣-٤) (بدون أبعاد)**	**معامل تغير الرصيد لمدخلات المادة العضوية في سنة الجرد (انظر الجدول ٣-٣-٤) (بدون أبعاد)**	**رصيد الكربون العضوي في التربة في سنة الجرد (أطنان كربون/هكتار) E=A • B • C • D**
الاستخدام الأولي للأرض	**استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ**		**A**	**B**	**C**	**D**	**E**
FL,CL,GL,WL	OL	(a)					
		(b)	SOC_{Ref}	$F_{LU(0)}$	$F_{MG(0)}$	$F_{I(0)}$	SOC_0
		(c)					
		المجموع الفرعي					
المجموع							

الوحدة	الأراضي الأخرى
الوحدة الفرعية	الأراضي المحولة إلى أراض أخرى
صحيفة العمل	LO-2c1: التغير السنوي في الكتلة الحيوية الحية
الصحيفة	٢ من ٢

فئة استخدام الأراضي		الفئات الفرعية	المدة الزمنية للتحويل (المدة الافتراضية ٢٠) (سنة)	مساحة الأرض المحولة إلى "أراض أخرى" (هكتار)	رصيد الكربون المرجعي (انظر الجدول ٣-٣-٣) (أطنان كربون/هكتار)	معامل تغيير الرصيد في النوع T لاستخدام الأرض أو تغيير استخدام الأرض قبل سنوات من سنة الجرد (انظر الجدول ٣-٣-٤) (بدون أبعاد)	معامل تغيير الرصيد في نظام الإدارة T قبل سنوات من سنة الجرد (انظر الجدول ٣-٣-٤) بدون أبعاد)	معامل تغيير الرصيد في مدخلات المادة العضوية T قبل سنوات من سنة الجرد (انظر الجدول ٣-٣-٤) (بدون أبعاد)	رصيد الكربون العضوي في التربة T قبل سنوات من سنة الجرد (أطنان كربون/هكتار) L = H ● I ● J ●K	التغير السنوي في رصيد الكربون في المادة العضوية في التربة المعدنية (أطنان كربون/سنة) M = [(E-L) ● G] / F
الاستخدام الأولي للأرض	استخدام الأرض أثناء سنة الإبلاغ	في سنة الإبلاغ	F	G	H (= A)	I	J	K	L	M
FL, CL, GL, WL	OL	(a)								
		(b)	T	A	SOC_{Ref}	$F_{LU(0-T)}$	$F_{MG(0-T)}$	$F_{I(0-T)}$	$SOC_{(0-T)}$	$\Delta C_{LO_{Mineral}}$ [1]
		(c)								
		المجموع الفرعي								
المجموع										

[1] تستخدم الرموز لبيان العلاقة بين صحائف العمل وصحائف التجميع وجداول الإبلاغ والمعادلات الواردة في صلب التقرير. ويرجى ملاحظة أن الرموز لم استخدم إلا في مثال واحد لفئات استخدام الأراضي.

التذييل ١ منتجات الخشب المقطوع:

أساس التطوير المنهجي في المستقبل

التذييل ١-١ القضايا المنهجية

التذييل ١-١-١ العلاقة بالمبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي[١]

تتضمن *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* (الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ، ١٩٩٧) عرضاً لكيفية التعامل مع منتجات الخشب المقطوع في قوائم الجرد الوطنية لغازات الدفيئة. ويبين هذا القسم علاقة ذلك العرض بالنهج وأساليب التقدير الواردة في هذا التذييل. ويشار إلى المنتجات الخشبية والورقية باسم منتجات الخشب المقطوع. ولا تشمل هذه المنتجات الكربون الموجود في الأشجار المقطوعة التي تترك في مواقع القطع. ويناقش الإطار ٥ مسألة الخشب المقطوع (*المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*، الدليل المرجعي، الصفحة ١٧) على النحو التالي.

> *"لأغراض الحسابات الأساسية، وفقا للافتراضات الأساسية الموصى بها، يتأكسد كل الكربون المزال من الخشب والكتلة الحيوية الأخرى في الغابات في سنة الإزالة. ومن الواضح أن هذا الافتراض ليس دقيقا تماما في حالة بعض المنتجات الحرجية، ولكنه يعتبر صحيحا ومقبولا في الحسابات الأولية."*
>
> *"...ويتمثل الافتراض الأساسي الموصى به في أن كل الكربون الموجود في الكتلة الحيوية المقطوعة يتأكسد في سنة الإزالة. ويستند هذا الافتراض إلى تصور عدم حدوث زيادة سنوية كبيرة في أرصدة المنتجات الحرجية في معظم البلدان."* وتستطرد *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* في القول بأن *"الأسلوب المقترح يوصي بألا يدرج رصيد كربون المنتجات الحرجية في قائمة الجرد الوطنية إلا في الحالات التي يمكن فيها للبلد أن يثبت بالوثائق أن الرصيد القائم للمنتجات الخشبية الطويلة الأجل آخذ فعلا في التزايد. وإذا سمحت البيانات، يمكن إضافة مستجمع إلى المعادلة (١) عند حساب تغييرات أرصدة الكتلة الحيوية الحرجية والكتلة الحيوية الخشبية الأخرى لمراعاة الزيادات التي تطرأ على مستجمع المنتجات الحرجية. وتتطلب هذه المعلومات بطبيعة الحال توثيقا دقيقا، بما في ذلك احتساب واردات وصادرات المنتجات الحرجية أثناء فترة الجرد."*

ملحوظة بخصوص العلاقة بين هذه المناقشة وبين هذا التقرير: توصي *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* بعدم إدراج تقديرات الرصيد في قوام الجرد إلا إذا كان البلد يستطيع توثيق أسلوب يبين تزايد الأرصدة. ويرمي هذا التذييل إلى تعزيز المناقشة بشأن الحالات التي قد تتاح فيها هذه الأساليب في البلدان لتحديد وتوثيق الزيادات في رصيد منتجات الخشب المقطوع. ويستند هذا التذييل إلى افتراض ضرورة بذل جهود بغرض تمكين البلدان من تحديد ما إن كان يمكنها الوفاء بشرط "ماذا لو" الوارد في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*.

ويمثل العرض السالف الذكر الوارد في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* نقطة الانطلاق في وضع *إرشادات الممارسات السليمة* المتبعة في إعداد التقديرات والتقارير المتعلقة بمنتجات الخشب المقطوع. وينطوي الافتراض الأساسي الموصى به الذي يقول أساسا بأن الخشب المقطوع يتأكسد في سنة الإزالة على نفس الأثر الذي تنطوي عليه الحالات التي لا تشهد تغيرات كبيرة في رصيد المنتجات الخشبية. وفي هذه الحالة يكون تدفق الكربون الناتج عن عمليات القطع مساويا لتدفق الكربون من تحلل منتجات

---

[١] تستخدم في هذا التقرير عبارة *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* كصيغة مختصرة للإشارة إلى *المبادئ التوجيهية المنقحة للفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ لعام ١٩٩٦ بشأن القوائم الوطنية لجرد غازات الدفيئة* (الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ، ١٩٩٧).

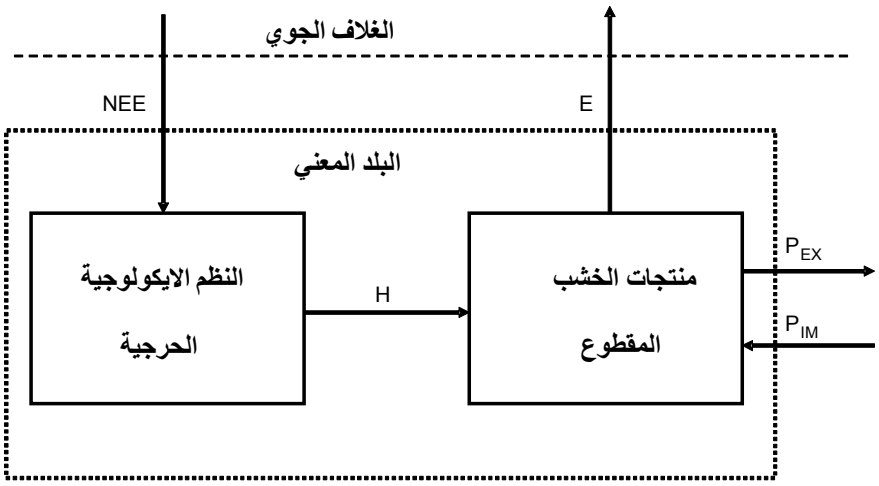
الخشب المقطوع إلى الغلاف الجوي، ولكن يمكن أن يحدث تأخير في انطلاق الانبعاثات (وتكون الكميات كبيرة ولكن ثابتة من رصيد منتجات الخشب المقطوع). ويطلق على هذا الافتراض اسم *نهج المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* في بقية هذا القسم. ووفقا لما جاء في العرض، يمكن، إذا سمحت البيانات، الإبلاغ في قوائم جرد غازات الدفيئة الوطنية عن تغيرات الرصيد الموجبة التي تحدث في منتجات الخشب المقطوع. وهناك طريقتان بديلتان لإجراء بذلك:

النهج الأول: تقدير التغييرات السنوية التي تطرأ على رصيد كربون منتجات الخشب المقطوع في البلد بصرف النظر عن أصل الخشب. ويعني ذلك ما يلي:

- مصادر كربون الخشب ليست محددة مكانيا، أي أن كربون المنتجات الخشبية ينطلق من عدد من مساحات الأراضي، بما في ذلك الغابات الأجنبية ولكن الكربون ينتهي به المطاف في البلد صاحب البلاغ.
- تستند تقديرات تغييرات الرصيد إلى البيانات المتعلقة بما يحدث للمنتجات أثناء استعمالها وأثناء التخلص من نفاياتها داخل حدود البلد. ويمكن أن يشمل ذلك نقل المنتجات من وإلى البلد. وتوجد لدى البلد البيانات المتعلقة باستخدام وتوزيع منتجات الخشب المقطوع.
- يتم الحصول على الخشب من كثير من المصادر وأنشطة الإدارة التي ربما تستخدم خارج البلد. ولا يمكن ربط تغير الرصيد بالأنشطة الجارية في مساحة واحدة من الأراضي.
- يمكن استخدام النهج كجزء من تقدير أثر العوامل على تراكم وفقد كربون منتجات الخشب المقطوع المخزن في بلد ما.
- توجد أنواع عديدة من عمليات الإزالة (أو عمليات التحويل إلى منتجات الخشب المقطوع) والانبعاثات المقترنة بتقدير التغير في رصيد منتجات الخشب المقطوع في البلد. وتشمل هذه الأنواع تحويل المحصول المحلي إلى منتجات، وتحويل الواردات إلى منتجات، ونقل المنتجات إلى بلدان أخرى، والانبعاثات المنطلقة من المنتجات إلى الغلاف الجوي (انظر الشكل ١- التذييل ١).
- تفسَّر التغييرات الموجبة في رصيد الكربون بأنها عمليات إزالة أو بأنها في المقابل انبعاثات سلبية ويعبر عنها بالجيغا غرام من ثاني أكسيد الكربون/سنة في قوائم الجرد الوطنية لغازات الدفيئة.

ويطلق على النهج الأول اسم نهج تغير الرصيد.

الشكل ١- التذييل ١ تدفقات وأرصدة الكربون المقترنة بالغابات ومنتجات الخشب المقطوع لبيان النهج المستخدمة في حساب تغير الرصيد والتدفقات الجوية[٢]



[٢] نهج التدفقات الجوية هو النهج الثالث في هذا القسم.

تعاريف المتغيرات:

NEE= صافي تبادل النظم الايكولوجية

H= الخشب المقطوع المنقول من الغابات.

E= الانبعاثات المنطلقة من منتجات الخشب المقطوع داخل حدود البلد.

P_{EX}= صادرات منتجات الخشب المقطوع، بما في ذلك الخشب المستدير، والنفايات التي من أصل خشبي، والمنتجات المحسنة.

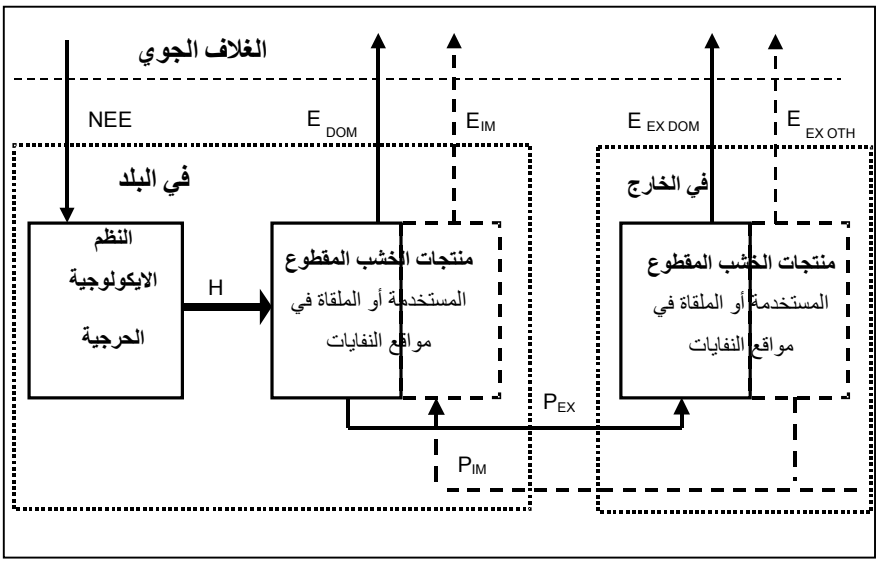
P_{IM}= واردات منتجات الخشب المقطوع، بما في ذلك الخشب المستدير، والنفايات التي من أصل خشبي، والمنتجات المحسنة.

النهج الثاني: تقدير تغييرات أرصدة الكربون السنوية في منتجات الخشب المقطوع في الحالات التي ينطلق فيها الكربون من الأشجار المقطوعة في البلد صاحب البلاغ. ويعني ذلك ما يلي:

- تستند تقديرات تغير الرصيد إلى ما يحدث لكربون الخشب الذي ينشأ في مساحة ما من الأراضي. ويمكن أن يشمل ذلك نقل المنتجات خارج البلد وتوزيعها في بلدان أخرى. وقد يلزم الحصول من مختلف البلدان على البيانات المتعلقة بالاستخدامات وعمليات التوزيع أو قد يلزم معرفة مختلف الفرضيات المتعلقة بعمليات التوزيع في البلدان الأخرى.
- وبالتالي فإن حدود الإبلاغ لا تتسق مع الحدود الوطنية.
- و يتم الحصول على الخشب من مصدر واحد من الأراضي، ويقترن تغير رصيد الكربون بأنشطة الإدارة المتبعة في تلك الأراضي.
- ويمكن استخدام هذا النهج كجزء من تقدير تغييرات رصيد الكربون المقترنة بأنشطة الإدارة في أراض معينة.
- ويمكن لهذا النهج أن يتبع دورة حياة كل كربون الخشب المقطوع من أراض معينة.
- وتفسَّر التغييرات الموجبة في رصيد الكربون بأنها عمليات إزالة أو بأنها في المقابل انبعاثات سلبية ويعبر عنها بالجيغا غرام من ثاني أكسيد الكربون/سنة في قوائم الجرد الوطنية لغازات الدفيئة.
- وتوجد أنواع عديدة من عمليات الإزالة (أو عمليات التحويل إلى منتجات الخشب المقطوع) والانبعاثات المقترنة بتقدير تغير أرصدة منتجات الخشب المقطوع الناتجة عن الأخشاب في البلد. وتشمل هذه الأنواع تحويل المحصول المحلي إلى منتجات داخل البلد ونقل المنتجات إلى بلدان أخرى، والانبعاثات المنطلقة من منتجات الأخشاب المقطوعة من المحصول المحلي داخل البلد، والانبعاثات الناتجة عن منتجات الأخشاب المقطوعة من المحصول المحلي في البلدان الأخرى (انظر الشكل ٢ – التذييل ١).

ويطلق على النهج الثاني اسم نهج الإنتاج.

الشكل ٢- التذييل ١ تدفقات وأرصدة الكربون المقترنة بالغابات ومنتجات الخشب المقطوع لبيان نهج حساب الإنتاج



تعاريف المتغيرات:

NEE= صافي تبادل النظم الايكولوجية

H= الخشب المقطوع المنقول من الغابات.

E_{DOM}= الانبعاثات المنطلقة من منتجات الخشب المقطوع من الغابات المحلية في البلد.

$E_{EX\ DOM}$ = الانبعاثات الناتجة عن منتجات الخشب المقطوع من البلدان الأخرى والمصنوعة من الخشب المصدر إلى الخارج من الخشب المقطوع في غابات البلد.

E_{IM} = الانبعاثات الناتجة عن منتجات الخشب المقطوع المستورد في البلد.

$E_{EX\ OTH}$= الانبعاثات الناتجة عن منتجات الخشب المقطوع في البلدان الأخرى.

P_{EX}= صادرات منتجات الخشب المقطوع، بما في ذلك الخشب المستدير، والنفايات التي من أصل خشبي ، والمنتجات المحسنة.

P_{IM}= واردات منتجات الخشب المقطوع، بما في ذلك الخشب المستدير، والنفايات التي من أصل خشبي ، والمنتجات المحسنة.

وتم وضع تفاصيل النهجين الأول والثاني في اجتماع الخبراء - التابع للفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ - المتعلق بمنتجات الخشب المقطوع (الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ، ١٩٩٨). وإذا قامت وكالة الجرد بتطبيق أي من هذين النهجين، يضاف التغير السنوي التقديري في أرصدة منتجات الخشب المقطوع إلى التغير السنوي التقديري للكتلة الحيوية في المعادلة ١ الواردة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* (الدليل المرجعي، الصفحة ٥-١٩). وتقابل المعادلة ١ في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* مجموع المعادلتين ٣-٢-١ و٣-٢-٢١ الواردتين في الفصل الثالث من هذا التقرير. وتبين المعادلة ٣-٢-١ تغير الكربون في الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية، وتشير المعادلة ٣-٢-٢١ إلى تغير الكربون في الأراضي غير الحرجية المحولة إلى أراض حرجية. ويضيف نهج الإنتاج التغير في كربون منتجات الخشب المقطوع في الحالات التي يأتي فيها الكربون من الأشجار الموجودة في الغابات المحلية (مصادر الأراضي المذكورة في المعادلتين ٣-٢-١ و٣-٢-٢١). ويضيف نهج تغير الرصيد التغير في كربون منتجات الخشب المقطوع الموجود في البلد (تشمل الواردات وتستبعد الصادرات).

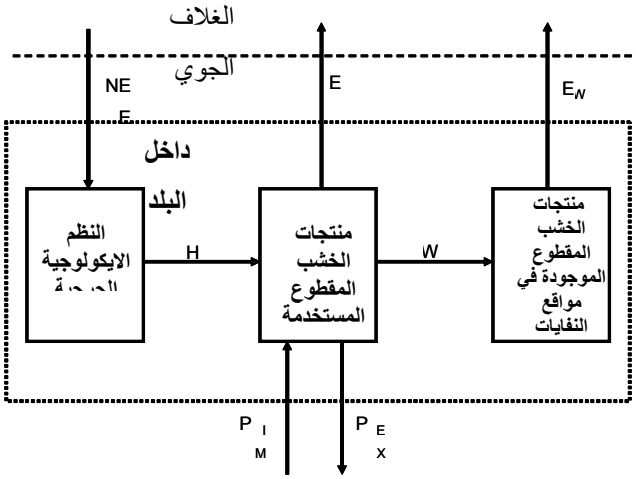
كما تم في اجتماع الخبراء السالف الذكر وضع نهج ثالث لا يشير صراحة إلى *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*.

النهج الثالث: تقدير التدفقات السنوية بين الغلاف الجوي والغابات/منتجات الخشب المقطوع داخل الحدود الوطنية. ويعني ذلك ما يلي:

- تختلف وجهة نظر هذا النهج عن النهجين السابقين. فبدلا من التركيز على تغييرات الرصيد (النهجان الأول والثاني)، يركز هذا النهج مباشرة على تدفقات الكربون من وإلى الغلاف الجوي. وينظر هذا النهج في عمليات إزالة الكربون السنوية بحسب الغابات والانبعاثات المنطلقة من منتجات الخشب المقطوع.
- بدلا من الإبلاغ عن تغير الرصيد السنوي لمنتجات الخشب المقطوع مثلما في النهج الأول، يتم الإبلاغ عن الانبعاثات السنوية في النهج الثالث (انظر الشكل ١–التذييل ١).
- قد يتطلب هذا النهج تعديل ممارسات الإبلاغ القائمة فيما يتعلق بالغابات. وبدلا من الإبلاغ فقط عن صافي التغير السنوي في الكتلة الحيوية الحرجية كنمو مخصوم منه المحصول المقطوع (وتغيرات كربون الأرصدة الأخرى في النظم الايكولوجية الحرجية)، يتم الإبلاغ عن الصافي السنوي لتدفق الكربون إلى النظم الايكولوجية الحرجية (صافي تبادل النظم الايكولوجية) جنبا إلى جنب مع تقديرات الانبعاثات الناتجة عن منتجات الخشب المقطوع (انظر الشكل ١–التذييل ١).
- تستند تقديرات الانبعاثات إلى البيانات المتعلقة بما يقع للمنتجات المستعملة والتصرف في النفايات داخل حدود البلد. ويمكن أن يشمل ذلك نقل المنتجات داخل البلد وخارجه. ويمكن الحصول من البلد صاحب البلاغ على البيانات المتعلقة باستعمال المنتجات وتوزيعها. وبذلك فإن هذا النهج يشبه النهج الأول (انظر الشكلين ١ و٣ من التذييل ١).
- يتم الحصول على الخشب من كثير من المصادر وأنشطة الإدارة المحتمل وجودها خارج البلد. وترتبط الانبعاثات بموقع الانبعاثات ولكنها لا ترتبط بالأراضي التي يأتي منها كربون الخشب. ويشبه هذا النوع الأخير النهج الأول.
- يمكن استخدام هذا النهج لتقدير أثر كل العوامل المؤثرة على الانبعاثات الناتجة عن كربون الخشب في البلد.
- توجد أنواع عديدة من عمليات الإزالة (أو عمليات التحويل إلى منتجات الخشب المقطوع) والانبعاثات المقترنة بتقدير الانبعاثات الناتجة عن رصيد منتجات الخشب المقطوع في البلد. وتشمل هذه الأنواع تحويل المحصول المحلي إلى منتجات، والانبعاثات الناتجة عن منتجات الخشب المقطوع التي تبقى في البلد، والانبعاثات الناتجة عن المنتجات المستوردة إلى البلد (انظر الشكل ١– التذييل ١).
- يفسر تدفق الكربون E في الشكل ١–التذييل١ بأنه انبعاث يعبر عنه بالجيغا غرام من ثاني أكسيد الكربون/سنة في قوائم الجرد الوطنية لغازات الدفيئة.

ويطلق على النهج الثالث اسم نهج التدفقات الجوية.

الشكل ٣– التذييل ١ تدفقات وأرصدة الكربون عندما تؤخذ في الاعتبار المنتجات المستعملة والموجودة في مواقع



التخلص من النفايات الصلبة (نهج حساب تغير الرصيد والتدفقات الجوية)

تعاريف المتغيرات:

HWP = منتجات الخشب المقطوع

NEE = صافي تبادل النظم الايكولوجية

H = الخشب المقطوع المنقول من الغابات.

E = الانبعاثات المنطلقة من منتجات الأخشاب المقطوعة المستعملة داخل حدود البلد.

P_{EX} = صادرات منتجات الخشب المقطوع، بما في ذلك الخشب المستدير، والنفايات التي من أصل خشبي، والمنتجات المحسنة.

P_{IM} = واردات منتجات الخشب المقطوع، بما في ذلك الخشب المستدير، والنفايات التي من أصل خشبي ، والمنتجات المحسنة.

W= كربون منتجات الخشب المقطوع الذي يتم التخلص منه في مواقع التخلص من النفايات الصلبة.

E_W = الانبعاثات الناتجة عن منتجات الخشب المقطوع في مواقع التخلص من النفايات الصلبة داخل حدود البلد.

الهدف من هذا التذييل

يوفر هذا التذييل معلومات عن الأساليب الممكنة لتقدير تغييرات الرصيد بما يتماشى مع الإرشادات الواردة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*، إن توفرت البيانات. وإضافة إلى ذلك، فإن هذا التذييل يعتبر ذا صلة بأي نهج من النهج الثلاثة التي تطرقنا إليها آنفا، أو من المحتمل أن يكون ذا صلة بالنُهُج الأخرى، تبعا للقرارات التي يتخذها مؤتمر الأطراف و/أو اجتماع الأطراف في بروتوكول كيوتو في هذا الصدد.[٣]

كيفية حساب كربون النفايات التي من أصل خشبي

هناك قضية أخرى ينبغي حسمها عند البت في الأساليب المستخدمة، وهو ما إن كانت التغييرات التي تطرأ على أرصدة منتجات الخشب المقطوع في مواقع التخلص من النفايات الصلبة ينبغي إدراجها في تقديرات وبلاغات الانبعاثات/عمليات الإزالة. وإذا كان الأمر كذلك، ما هو الأسلوب الذي ينبغي به إدراج تلك التغييرات؟ ويثير ذلك عدة تساؤلات ينبغي النظر فيها:

- أولا، هل ينبغي أن تتسق الفرضيات المتعلقة بتحلل الخشب في مواقع التخلص من النفايات الصلبة فيما بين قطاع النفايات وقطاع الغابات؟ أي أنه إذا كانت تقديرات قطاع النفايات تشير إلى أن جزءا من أرصدة كربون الخشب في مواقع التخلص من النفايات الصلبة لا يتحلل، فهل ينبغي افتراض نفس الشيء في قطاع الغابات؟
- وثانيا، هل ينبغي على قطاع النفايات أن يتعقب منتجات الخشب المقطوع المخزنة في مواقع التخلص من النفايات الصلبة؟ وإذا كان الأمر كذلك، كيف يمكن مراعاة ذلك في حساب منتجات الخشب المقطوع في قطاع الغابات؟ ويتم حاليا في قطاع

---

[٣] أرجئت المقررات المتعلقة بكيفية التعامل مع منتجات الخشب المقطوع. *يقرر مؤتمر الأطراف أن يكون أي تغيير في تناول منتجات الخشب المقطوع وفقا للمقررات المقبلة التي سيتخذها مؤتمر الأطراف* (FCCC/CP/2001/13/Add.1، الصفحة ٥٥، الفقرة ٤). وأشارت الهيئة الفرعية للمشورة العلمية والتكنولوجية في الوثيقة FCCC/SBSTA/2003/L.3 إلى الفقرة الرابعة من المقرر ١١/ م أ-٧، وأحاطت الهيئة الفرعية علما بإمكانية إدراج أساليب لتقدير التغير في رصيد كربون منتجات الخشب المقطوع كمرفق أو تذييل لتقرير الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ فيما يتعلق بالإرشادات السليمة المتصلة باستخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي والحراجة. والغرض من التذييل هو دعم مقررات الهيئة الفرعية للمشورة العلمية والتكنولوجية. وبالنظر إلى طلب الهيئة الفرعية من أمانة الاتفاقية الإطارية بأن "*تُعد ورقة تقنية عن محاسبة منتجات الخشب المقطوع*" فإن هذا القسم يركز على الأساليب التي يقترح المؤلفون بإمكانية استخدامها بغض النظر عما سيتم التوصل إليه بشأن المحاسبة (FCC/SBSTA/2001/8, 4 Feb 2002).

النفايات حساب وتقدير انبعاثات الميثان المنطلقة من مواقع التخلص من النفايات الصلبة (بما في ذلك الانبعاثات الناتجة عن الخشب والورق)، ولكن لا يتم تقدير التغييرات المقابلة في رصيد الكربون في مواقع التخلص من النفايات الصلبة.

ولا يقدم هذا القسم إجابات لتلك التساؤلات، ولكنه يطرح اقتراحات بشأن أساليب تقدير التغييرات التي تطرأ على كربون منتجات الخشب المقطوع المخزنة في مواقع التخلص من النفايات الصلبة.

كيفية حساب الخشب المقطوع المستعمل في إنتاج الطاقة

تؤخذ حاليا في الحسبان الانبعاثات الناتجة عن استعمال الخشب في إنتاج الطاقة ولكنها لا تدرج في حسابات الانبعاثات في قطاع الطاقة أو القطاعات الأخرى التي تقوم بإنتاج طاقة الخشب. ويفترض حساب هذه الانبعاثات في قطاع تغير استخدام الأراضي والحراجة، أي أنها تشكل جزءا من الانبعاثات الناتجة عن الخشب المقطوع. وهناك اعتبار يتعلق بنهج محاسبة منتجات الخشب المقطوع وهو أن هذا النهج يراعي بشكل سليم كل الانبعاثات الناتجة عن طاقة الخشب في بلد ما. ويراعي نهج تغير الرصيد ونهج التدفقات الجوية كلاهما كل الانبعاثات الناتجة عن الخشب المحروق لاستخراج الطاقة في البلد، وأما نهج الإنتاج فقد لا يأخذ في الاعتبار كل الخشب المحروق لإنتاج الطاقة إذا كان بعض الخشب يتم استيراده وحرقه لاحقا للحصول على الطاقة. ولا تؤخذ هذه الانبعاثات في الاعتبار لأن واردات الأخشاب (بما في ذلك الكميات المحروقة لاحقا بعد استيرادها) لا تُدرج في نهج الإنتاج.

هيكل المستوى المقترح

فيما يلي مستويات أساليب التقدير الثلاثة المقترحة:

المستوى ١

يمثل أسلوب التقدير الافتراضي المحدد في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* أسلوب التقدير في إطار المستوى ١. ويفترض هذا المستوى أو هذا الأسلوب أن كل كربون الكتلة الحيوية المقطوعة يتأكسد في سنة الإزالة، وهو بذلك يقابل التقدير الذي يشير إلى عدم حدوث أي تغيير في أرصدة كربون منتجات الخشب المقطوع باستخدام نهج تغير الرصيد ونهج الإنتاج.

المستوى٢: التحلل من الدرجة الأولى (أسلوب التدفقات)

يتم إجراء تقديرات للتغييرات التي تحدث لرصيد كربون منتجات الأخشاب المقطوعة المستعملة وكذلك لرصيد كربون منتجات الأخشاب المقطوعة في مواقع النفايات الصلبة في الحالات التي تدرج فيها النفايات في البلاغات. ويتم إجراء التقديرات بتعقب الكميات الداخلة في مستجمعات الكربون والخارجة منها (يطلق عليها أيضا اسم تدفقات المدخلات والمخرجات). وتستخدم البيانات التي ترجع في تاريخها إلى عشرات السنين الماضية وحتى الوقت الراهن في تقدير ما يلي: (١) الكميات المضافة إلى منتجات الأخشاب المقطوعة المستعملة ؛ (٢) عمليات الإزالة من الاستخدام؛ (٣) الكميات المضافة إلى منتجات الأخشاب المقطوعة في مواقع التخلص من النفايات الصلبة؛ (٤) التحلل في مواقع التخلص من النفايات الصلبة. ويلزم تطبيق هذا الإجراء للحصول على تقدير لرصيد منتجات الأخشاب المقطوعة القائمة التي تتراكم نتيجة استعمال الخشب على مر التاريخ والانبعاثات المنطلقة من هذه الأرصدة في السنة الجارية عندما يتوقف استعمالها (تسمى أيضا "الانبعاثات الموروثة").

وإذا أدرجت منتجات الخشب المقطوع المخزنة في مواقع التخلص من النفايات الصلبة، فلابد أن تتماشى البيانات المستخدمة في أسلوب المستوى ٢ مع البيانات المستخدمة في أسلوب المستوى ٢ المستخدمة مع قطاع النفايات (الفصل الخامس، النفايات، *دليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠* [٤]). وينبغي أن تتسق المعاملات العددية التي يستخدمها البلد في حساب انبعاثات الميثان المنطلقة من مواقع التخلص من النفايات الصلبة مع المعاملات العددية المستخدمة في حساب مقادير كربون منتجات الخشب المقطوع المخزنة في مواقع التخلص من النفايات الصلبة.

[٤] تستخدم في هذا التقرير عبارة *دليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠* كصيغة مختصرة للإشارة إلى *دليل الممارسات السليمة في عملية حصر انبعاثات غازات الاحتباس الحراري ودرجة عدم التيقن في تقديراتها*

المستوى٣: الأساليب المستخدمة في بلدان بعينها

يمكن استخدام أساليب منفصلة لحساب كل من التغير في كربون منتجات الخشب المقطوع المستعملة وكربون منتجات الخشب المقطوع المخزنة في مواقع التخلص من النفايات الصلبة (إن تم الاتفاق على إدراجها). وقد تنطبق هذه الأساليب على بعض نهج المحاسبة ولكن ليس على كلها (Flugsrud *et al.*, 2001).

الأسلوب ألف- تقدير التغير في قوائم الجرد (أساليب الرصيد)

تستخدم قوائم جرد منتجات الأخشاب المقطوعة المستعملة أو منتجات الأخشاب المقطوعة المخزنة في مواقع التخلص من النفايات عند نقطتين زمنيتين أو أكثر ويحسب التغير في الكربون المخزن. ويشكل في العادة مستجمع منتجات الأخشاب المقطوعة داخل الأبنية جزءا رئيسيا من مجموع مستجمع منتجات الأخشاب المقطوعة. ويمكن مثلا تقدير كربون منتجات الخشب المقطوع المستعملة بضرب متوسط محتوى منتجات الخشب المقطوع لكل متر مربع من الحيز الأرضي في مجموع الحيز الأرضي لعدة أنواع من الأبنية. ويمكن تقدير تغير الكربون عن طريق ملاحظة التغير بين قوائم الجرد المقدرة في أوقات مختلفة. وترد أمثلة لقوائم الجرد تلك في Gjesdal *et al* ، عام ١٩٩٦ (للنرويج) وفي Pingoud *et al* عامي ١٩٩٦، و٢٠٠١ (لفنلندا). وفي هذه الحالة لا يلزم تطبيق أي إجراء لدمج الرصيد القائم لمنتجات الخشب المقطوع المستمد من البيانات التاريخية المتعلقة باستعمال الخشب، مما يعد ميزة بالمقارنة مع أساليب التدفقات (المستوى ٢ والمستوى ٣/الأسلوب باء). وكانت هناك بالمثل اقتراحات بإمكانية تقدير تغير كربون منتجات الخشب المقطوع في مواقع التخلص من النفايات الصلبة باستخدام المعلومات المتعلقة بالمساحة ومتوسط العمق ومتوسط محتوى الكربون في كل متر مكعب من الخشب والورق في تلك المواقع، على الرغم من عدم وجود أمثلة لذلك الأسلوب فيما كتب عن هذا الموضوع.

الأسلوب باء- تعقب التدفقات الداخلة والخارجة باستخدام البيانات القطرية (أساليب التدفقات)

تستخدم البيانات القطرية التي تعود في تاريخها إلى عدد من العقود في الماضي وتقدر في كل سنة وحتى الوقت الجاري ما يلي: '١' المقادير المضافة إلى مستجمعات منتجات الأخشاب المقطوعة المستعملة ؛ '٢' عمليات الإزالة من الاستخدام؛ '٣' المقادير المضافة إلى مستجمعات منتجات الأخشاب المقطوعة في مواقع التخلص من النفايات الصلبة؛ '٤' التحلل في مواقع التخلص من النفايات الصلبة. وقد تستخدم التقديرات المتعلقة بمواقع التخلص من النفايات الصلبة التقديرات الاستقصائية لمقدار منتجات الخشب المقطوع المخزن في مواقع التخلص من النفايات الصلبة كل سنة بدلا من مقدار هذه المنتجات التي يبطل استعمالها وبدلا من الجزء الذي يتم إلقاؤه في مواقع التخلص من النفايات الصلبة.

الأسلوب جيم- الجمع بين تقديرات الأسلوب ألف والأسلوب باء

من أمثلة الجمع بين الأساليب ما يلي: (١) استخدام التغير في قائمة الجرد لتقدير تغييرات الكربون في الأبنية والأثاث؛ (٢) استخدام التدفقات الداخلة والخارجة لتقدير تغييرات الكربون في المنتجات الورقية (انظر مثال النرويج في Flugsrud *et al.*, 2001).

التذييل١-١-٢ اختيار الأسلوب

يمكن باستخدام البيانات الافتراضية والتقديرات القطرية لبعض البارامترات أن تستخدم البلدان أسلوب المستوى ٢ لإجراء تقديرات أولية لتقدير التغييرات في أرصدة منتجات الخشب المقطوع وما إن كانت الزيادات المحسوبة في الأرصدة تمثل فئة رئيسية. وإذا توفرت البيانات القطرية، يُقترح استخدام أساليب المستوى ٣ القطرية المحددة لهذا الغرض، مثل التغيير بين قوائم الجرد الفعلية للمنتجات الخشبية المخزنة في المستجمعات الطويلة الأمد. وإذا كانت منتجات الخشب المقطوع تمثل فئة رئيسية، فمن المقترح العمل على تجهيز بيانات وطنية لتقديرات المستوى ٢ أو المستوى ٣. وإذا لم تكن منتجات الخشب المقطوع تمثل فئة رئيسية فيمكن استخدام أسلوب المستوى ١.

التذييل ١-١-٣ اختيار بيانات الأنشطة والمعاملات في الحسابات

المستوى ١: الأسلوب الافتراضي الوارد في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*

في إطار المستوى ١، يتمثل الافتراض الأساسي الموصى به في أن كل كربون الكتلة الحيوية المقطوعة يتأكسد في سنة الإزالة. ويستند هذا الافتراض إلى تصور أن أرصدة المنتجات الحرجية في معظم البلدان لا يطرأ عليها زيادة أو نقص كبير سنويا.

المستوى ٢: أسلوب التحلل من الدرجة الأولى

يطلق على هذا الأسلوب اسم أسلوب التحلل من الدرجة الأولى حيث تشير التقديرات إلى أن الكربون في كل مستجمع من مستجمعات الكربون (المنتجات المستعملة والمنتجات المخزنة في مواقع التخلص من النفايات الصلبة) يترك المستجمع بنسبة ثابتة. ويستخدم أسلوب المستوى ٢ المتبع في قطاع النفايات هذه التقنية لتقدير انبعاثات الميثان المنطلقة من مواقع التخلص من النفايات الصلبة (انظر الفصل السادس المعنون "النفايات" في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*، والفصل الخامس المعنون "النفايات" في *دليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠*).

وينقسم أسلوب المستوى ٢ إلى جزأين، هما المستوى ٢(أ) لتقدير تغييرات كربون منتجات الأخشاب المقطوعة المستعملة وأسلوب المستوى ٢(ب) لتقدير تغييرات كربون منتجات الأخشاب المقطوعة المخزنة في مواقع التخلص من النفايات الصلبة (انظر الشكل ٣ في التذييل ١ من الفصل الثالث). ويُستبعد الأسلوب ٢(ب) إذا كانت تغييرات الكربون في مواقع التخلص من النفايات الصلبة غير مدرجة في البلاغات.

ويُستخدم الأسلوب المقترح لتقدير تغييرات الكربون المخزن في منتجات الخشب المقطوع البيانات المتعلقة بإنتاج منتجات الأخشاب المقطوعة الأولية وتجارتها الدولية (الخشب المنشور، والألواح، والورق). ولا تستخدم سوى المنتجات الأولية بسبب توفر البيانات المتعلقة بها في معظم البلدان. وقد تستخدم أيضا البيانات المتعلقة بالمنتجات الثانوية، مثل الأثاث، إن وجدت، ولكن ينبغي توخي الدقة لتفادي ازدواجية حساب كربون منتجات الخشب المقطوع.[٥] وتستخدم البيانات المتعلقة بمدخلات ومخرجات التدفقات على مدى عدة عقود لحساب التغير في مستجمع كربون منتجات الخشب المقطوع في السنة الجارية. وتحسب مدخلات التدفقات في بلد ما عن طريق إضافة الواردات إلى الإنتاج الوطني من المنتجات الأولية مطروحا منها الصادرات. ويفترض أن مخرجات المستجمع أو المقادير المتحللة فيه تكون من الدرجة الأولى، أي أن جزءا ثابتا من كل مستجمع يفقد سنويا. وسوف يشمل مستجمع المنتجات الأولية الخشب الذي ينتفع به في كل استعمالاته النهائية. ويفترض تكون انبعاثات من المواد ذات الأصل الخشبي غير المتراكمة في أرصدة منتجات الأخشاب المقطوعة المستعملة (أو منتجات الخشب المقطوع في مواقع التخلص من النفايات الصلبة) في البلد. وتنطبق هذه الحسابات على نهج تغير الرصيد وقد تستخدم أيضا في حساب تدفقات الكربون باستخدام نهج التدفقات الجوية. ويبين الشكل ٣-التذييل ١ نهجي تغير الرصيد والتدفقات الجوية في حالة إدراج منتجات الأخشاب المقطوعة المستعملة والمخزنة في مواقع التخلص من النفايات الصلبة على السواء. ويتطلب نهج الإنتاج بيانات تقريبية إضافية حيث لا يتم الحصول عادة إلا على جزء من منتجات الخشب المقطوع في البلد من أصل محلي. وإضافة إلى ذلك، فإن منتجات الأخشاب المقطوعة التي من أصل محلي قد يتم تصديرها (انظر الشكل ٢-التذييل ١).

وفيما يلي معادلات النهج الثلاثة المستخدمة في أسلوب المستوى ٢:

---

[٥] يؤلف استخدام منتجات الخشب سلسلة وتدفقا للكربون من الخشب المستدير من خلال المنتجات الأولية والثانوية إلى الاستعمال النهائي. ومن الممكن حدوث ازدواجية في الحساب عند تقدير تدفقات الكربون الداخلة إلى مستجمع منتجات الخشب المقطوع إذا تم مثلا تجميع استهلاك الخشب المستدير والمنتجات الأولية أو المنتجات الأولية والثانوية. ويتم في أسلوب المستوى ٢(أ) المقترح جمع استهلاك *المنتجات الأولية* للحصول على التدفقات الداخلة إلى مستجمع منتجات الخشب المقطوع.

المستوى ٢(أ): تغير كربون منتجات الأخشاب المقطوعة المستعملة

المعادلة ١- التذييل ١

التغير السنوي في كربون منتجات الأخشاب المقطوعة المستعملة وما يقترن بها من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون

(1A) $\Delta C_{HWP\ IU\ SCA} = P_A - P_L$

(نهج تغير الرصيد) $CO_2\ emissions/removals_{SCA} = \Delta C_{HWP\ IU\ SCA} \bullet 10^{-3} \bullet 44/12 \bullet (-1)$

(1B) $\Delta C_{HWP\ IU\ PA} = PH_A - PH_L$

(نهج الإنتاج) $CO_2\ emissions/removals_{PA} = \Delta C_{HWP\ IU\ PA} \bullet 10^{-3} \bullet 44/12 \bullet (-1)$

(1C) $E = -\Delta C_{HWP\ IU\ SCA} + H - P_{EX} + P_{IM} - W$

(نهج التدفقات الجوية) $CO_2\ emissions/removals_{AFA} = E \bullet 10^{-3} \bullet 44/12$

الملحوظة ١: الكمية E التقديرية هي التدفق الحقيقي للكربون من رصيد منتجات الخشب المقطوع إلى الغلاف الجوي داخل حدود البلد صاحب البلاغ (انظر الشكلين ١ و٣ في التذييل ١). وينبغي إذن أن يبلغ قطاع الغابات عن التدفق الحقيقي للكربون من الغلاف الجوي إلى النظم الايكولوجية الحرجية (NEE) أو مجموع تغييرات الرصيد في النظم الايكولوجية الحرجية + H، وهو ما يمثل انحرافا عن ممارسات الإبلاغ القائمة التي يتم بمقتضاها الإبلاغ فقط عن تغييرات الرصيد (NEE-H).

الملحوظة ٢: يوجد في كل حد من حدود المعادلة حرف سفلي *t* يرمز إلى السنة، وقد حذف تبسيطا للصيغة. ويحتوي كل حد في الجانب الأيمن من المعادلات على جزأين على الأقل: جزء واحد على الأقل لمنتجات الخشب الصلب وجزء واحد على الأقل لمنتجات الورق.

الملحوظة ٣: كقاعدة، تقدر تغييرات كربون منتجات الخشب المقطوع كأطنان كربون/سنة وتحول إلى جيغا غرام من ثاني أكسيد الكربون عند الإبلاغ بضربها في ١٠^-٣^ • ١٢/٤٤. ويتم الإبلاغ عن الانبعاثات كقيمة موجبة وعمليات الإزالة كقيمة سالبة، ومن هنا ضربها في -١ (انظر أيضا القسم ٣-٧-١ والمرفق ٣-٢ المعنون "جداول الإبلاغ وصحائف العمل").

حيث:

$\Delta C_{HWP\ IU\ SCA}$ = التغير السنوي في الكربون المخزن في منتجات الأخشاب المقطوعة المستعملة في البلد، أطنان كربون/سنة؛

$\Delta C_{HWP\ IU\ PA}$ = التغير السنوي في كربون منتجات الأخشاب المقطوعة المستعملة من الخشب المقطوع داخل البلد (تشمل الكربون في الصادرات وتستبعد الكربون في الواردات)، أطنان كربون/ سنة؛

E = تدفق الكربون من منتجات الخشب المقطوع إلى الغلاف الجوي داخل حدود البلد صاحب البلاغ، أطنان كربون/ سنة؛

H = كربون الخشب المقطوع والمزال في السنة الجارية لتحويله إلى منتجات حرجية (بما في ذلك خشب الوقود)، أطنان كربون/ سنة؛

W = كربون منتجات الأخشاب المقطوعة في السنة الجارية في مواقع التخلص من النفايات الصلبة (في حالة تضمين البلاغ منتجات الخشب المقطوع المخزنة في مواقع التخلص من النفايات الصلبة، وإلا فإن W = صفرا)، أطنان كربون/ سنة؛

ويشمل كل متغير من المتغيرات الواردة أدناه جزأين على الأقل– جزء واحد على الأقل لمنتجات الخشب الصلب، وجزء واحد على الأقل لمنتجات الورق.

P_A = إضافات السنة الجارية لكربون منتجات الخشب المقطوع المستعملة نتيجة الاستهلاك المحلي والمحسوبة على أساس تدفق كربون المنتجات الأولية، أطنان كربون/سنة.

انظر الجدول ١–التذييل ١ للمعلومات المتعلقة ببيانات تلك القيم، أطنان كربون/ سنة.

P_L = فواقد كربون منتجات الخشب المقطوعة في السنة الجارية نتيجة الاستعمالات (المستعملة في السنة الجارية أو السنوات السابقة)، أطنان كربون/سنة.

PH_A = المقادير المضافة إلى كربون منتجات الخشب المقطوع في السنة الجارية من الخشب المقطوع في البلد والمحسوب على أساس تدفق كربون المنتجات الأولية، أطنان كربون/سنة.

انظر الجدول ١– التذييل ١ للمعلومات المتعلقة ببيانات وحسابات PH_A، أطنان كربون/ سنة.

PH_L = فواقد كربون منتجات الخشب المقطوعة المستعملة في السنة الجارية (التي يبدأ استعمالها في السنة الجارية أو السنوات السابقة) من الخشب المقطوع في البلد، أطنان كربون/ سنة.

P_{EX} = صادرات منتجات الخشب والورق، بما في ذلك الخشب المستدير، والرقائق، والبقايا، واللباب، والورق المستعاد (المعاد تدويره)، أطنان كربون/ سنة.

P_{IM} = واردات منتجات الخشب والورق، بما في ذلك الخشب المستدير، والرقائق، والبقايا، واللباب، والورق المستعاد (المعاد تدويره)، أطنان كربون/ سنة.

ويتم حساب $\Delta C_{HWP\ IU\ SCA}$ و $\Delta C_{HWP\ IU\ PA}$ باستخدام عملية تكرارية نعرضها أدناه بدلا من حساب الفواقد الناتجة عن استعمال منتجات الخشب المقطوع P_L أو PH_L للسنة الجارية مباشرة.

وبدءا مثلا من j= سنة ١٩٠٠، تكرر المعادلة التالية[٦] في كل عام حتى السنة الجارية t.

$$C_{HWP\ IU_{SCA}}(j) = (1 / (1 + f_D)) \bullet (P_{A_j} + C_{HWP\ IU_{SCA}}(j-1))$$ (نهج تغير الرصيد)

أو

$$C_{HWP\ IU_{PA}}(j) = (1 / (1 + fH_D)) \bullet (P_{A_j} + C_{HWP\ IU_{PA}}(j-1))$$ (نهج الإنتاج)

وفي السنة الأولى، مثلا j= ١٩٠٠، فإن قيمة $C_{HWP\ IU_{SCA}}$ = صفراً أو $C_{HWP\ IU_{PA}}$ = صفراً.

وفي السنة الجارية يتم حساب ما يلي:

$$\Delta C_{HWP\ IU_{SCA}}(t) = C_{HWP\ IU_{SCA}}(t) - C_{HWP\ IU_{SCA}}(t-1)$$ (نهج تغير الرصيد)

أو

$$\Delta C_{HWP\ IU_{PA}}(t) = C_{HWP\ IU_{PA}}(t) - C_{HWP\ IU_{PA}}(t-1)$$ (نهج الإنتاج)

---

[٦] تعادل الصيغة التكرارية المذكورة أعلاه في نهج تغير الرصيد المعادلة التالية:

$$C_{HWP\ IU\ SCA(j)} - C_{HWP\ IU\ SCA}(j-1)) / \Delta t = P_{A_j} - f_D \bullet C_{HWP\ IU\ SCA(j)}$$

حيث Δt = ١ سنة.

ويستخدم هذا الأسلوب الضمني (انظر Burden and Faires, 2001) كتقريب لمعدل ثابت للتحلل من مستجمع منتجات الخشب المقطوع ، وهو معدل تحدده المعادلة التفاضلية $dC_{HWP\ IU\ SCA}/dt = P_A - f_D \bullet C_{HWP\ IU\ SCA}$.

حيث:

$\Delta C_{HWP\ IU_{SCA}}$ = التغير السنوي في رصيد الكربون في منتجات الأخشاب المقطوعة المستعملة في البلد، أطنان كربون/سنة.

$\Delta C_{HWP\ IU_{PA}}$ = التغير السنوي في الكربون في منتجات الأخشاب المقطوعة المستعملة من الخشب المقطوع في البلد (تشمل كربون الصادرات وتستبعد كربون الواردات)، أطنان كربون/سنة.

P_A = إضافات السنة الجارية لكربون منتجات الخشب المقطوع المستعملة نتيجة الاستهلاك المحلي والمحسوبة على أساس تدفق كربون المنتجات الأولية، أطنان كربون/سنة.

t = السنة الجارية.

j = سنة البيانات، وهي تبدأ مثلا في عام ١٩٠٠، وهي مدة كافية في الماضي، ولذلك فإن التحلل في الوقت الجاري يكون ضئيلا جدا في منتجات الخشب المقطوع المستعملة في السنوات الأولى.

f_D = جزء كربون منتجات الأخشاب المقطوعة المستعملة في بلد ما في سنة معينة ويترك في تلك السنة (تشمل المنتجات المتروكة المنتجات التي يعاد تدويرها).

fH_D = جزء كربون منتجات الأخشاب المقطوعة المستعملة في بلد ما في سنة معينة (تشمل الصادرات) المرتجعة في تلك السنة (تشمل المنتجات المرتجعة ما يعاد تدويره من منتجات).

الجدول١-التذييل ١

بيانات منظمة الأغذية والزراعة ومعاملات تقدير P_A وPH_A للمعادلة ١-التذذيل٣-١ باستخدام أسلوب المستوى ٢

بيانات منظمة الأغذية والزراعة المتعلقة بالمنتجات (بيانات منتجات الخشب الصلب بالمتر المكعب؛ ومنتجات اللب والورق بالجيغا غرام)	معاملات التحويل الافتراضية (جيغا غرام من المنتج المجفف بالفرن لكل متر مكعب أو لكل جيغا غرام من المنتج)	الفترة الزمنية للبيانات	متغيرات المعادلات (انظر الحواشي)
بيانات محصول الخشب المستدير			
محصول الأخشاب المستديرة (الصنوبرية) محصول الأخشاب المستديرة (غير الصنوبرية)	٠,٤٥ (جيغا غرام/متر مكعب) ٠,٥٦ (جيغا غرام/متر مكعب)	١٩٦١- ٢٠٠٠	H
بيانات منتجات الخشب الصلب			
الأخشاب المنشورة (الصنوبرية) الأخشاب المنشورة (غير الصنوبرية) أفرخ القشرة الزينية الخشب الرقائقي ألواح الخشب الحبيبي	٠,٤٥ (جيغا غرام/متر مكعب) ٠,٥٦ (جيغا غرام/متر مكعب) ٠,٥٩ (جيغا غرام/متر مكعب) ٠,٤٨ (جيغا غرام/متر مكعب) ٠,٢٦ (جيغا غرام/متر مكعب)	١٩٦١- ٢٠٠٠	P_{DP} (الخشب الصلب) P_{IM} (الخشب الصلب) P_{EX} (الخشب الصلب)
الألواح الليفية المضغوطة	١,٠٢ (جيغا غرام/متر مكعب)	١٩٦١- ١٩٩٤	
الألواح الصلدة الألواح الليفية المتوسطة الكثافة	١,٠٢ (جيغا غرام/متر مكعب) ٠,٥٠ (جيغا غرام/متر مكعب)	١٩٩٥- ٢٠٠٠	
بيانات اللباب والورق/الورق المقوى			
الورق والورق المقوى	٠,٩ جيغا غرام/جيغا غرام	١٩٦١- ٢٠٠٠	P_{DP}(الورق) P_{IM} (الورق) P_{EX} (الورق)
الورق المستعاد (القيم محددة بصفر من عام ١٩٠٠ حتى عام ١٩٦٩)	٠,٩ جيغا غرام/جيغا غرام	١٩٧٠- ٢٠٠٠	(الورق المستعاد) (واردات (الورق المستعاد) صادرات (الورق المستعاد)

الجدول١-التذييل ١

بيانات منظمة الأغذية والزراعة ومعاملات تقدير P_A وPH_A للمعادلة ١-التذذيل٣-١ باستخدام أسلوب المستوى ٢

لباب الخشب	٠,٩ جيغا غرام/جيغا غرام	١٩٦١-٢٠٠٠	لباب الخشب واردات (لباب الخشب) صادرات (لباب الخشب)
لب الألياف المستعادة	٠,٩ جيغا غرام/جيغا غرام	١٩٩٨-٢٠٠٠	ورادات (لب الألياف المستعادة) IM صادرات (لب الألياف المستعادة)
لب الألياف الأخرى	٠,٩ جيغا غرام/جيغا غرام	١٩٦١-٢٠٠٠	لب الألياف الأخرى واردات (لب الألياف الأخرى) صادرات (لب الألياف الأخرى)
بيانات الأخشاب المستديرة الصناعية			
الأخشاب المستديرة الصناعية (الصنوبرية) الأخشاب المستديرة الصناعية (غير الصنوبرية)	٠,٤٩ (جيغا غرام/متر مكعب) ٠,٥٦ (جيغا غرام/متر مكعب)	١٩٦١-٢٠٠٠	الأخشاب المستديرة الصناعية
الأخشاب المستديرة الصناعية (الصنوبرية) الأخشاب المستديرة الصناعية (غير الصنوبرية)	٠,٤٩ (جيغا غرام/متر مكعب) ٠,٥٦ (جيغا غرام/متر مكعب)	١٩٩٠-٢٠٠٠	واردات (الأخشاب المستديرة الصناعية) صادرات (الأخشاب المستديرة الصناعية)

المصادر: للاطلاع على بيانات منظمة الأغذية والزراعة يمكن الرجوع إلى هذا الموقع على شبكة الانترنت:
http://apps.fao.org/page/collections?subset=forestry
مصدر معاملات التحويل: معاملات الخشب الصلب (Haynes *et al.* 1990 ، الجدولان باء-٧، وباء-٦)

ملحوظات:

معاملات الورق واللباب- يُفترض أن الطن الواحد من الورق أو اللباب المجفف يحتوي على ٠,٩ طن من الورق أو اللباب المجفف بالفرن.

تشير المعادلات أدناه إلى كيفية حساب P_AوPH_A في المعادلة ١-التذييل ١ باستخدام بيانات منظمة الأغذية والزراعة.

P_A (الخشب الصلب) هو مجموع إنتاج منتجات الخشب الصلب؛ وP_A (الورق) هو مجموع إنتاج منتجات الورق.

P_A (الخشب الصلب) = P_{DP}(الخشب الصلب) + P_{IM}(الخشب الصلب) - P_{EX} (الخشب الصلب).

P_A (الورق) = [P_{DP} (الورق) + P_{IM}(الورق) - P_{EX}(الورق)]WP_{ratio} ●

حيث WP_{ratio}هو جزء كل اللباب الذي يمثل لباب الخشب (مخصوما منه لباب الألياف الأخرى).

WP_{ratio} = [(لباب الخشب + واردات (لباب الخشب) - صادرات (لباب الخشب))/((لباب الخشب + واردات (لباب الخشب) - صادرات (لباب الخشب) + (لباب الألياف الأخرى+ واردات (لباب الألياف الأخرى) - صادرات (لباب الألياف الأخرى))].

PH_A (الخشب الصلب) = P_A (الخشب الصلب) ● الأخشاب المستديرة الصناعية/(الأخشاب المستديرة الصناعية + ورادات (الأخشاب المستديرة الصناعية) - صادرات(الأخشاب المستديرة الصناعية)).

PH_A (الورق)= [P_A(الورق) + صادرات (لباب الخشب)- واردات (لباب الخشب)● WP_{ratio}+ صادرات (الورق المستعاد) - واردات (لباب الألياف المستعادة) +صادرات (الورق المستعاد)- واردات (الورق المستعاد) ● الأخشاب المستديرة الصناعية/ (الأخشاب المستديرة الصناعية +واردات (الأخشاب المستديرة الصناعية)- صادرات (الأخشاب المستديرة الصناعية).

تحول أطنان المنتجات الجافة P_A وPH_A إلى أطنان من الكربون بضربها في ٠,٥ (أطنان كربون/أطنان من المنتج).

المستوى ٢(ب): تغير كربون منتجات الخشب المقطوعة في مواقع التخلص من النفايات الصلبة

يمكن حساب تغييرات رصيد منتجات الخشب المقطوع المخزنة في مواقع التخلص من النفايات الصلبة بنفس أسلوب حساب منتجات الأخشاب المقطوعة المستعملة إذا أدرجت في البلاغات:

المعادلة ٢–التذييل ١

التغير السنوي في كربون منتجات الخشب المقطوع في مواقع التخلص من النفايات الصلبة وما يقترن بها من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون

(2A) $\Delta C_{HWP\ W_{SCA}} = W_{AP} + W_{AD} - W_L$

CO_2 emissions/removals $_{SCA} = \Delta C_{HWP\ W_{SCA}} \bullet 10^{-3} \bullet 44/12 \bullet (-1)$ (نهج تغير الرصيد)

(2B) $\Delta C_{HWP\ W_{PA}} = WH_{AP} + WH_{AD} - WH_L$

CO_2 emissions/removals $_{PA} = \Delta C_{HWP\ W_{PA}} \bullet 10^{-3} \bullet 44/12 \bullet (-1)$ (نهج الإنتاج)

(2C) $\Delta C_{HWP\ W_{AFA}} = W_{AP} + W_{AD} - \Delta C_{HWP\ W_{SCA}} = W_L$

CO_2 emissions/removals $_{AFA} = \Delta C_{HWP\ W_{AFA}} \bullet 10^{-3} \bullet 44/12$ (نهج التدفقات الجوية)

الملحوظة ١: يوجد في كل حد من حدود المعادلة حرف سفلي t يرمز إلى السنة، وقد حذف تبسيطا للمعادلة.

الملحوظة ٢: يحتوي كل حد في الجانب الأيمن من المعادلات على جزأين على الأقل: جزء واحد على الأقل لمنتجات الخشب الصلب وجزء واحد على الأقل لمنتجات الورق.

حيث:

$\Delta C_{HWP\ W_{SCA}}$ = التغير السنوي في رصيد كربون منتجات الأخشاب المقطوعة في مواقع التخلص من النفايات الصلبة في البلد، أطنان كربون/ سنة؛

$\Delta C_{HWP\ W_{PA}}$ = التغير السنوي في كربون منتجات الأخشاب المقطوعة في مواقع التخلص من النفايات الصلبة من الخشب المقطوع داخل البلد (تشمل الكربون في الصادرات وتستبعد الكربون في الواردات)، أطنان كربون/ سنة؛

$\Delta C_{HWP\ W_{AFA}}$ = انبعاثات الكربون من منتجات الخشب المقطوع في مواقع التخلص من النفايات الصلبة، أطنان كربون/ سنة؛

ويحتوي كل متغير من المتغيرات الواردة أدناه على جزأين على الأقل– جزء واحد على الأقل لمنتجات الخشب الصلب، وجزء واحد على الأقل لمنتجات الورق.

W_{AP}= مقدار كربون منتجات الخشب المقطوع في السنة الجارية المضاف إلى مواقع التخلص من النفايات الصلبة الدائمة (غير المتحللة)[٧] ، أطنان كربون/ سنة؛

W_{AD} = مقدار كربون منتجات الخشب المقطوع في السنة الجارية المضاف إلى مواقع التخلص من النفايات الصلبة المتحللة مع مرور الوقت (يلاحظ أن $W = W_{AD} + W_{AP}$ في المستوى ٢(أ))، أطنان كربون/سنة؛

W_L = مقدار كربون منتجات الخشب المقطوع المفقود من مواقع التخلص من النفايات الصلبة (التي يتم إلقاؤها في المواقع في السنة الجارية أو في السنوات السابقة)؛

[٧] لا يتحلل إلا جزء من الكربون العضوي القابل للتحلل في مواقع التخلص من النفايات الصلبة كما هو مبين في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* المتعلقة بقطاع النفايات (انظر المتغير DOC_F في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*، الدليل المرجعي، الصفحة ٦–٥)

WH_{AP} = مقدار كربون منتجات الخشب المقطوع في السنة الجارية المضاف إلى مواقع التخلص من النفايات الصلبة الدائمة (غير المتحللة) (من الخشب المقطوع في البلد)، أطنان كربون/سنة؛

WH_{AD} = مقدار كربون منتجات الخشب المقطوع في السنة الجارية المضاف إلى مواقع التخلص من النفايات الصلبة المتحللة مع مرور الوقت (من الخشب المقطوع في البلد)، أطنان كربون/سنة؛

WH_{L} = مقدار كربون منتجات الخشب المقطوع المفقود من مواقع التخلص من النفايات الصلبة (التي يتم إلقاؤها في المواقع في السنة الجارية أو في السنوات السابقة) (من الخشب المقطوع في البلد)، أطنان كربون/سنة.

ونحن لا نقدم معادلات وبيانات تفصيلية لتقدير الرصيد في مواقع التخلص من النفايات الصلبة حيث يلزم إعداد مزيد من البيانات والأساليب الافتراضية، ويلزم تنسيقها مع الإرشادات الواردة في قطاع النفايات بشأن كيفية حساب الانبعاثات المنطلقة من مواقع التخلص من النفايات الصلبة.

ولتقدير رصيد الكربون في مواقع التخلص من النفايات الصلبة يلزم عموما الحصول على البيانات التالية:

'١' جزء كربون منتجات الخشب المقطوع الذي يُلقى في مواقع التخلص من النفايات الصلبة سنويا؛

'٢' جزء كربون منتجات الخشب المقطوع الملقى في مواقع التخلص من النفايات الصلبة ويبقى بمعزل عن الهواء (في مقابل الظروف الهوائية)؛

'٣' جزء كربون منتجات الخشب المقطوع الذي يتم الاحتفاظ به بمعزل عن الهواء في مواقع التخلص من النفايات الصلبة ويتحلل (لا يتحلل جزء منها كما تشير إلى ذلك *إرشادات الممارسات السليمة* في قطاع النفايات (*دليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠*)؛

'٤' معدل التحلل (بمعزل عن الهواء) لجزء كربون منتجات الخشب المقطوع الذي يتحلل؛

'٥' معدل التحلل الهوائي لكربون منتجات الخشب المقطوع .

وترد معلومات عن البيانات الافتراضية المطلوبة للبنود من ٢ حتى ٥ في *إرشادات الممارسات السليمة* لقطاع النفايات (*دليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠*). ويلزم الحصول البيانات القطرية المتعلقة بالبند ١ أعلاه، وهو جزء كربون منتجات الخشب المقطوع الذي يترك سنويا في مواقع التخلص من النفايات الصلبة.

المستوى ٣: الأساليب القطرية المحددة

المعادلة ٣-التذييل ١

التغير السنوي في الكربون في منتجات الخشب المقطوع (مثال لأسلوب قطري محدد)

(نهج تغير الرصيد) $$(3A)\ \Delta C_{HWP\ BLDG\ SCA} = (A_{BLDG\ t} \bullet f_{C\ BLDG\ t}) - (A_{BLDG\ t-1} \bullet f_{C\ BLDG\ t-1})$$

(نهج تغير الرصيد) $$(3B)\ \Delta C_{HWP\ W\ SCA} = (V_{HWP\ SWDS\ t} \bullet f_{C\ SWDS\ t}) - (V_{HWP\ SWDS\ t-1} \bullet f_{C\ SWDS\ t-1})$$

حيث:

$\Delta C_{HWP\ BLDG\ SCA}$ = التغير السنوي في كربون منتجات الخشب المقطوع الذي تحتوي عليه المباني، أطنان كربون/ سنة؛

$\Delta C_{HWP\ W\ SCA}$ = التغير السنوي في كربون منتجات الخشب المقطوع الذي تحتوي عليه مواقع التخلص من النفايات الصلبة، أطنان كربون/ سنة؛

A_{BLDG} = مساحة أرضية المباني، بالمتر المربع؛

$f_{C\ BLDG}$ = كربون منتجات الخشب المقطوع في المباني لكل وحدة من مساحة الأرضية، أطنان كربون/متر مربع؛

$V_{HWP\ SWDS}$ = حجم نفايات منتجات الخشب المقطوع في مواقع التخلص من النفايات، بالمتر المكعب؛

$f_{C\ SWDS}$ = كربون منتجات الخشب المقطوع في مواقع التخلص من النفايات الصلبة حسب حجم كل وحدة في مواقع التخلص من النفايات الصلبة، أطنان كربون/ متر مكعب.

مصادر البيانات المطلوبة لأسلوب المستوى ٢

تلخص النقاط التالية كيفية الحصول على البيانات المطلوبة للحسابات التي يتم إجراؤها باستخدام أسلوب المستوى ٢، وتحدد القيم الافتراضية المتاحة في كثير من الحالات.

وفيما يلي البيانات المتعلقة بالمتغيرات P_A (الكربون الموجود في منتجات الخشب المقطوع الذي يستهلكه البلد) وPH_A (الكربون الموجود في منتجات الخشب المقطوع الذي ينتجه البلد):

- تتوفر البيانات الافتراضية المتعلقة بإنتاج وواردات وصادرات منتجات الخشب المقطوع في قاعدة البيانات الإحصائية المدمجة لمنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة FAOSTAT منذ عام ١٩٦١[٨] (انظر الجدول ١-التذييل ١). ويلزم حساب قيم P_A المنفصلة المتعلقة بمنتجات الخشب الصلب والورق كما تشير إلى ذلك حواشي الجدول ١-التذييل ١ لمراعاة مختلف الأعمار المستعملة وأنماط التخلص من النفايات.
- يعرض الجدول ١ من التذييل ١ البيانات المتعلقة بتحويل وحدات منتجات الخشب الصلب إلى محتوى كربوني.
- يمكن تقدير البيانات السابقة لعام ١٩٦١باستخدام اتجاه النمو قبل عام ١٩٠٠.

ويمكن تقدير القيم المتعلقة بكل منتج من المنتجات الحرجية الواردة في الجدول ١ من التذييل ١ قبل عام ١٩٦١ عن طريق ما يلي:

المعادلة ٤- التذييل ١

معادلة تقدير الإنتاج والتجارة في السنوات قبل عام ١٩٦١

$$V_t = V_{1961} \bullet e^{(r \bullet (t - 1961))}$$

حيث V هي قيمة المنتج الحرجي المعني، وt هي السنة السابقة لعام ١٩٦١، وr هو معدل النمو التقديري قبل عام ١٩٦١. ويبين العمودان ٧ و٨ من الجدول ٢ من التذييل ١ القيم الافتراضية لمعدل النمو التقديري r فيما بين عامي ١٩٠٠ و١٩٦١.

- انظر الجدول ١ من التذييل ١ للحصول على معاملات تحويل مقادير المنتجات من أحجام أو أوزان إلى أطنان من الكربون.

البيانات المتعلقة بالبارامترين f_D وfH_D (جزء الكربون في منتجات الأخشاب المقطوعة المستعملة في السنة t التي يبطل استعمالها في كل سنة)

- يلزم معرفة القيم المنفصلة بخصوص f_D وfH_D في منتجات الخشب الصلب ومنتجات الورق.
- يمكن أن يمثل متوسط قيم f_D وfH_D في منتجات الخشب الصلب متوسطا مرجحا لقيم f_D وfH_D المتعلقة بالخشب المنشور، والألواح الخشبية، والأخشاب المستديرة الصناعية الأخرى.
- يمثل متوسط fH_D متوسطا مرجحا لقيمة f_D (في البلد الأصلي) وفي البلدان التي تستخدم فيها الصادرات ويتم التخلص منها لاحقا. وتمثل الأوزان جزء PH_{A_t} الناتج عن الاستعمال المحلي وجزء PH_{A_t} الذي يتم تصديره. ويمكن البدء بافتراض أن قيمة f_D تساوي قيمة fH_D.
- يمكن أيضا تحويل قيم f_D وfH_D من تقديرات نصف عمر المنتجات المستعملة أو من متوسط عمرها. ونصف العمر هو عدد السنوات التي يستغرقها نصف واحد من المنتجات في الوصول إلى مرحلة عدم الاستعمال. ومتوسط العمر هو متوسط عدد سنوات استعمال منتج ما.

f_D = ln 2 / (نصف العمر بالسنوات) = ٠,٦٩٣ / (نصف العمر بالسنوات).

[٨] انظر الموقع: http://apps.fao.org/page/collections?subset=forestry

f_D = 1 / (متوسط العمر بالسنوات)

متوسط العمر بالسنوات = $f_D/1$.

- ويعرض الجدول ٣–التذييل ١ قيم نصف العمر لمختلف المنتجات المستعملة في الدراسات التي أجريت مؤخرا، بما في ذلك القيم الافتراضية المقترحة. ويحتاج كل بلد إلى تحديد القيم الملائمة له.

التذييل ١–٢ التمام

تشمل أساليب المستوى ٢ كل منتجات الخشب والورق الأولية، وهي بذلك تشمل الكربون في أي منتجات خشبية ثانوية مصنوعة من تلك المنتجات الأولية، ولكنها لا تشمل تأثير كربون واردات وصادرات المنتجات الخشبية الثانوية على تغيرات الرصيد، مثل الأثاث أو الحرف الخشبية. وقد يلزم تعديل الأساليب لتشمل واردات وصادرات المنتجات الخشبية الثانوية إذا كانت منتجات الأخشاب المقطوعة تمثل فئة رئيسية، وإذا كانت مقادير المنتجات الخشبية الثانوية التي يتم الاتجار فيها كبيرة مقارنة بمقادير المنتجات الأولية المنتجة أو المستهلكة. كما يستبعد أسلوب المستوى ٢ أي تقديرات لمقدار نفايات الخشب التي تنتقل من المنتجات الأولية أو الثانوية مباشرة من مصانع الورق إلى مواقع التخلص من النفايات الصلبة. وإذا كانت تلك المقادير كبيرة فقد يلزم إجراء تقديرات مباشرة منفصلة لتدفقات تلك النفايات الخشبية التي يتم إلقاؤها في مواقع التخلص من النفايات الصلبة.

التذييل ١–٣ تقدير عدم التيقن

يعرض الجدول ٤ من التذييل ١ تقديرات عدم التيقن المرتبط بمتغيرات وبارامترات أسلوب المستوى ٢. وتستند التقديرات إلى الدراسات المنشورة وأحكام الخبراء. وإذا استخدمت القيم الوطنية للمتغيرات والبارامترات، ينبغي تقدير عدم التيقن وفقا للإرشادات الواردة في القسم ٥–٢ (تحديد وقياس عدم التيقن) من هذا التقرير.

وتقديرات عدم التيقن الثابتة التي يرجح توافرها هي فقط تلك التقديرات المقترنة بالاستقصاءات الوطنية لإنتاج وتجارة منتجات الخشب والورق. ويمكن أن يكون الخطأ المقترن بتلك الاستقصاءات منخفض نسبيا.

وفي أسلوب المستوى ٢، يقل نسبيا تأثير عدم التيقن المقترن بالإنتاج والتجارة منذ عدة عقود في الماضي إذا كان العمر النصفي للمنتجات المستعملة والعمر النصفي للمنتجات الموجودة في مواقع التخلص من النفايات الصلبة قصيرا نسبيا. ويعني ذلك أنه كلما طال عمر الاستعمال، بات من الأهم استخدام البيانات القطرية المتعلقة بالإنتاج والتجارة قبل عام ١٩٦١. ويمكن أن يصل عدم التيقن إلى مستويات كبيرة جدا في أسلوب المستوى ٢ على وجه الخصوص إذا كان عدم التيقن كبيرا في التقديرات التي يتم إجراؤها على المستوى القطري لما يلي: (١) جزء الخشب والورق الملقى في مواقع التخلص من النفايات الصلبة؛ (٢) نسبة المنتجات الموجودة في مواقع التخلص من النفايات الصلبة التي تتعرض للتحلل بمعزل عن الهواء. وبالنظر إلى أوجه عدم التيقن تلك، من المستصوب استخدام المستوى ٣ في إجراء استقصاءات جرد الخشب المخزون مثلا في المنازل على المستوى الوطني، إن أمكن. وقد تنخفض نسبيا مستويات عدم التيقن المرتبط بتلك الاستقصاءات. ويشمل تقدير عدم التيقن المرتبط تحديدا بنهج الإنتاج تقدير عدم التيقن المرتبط بتحلل المنتجات المصدرة إلى البلدان الأخرى. ويمكن إجمالا تقدير عدم التيقن المقترن بأساليب المستوى ٢ أو المستوى ٣ باستخدام أساليب المستوى ٣ (مونت كارلو) التي نتناولها في القسم ٥–٢ (تحديد وقياس عدم التيقن). ويلزم بذل مزيد من الجهود لتحديد أسلوب بسيط لتقدير عدم التيقن، أي وضع معادلات يمكنها أن تستخدم أوجه عدم التيقن الواردة في الجدول ٤ من التذييل ١ مباشرة لتقدير عدم التيقن الكلي بدلا من استخدام أسلوب محاكاة مونت كارلو. ولا يرجح التوصل إلى تقديرات تقل فيها درجة عدم التيقن عن ± ٥٠ في المائة من خلال أساليب المستوى ٢ التي تستخدم فيها البيانات الافتراضية، أي بدون بيانات قطرية.

الجدول ٢- التذييل ١

المعدلات السنوية التقديرية لنمو إنتاج (محصول) الأخشاب المستديرة الصناعية بحسب أقاليم العالم في فترات مختارة من ١٩٠٠ حتى ١٩٦١

(يمثل العمودان ٧ و٨ المعدلات التي قد تستخدم لتقدير بيانات إنتاج وتجارة منتجات الخشب والورق اعتبارا من عام ١٩٦١ باستخدام المعادلة ٤- التذييل ١)

أقاليم العالم	الخشب المستدير الصناعي	الخشب المستدير الصناعي	الخشب المستدير الصناعي	الخشب المستدير الصناعي	السكان	الخشب المستدير الصناعي	السكان	الخشب المستدير الصناعي
	الإنتاج في ظل انخفاض إنتاج الفرد إلى معدل يتراوح بين مستويات عام ١٩٥٠ وعام ١٩٧٥ قبل عام ١٩٥٠	الإنتاج مع ثبات إنتاج الفرد عند مستوى عام ١٩٥٠ قبل عام ١٩٥٠	الإنتاج في ظل انخفاض إنتاج الفرد إلى مستوى يتراوح بين معدلات عام ١٩٥٠ وعام ١٩٧٥	الإنتاج في ظل ثبات إنتاج الفرد عند مستويات عام ١٩٥٠		نصيب الفرد من الإنتاج		الإنتاج
	(١٩٦١-١٩٠٠)	(١٩٦١-١٩٠٠)	(١٩٥٠-١٩٠٠)	(١٩٥٠-١٩٠٠)	(١٩٥٠-١٩٠٠)	(١٩٧٥-١٩٥٠)	(١٩٦١-١٩٥٠)	(١٩٦١-١٩٥٠)
	انظر الملحوظة (٨)	انظر الملحوظة (٧)	(٦= (٣+ (٤)	(٥)=(٢)	(٤)	(٣)	(٢)	(١)
المجموع العالمي	٠,٠١٦٩	٠,٠٢٠٨	٠,٠١٣٤	٠,٠١٨٢	٠,٠٠٨٥	٠,٠٠٤٩	٠,٠١٨٢	٠,٠٣٢٦
أوروبا	٠,٠٢٠٠	٠,٠١١٩	٠,٠١٧٩	٠,٠٠٨٠	٠,٠٠٥٩	٠,٠١٢	٠,٠٠٨٠	٠,٠٢٩٦
اتحاد الجمهوريات الاشتراكية	٠,٠١٩٦	٠,٠٢١٦	٠,٠١٤٨	٠,٠١٧٣	٠,٠٠٦١	٠,٠٠٨٧	٠,٠١٧٣	٠,٠٤١٢
أمريكا الشمالية	٠,٠١٥٠	٠,٠١٥٥	٠,٠١٦٤	٠,٠١٧٠	٠,٠١٤٨	٠,٠٠١٦	٠,٠١٧٠	٠,٠٠٨٥
أمريكا اللاتينية	٠,٠٢٤٣	٠,٠٢٨٥	٠,٠٢١٧	٠,٠٢٦٨	٠,٠١٦٣	٠,٠٠٥٤	٠,٠٢٦٨	٠,٠٣٥٩
أفريقيا	٠,٠٣٩١	٠,٠٢٨٤	٠,٠٣٥٧	٠,٠٢٢٦	٠,٠١٠٢	٠,٠٢٥٥	٠,٠٢٢٦	٠,٠٥٤٨
آسيا	٠,٠٢٨٠	٠,٠٢٤٧	٠,٠٢٣٣	٠,٠١٩٣	٠,٠٠٧٨	٠,٠١٥٥	٠,٠١٩٣	٠,٠٤٩٢
أوقيانوسيا	٠,٠٢٦٢	٠,٠٢٣٣	٠,٠٢٢٩	٠,٠١٩٣	٠,٠١٥٥	٠,٠٠٧٤	٠,٠١٩٣	٠,٠٤١٢

ملحوظة: العمود ٧ : ln (EXP(col 5*50)*EXP(col 1*11))/ 61

ملحوظة: العمود ٨ : ln (EXP(col 6*50)*EXP(col 1*11))/ 61

مصادر البيانات: العمود ١-- ١٩٥٠-٥٣: (منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، ١٩٥٧)، ١٩٥٤-١٩٦٠ (منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، ١٩٦٥)، ١٩٦١: (منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، ٢٠٠٢ -أ)

العمود ٢ - ١٩٥٠-١٩٦٠: (شعبة السكان في الأمم المتحدة، ١٩٩٨)، ١٩٦١: (منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، ٢٠٠٢-ب)

العمود ٣- الخشب المستدير الصناعي- ١٩٥٠-٥٣: (منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، ١٩٥٧)، ١٩٥٤-١٩٦٠: (منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، ١٩٦٥)، ١٩٦١-١٩٧٥: (منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، ٢٠٠٢-أ)

السكان-١٩٥٠-١٩٦٠: (شعبة السكان في الأمم المتحدة، ١٩٩٨)، ١٩٦١-١٩٧٥ (منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة، ٢٠٠٢-ب)

العمود ٤-١٩٠٠-١٩٥٠: (شعبة السكان في الأمم المتحدة، ١٩٩٩)

الجدول ٣-التذييل ١

نصف عمر منتجات الأخشاب المقطوعة المستهلكة- أمثلة من الدراسات

البلد/الإقليم	المرجع	فئة منتجات الخشب المقطوع	نصف العمر الاستهلاكي (السنوات)	الجزء المفقود سنويا ($f_{D\,j}$) (ln(2)/ نصف العمر بالسنوات)
البيانات الافتراضية		الخشب المنشور	٣٥	٠,٠١٩٨
		القشرة الزينية والخشب الرقائقي والألواح الهيكلية	٣٠	٠,٠٢٣١
		الألواح غير الهيكلية	٢٠	٠,٠٣٤٧
		الورق	٢	٠,٣٤٦٦
فنلندا	Pingoud *et al.* 2001	الخشب المنشور والخشب الرقائقي (على أساس التغير في جرد المنتجات)	٣٠	٠,٠٢٣١
فنلندا	Karjalainen *et al.* 1994	متوسط الخشب المنشور والخشب الرقائقي	٥٠	٠,٠١٣٩
		متوسط الورق المصنوع من اللب الآلي	٧	٠,٠٩٩٠
		متوسط الورق المصنوع من اللب الكيماوي	٥,٣	٠,١٣٠٨
فنلندا	Pingoud *et al.* 1996	متوسط الورق	١,٨	٠,٣٨٥١
		ورق الصحف والاستخدامات المنزلية والصحية	٠,٥	١,٣٨٦٣
		كرتون التبطين المموج وكرتون العلب القابلة للطي	١	٠,٦٩٣١
		٨٠% من ورق الطباعة والكتابة	١	٠,٦٩٣١
		٢٠% من ورق الطباعة والكتابة	١٠	٠,٠٦٩٣
هولندا	Nabuurs 1996	الورق	٢	٠,٣٤٦٦
		أخشاب التعبئة	٣	٠,٢٣١٠
		ألواح الخشب الحبيبي	٢٠	٠,٠٣٤٧
		متوسط الخشب المنشور	٣٥	٠,٠١٩٨
		الخشب المنشور- التنوب والحوَر	١٨	٠,٠٣٨٥
		الخشب المنشور- البلوط والزان	٤٥	٠,٠١٥٤
الولايات المتحدة	Skog and Nicholson 2000	الخشب المنشور	٤٠	٠,٠١٧٣
		الألواح الهيكلية	٤٥	٠,٠١٥٤
		الألواح غير الهيكلية	٢٣	٠,٠٣٠١
		الورق (الأفرخ الحرة)	٦	٠,١١٥٥
		أنواع الورق الأخرى	١	٠,٦٩٣١

ملحوظة: يوصى بأن يكون استخدام هذه الأعمار النصفية التقديرية مصحوبا بعملية تحقق من التقديرات الناشئة لتغير الرصيد كما هو مبين مثلا في القسم ٥ من التذييل ١. وقد يلزم نتيجة لذلك إجراء تعديلات على الأعمار النصفية.

الجدول ٤- التذييل ١
بارامترات وتقديرات عدم التيقن المقترن بالقيم الافتراضية المستخدمة في أسلوب المستوى ٢ لتقدير التغير في رصيد كربون منتجات الأخشاب المقطوعة المستعملة

وصف البارامتر المعياري	البارامتر المعياري	القيم	نطاق عدم التيقن
محصول الخشب المستدير (الخشب المقطوع والمنقول من الموقع لاستغلاله في صناعة المنتجات، بما في ذلك خشب الوقود).	H	الجدول ١- التذييل ١	على مستوى بلدان محددة وفقا لبيانات منظمة الأغذية والزراعة
إنتاج وواردات وصادرات منتجات الخشب المقطوع- بيانات منظمة الأغذية والزراعة.	P_{DP} ,P_{IM}, P_{EX} WP, IM(WP), EX (WP) OFP, IM(OFP), EX(OFP) RP, IM(RP), EX(RP) IM(RFP), EX(RFP) مقدار المنتجات التي يتم إنتاجها وتوريدها وتصديرها	الجدول ١- التذييل ١	على مستوى بلدان محددة بالنسبة لبيانات منظمة الأغذية والزراعة. الإنتاج والتجارة - في البلدان التي تتوفر لديها تعدادات أو إحصاءات منتظمة- ± ١٥% منذ عام ١٩٦١. الإنتاج والتجارة - في البلدان التي ليست لديها تعدادات أو إحصاءات منتظمة- ± ٥٠% منذ عام ١٩٦١.
نسبة حجم المنتج إلى وزنه.	W	الجدول ١- التذييل ١	± ١٥%
نسبة وزن المنتج المجفف بالفرن إلى وزن الكربون	C	٠,٥ (الجدول ١- التذييل ١)	± ١٠%
معدل نمو الإنتاج والواردات والصادرات قبل السنة الأولى وفقا لبيانات منظمة الأغذية والزراعة.	r (في المعادلة ٤- التذييل ١)	العمودان ٧ و٨ من الجدول ٢ -التذييل ١	معدل الزيادة في الإنتاج قبل عام ١٩٦١ هو ± ١٥% في الإقليم، وتزيد هذه النسبة في البلدان الواقعة في الإقليم. معدل الزيادة في التجارة قبل عام ١٩٦١ هو ± ٥٠% في الإقليم، وتزيد هذه النسبة في البلدان الواقعة في الإقليم.
جزء منتجات الخشب الصلب المرتجع من الاستهلاك سنويا.	f_D (الخشب الصلب) fH_D (الخشب الصلب)	الجدول ٣- التذييل ١	نصف العمر بالسنوات = (f_D/٠,٦٩٣ (الخشب الصلب). عدم التيقن في نصف العمر = ± ٥٠%. تزداد نسبة عدم التيقن المقترن بقيمة fH_D تبعا لحجم وجهة الصادرات.
جزء منتجات الورق المرتجع من الاستهلاك سنويا.	f_D (الورق) fH_D (الورق)	الجدول ٣- التذييل ١	نصف العمر بالسنوات = (f_D/٠,٦٩٣ (الورق)). عدم التيقن في نصف العمر = ± ٥٠%. تزداد نسبة عدم التيقن المقترن بقيمة fH_D تبعا لحجم وجهة الصادرات.

التذييل ١- ٤ الإبلاغ والتوثيق

من المقترح توثيق وحفظ كل المعلومات المستخدمة في إعداد التقديرات الوطنية لتغير الرصيد. ويشمل ذلك البيانات والبارامترات المستخدمة في تقدير إنتاج وتجارة الخشب والورق. وينبغي توثيق تغييرات البارامترات المستخدمة في تقدير تغير الرصيد من سنة إلى السنة التي تليها. وينبغي أن يتضمن تقرير الجرد الوطني ملخصات للأساليب المستخدمة والإشارة لمصادر البيانات حتى يتسنى تعقب الخطوات المتبعة في إجراء التقديرات.

التذييل ١-٥ ضمان ومراقبة جودة الجرد

بصرف النظر عما إن كانت منتجات الخشب المقطوع تمثل فئة رئيسة، يُقترح إجراء اختبارات كما هو مبين في القسم ٥-٥ (ضمان ومراقبة جودة الجرد) لمراقبة جودة البيانات والبارامترات المستخدمة في الأسلوب المختار. وإذا كانت منتجات الخشب المقطوع تمثل فئة رئيسية، يُقترح استخدام اختبارات إضافية من القسم ٥-٥ لمراقبة جودة المستوى ٢، وبخاصة إعداد البيانات والبارامترات واستعراضها من جانب الخبراء، ووضع تقديرات للبيانات والبارامترات على المستوى الوطني، حسب اللزوم، باستخدام مصادر البيانات الوطنية وأحكام الخبراء كما هو مبين في القسم ٦-٢-٥ المعنون "أحكام الخبراء (*دليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠*).

ومن الاقتراحات التي تساعد على مراقبة الجودة (للتحقق من تقديرات الأرصدة أو تغير الأرصدة) في حالة استخدام أسلوب المستوى ٢ هو إجراء تقديرات منفصلة لمجموع رصيد الكربون أو التغير السنوي في مجموعات محددة من المنتجات، مثل كتل الخشب المنشور والألواح الخشبية المستخدمة في المباني. وتمثل الكتل والألواح الخشبية المستخدمة في المباني جزءا من كل الخشب المنشور المخزن. ويمكن استخدام أسلوب المستوى ٢ لتقدير مجموع مقدار الكتل والألواح الخشبية المستخدمة في المباني، أو لتقدير التغيير في رصيد الكتل والألواح الخشبية في السنة الأخيرة. وقد يلزم تقدير جزء الخشب والألواح المستخدمة في المباني مع مرور الوقت. ويمكن مقارنة هذه التقديرات مع التقديرات المنفصلة للخشب المستخدم في المباني أو التغير في الخشب المستخدم في المباني على النحو التالي. ويمكن حساب المجموع الجاري للخشب والألواح المستخدمة في المباني كأمتار مربعة من مساحة أرضية المباني مضروبة في المحتوى من الخشب في كل متر مربع. ويمكن حساب التغير في الخشب المستخدم في المباني كأمتار مربعة من المباني المبنية في سنة معينة مضروبا في المحتوى من الخشب للمتر المربع.

وهناك اقتراح آخر في حالة استخدام أسلوب المستوى ٢ للمساعدة على التحقق من نصف عمر المباني، وهو استخدام المعلومات التاريخية المتعلقة بعدد وعمر المباني مع مرور الوقت. ويلزم الحصول على البيانات المتعلقة بعدد المباني في عمر معين (أو نطاق عمري معين) في وقت معين في الماضي، وعدد المباني القائمة في أوقات أحدث. ويمكن استخدام هذه الأرقام لتقدير الجزء المفقود من المباني كل عام. ويمكن استخدام نسبة المفقود سنويا لتقدير نصف العمر. انظر الجدول ٣- من التذييل ١ للتعرف على العلاقة بين نصف العمر والجزء المفقود سنويا في ظل الافتراض القائل بفقد جزء ثابت سنويا).

التذييل ٢ انبعاثات الغازات غير ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن صرف مياه تربة الأراضي الحرجية وإعادة ترطيبها: أساس التطوير المنهجي في المستقبل

التذييل ٢-١ مقدمة

تتأثر انبعاثات غازات الدفيئة وعمليات إزالتها بصرف المياه وبإعادة ترطيب التربة العضوية والتربة المعدنية الرطبة التي تحتوي على معدلات عالية من كربون التربة العضوي. ويتأثر ثاني أكسيد الكربون تأثرا كبيرا بتلك العمليات. ونتناول في القسمين ٣-٢ و٣-٥ طرق تقدير التغييرات في انبعاثات/عمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون من تلك الأراضي.

وإضافة إلى ذلك فإن انبعاثات أكسيد النيتروز تكون كبيرة من التربة التي تتعرض لعمليات صرف المياه بكثافة، لأن صرف المياه يزيد من الطبقة المعرضة للهواء ويعزز عملية معدنة المواد العضوية في التربة. وفي المقابل، فإن التربة العضوية غير المدارة لا تمثل سوى مصادر أو مصارف طبيعية صغيرة لأكسيد النيتروز (Regina *et al.*, 1996). وتأثير صرف المياه على انبعاثات أكسيد النيتروز يعتمد على الخصائص المميزة للتربة. ويرتبط ارتفاع معدلات الانبعاثات بالتربة الغنية بالمغذيات، بينما يقترن انخفاض مستويات الانبعاثات بأنواع التربة الخثية الفقيرة بالمغذيات (Regina *et al.*, 1996). والبيانات المتعلقة بانبعاثات أكسيد النيتروز من التربة العضوية المصرفة من المياه والتربة المعدنية الرطبة قليلة ومتغيرة نسبيا، ومن ثم يرتفع مستوى عدم التيقن المرتبط بالطرق التي نعرضها هنا.

وفي الأقسام التالية، تركز المنهجيات المستخدمة في تقدير انبعاثات أكسيد النيتروز على الأراضي الحرجية التي لم تتناولها *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*. وأما انبعاثات أكسيد النيتروز من تربة الأراضي الزراعية والمروج الطبيعية فقد تناولها الفصل المتعلق بالزراعة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي ودليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠*. وعلى ضوء توفر البيانات ومستوى الفهم الحالي، يمكن انتهاج نفس الأسلوب عند التعامل مع الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية والأراضي المحولة إلى أراض حرجية.

وتقلل إعادة ترطيب التربة العضوية من انبعاثات أكسيد النيتروز لتصل إلى مستواها الأصلي الذي يبلغ صفرا تقريبا.

ويعتبر انبعاث الميثان من التربة العضوية غير المصرفة من المياه عملية طبيعية، وتتسم هذه الانبعاثات بدرجة عالية من التغيرية. ويقلل صرف المياه من التربة العضوية هذه الانبعاثات، بل وقد يحوّل الأرض إلى مصرف صغير للميثان (انظر *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*، الدليل المرجعي، القسم ٥-٤-٣ المعنون " تصريف المياه من الأراضي الرطبة). ولا ترد في *المبادئ التوجيهية* ولا في هذا القسم من هذا التقرير أساليب تقدير تأثير تصريف المياه من الأحراج والأراضي الرطبة وإعادة ترطيبها على انبعاثات الميثان وذلك بسبب قلة البيانات على الرغم من أن حجم هذا التأثير، من حيث مكافئ ثاني أكسيد الكربون، قد يكون كبيرا في الحالات التي يجري فيها تصريف كثيف للمياه من الأراضي التي ترتفع فيها معدلات انبعاث الميثان. على أن أثر تصريف المياه على انبعاثات الميثان قد يكون صغيرا في الحالات التالية: (أ) الأراضي التي تقل فيها انبعاثات الميثان الطبيعية؛ (ب) في حالة وجود منسوب ضحل من المياه؛ (ج) في الحالات التي يتم فيها تعويض مصرف الميثان في المناطق المصرفة من المياه بانبعاثات الميثان المنطلقة من خنادق تصريف المياه. وتستخدم في هذا التذييل قيمة افتراضية تساوي صفرا لانبعاثات الميثان عقب تصريف المياه (Laine *et al.*, 1996; Roulet and Moore, 1995).

ويمكن أن تزداد انبعاثات الميثان في الأراضي المعاد ترطيبها. وتعني "إعادة الترطيب" العودة بمنسوب المياه إلى مستوياته التي كان عليها قبل تصريف المياه. وإذا كان البلد يقوم بإعادة تطيب التربة العضوية، فإن هذه التربة تعتبر مدارة. وفي هذه الحالة، يمكن الإبلاغ عن التأثيرات الناجمة عن تصريف المياه/إعادة الترطيب استنادا إلى البيانات الخاصة بالبلد. ووفقا للدراسات التي أجريت حول هذا الموضوع، يتم تقدير مصدر الميثان بحسب إعادة ترطيب التربة العضوية التي تغطيها الأحراج بقيمة تقريبية أولية تتراوح بين صفر و ٦٠ كيلوغراما من الميثان للهكتار$^{-1}$ في السنة$^{-1}$ في المناطق المناخية المعتدلة والشمالية، وبقيمة تتراوح بين ٢٨٠ و١٢٦٠ كيلوغراما

من الميثان للهكتار$^{-1}$ في السنة$^{-1}$ في الظروف المناخية المدارية (Bartlett and Harriss 1993). وهناك بعض الأدلة على أن انبعاثات الميثان قد تقل في الأراضي الخثية المعاد ترطيبها عما في الأراضي البكر (Komulainen *et al.* 1998, Tuittila *et al.* 2000). ولا يمكن في الوقت الراهن تقديم أي إرشادات بشأن الممارسات السليمة المتصلة بتقدير انبعاثات الميثان التي تنطلق بسبب إعادة ترطيب التربة العضوية.

التذييل ٢-٢ القضايا المنهجية

التذييل ٢-٢-١ اختيار الأسلوب

يستخدم نفس الأسلوب مع الأراضي الحرجية التي تظل أراض حرجية ومع الأراضي المحولة إلى أراض حرجية. ويمكن استخدام مخططي تسلل القرارات الواردين في القسم ٣-١ (الشكل ٣-١-١: مخطط تسلل قرارات تحديد مستوى الأسلوب الملائم للأراضي التي تظل في نفس فئة استخدام الأراضي)؛ والشكل ٣-١-٢ (مخطط تسلل قرارات تحديد مستوى الأسلوب الملائم للأراضي المحولة إلى فئة أخرى من فئات استخدام الأراضي) لتحديد الأسلوب الملائم لتقدير انبعاثات أكسيد النيتروز، عن طريق بحث مدى توفر البيانات. وتسهم انبعاثات أكسيد النيتروز الناجمة عن تصريف المياه من الأراضي الحرجية وإعادة ترطيبها في إيجاد الفئة الفرعية "أنواع التربة" في مخططي تسلسل القرارات.

وتبين المعادلة ١- التذييل ٢ الأسلوب الأساسي المستخدم في تقدير انبعاثات أكسيد النيتروز المباشرة من التربة العضوية في أراضي الغابات المصرفة من المياه. وتشير التقديرات إلى أن انبعاثات أكسيد النيتروز الناتجة عن إعادة ترطيب التربة العضوية لا تتجاوز المستويات الطبيعية وتحدد القيمة الافتراضية لهذه المستويات بصفر. ويمكن تطبيق المعادلة على مختلف مستويات التصنيف تبعا لتوفر البيانات، وبخاصة فيما يتعلق بتوفر معاملات الانبعاث الخاصة بالبلد.

المعادلة ١- التذييل ٢

انبعاثات أكسيد النيتروز المباشرة من تربة الأراضي الحرجية المصرفة من المياه (المستوى ١)

$$N_2O\ emissions_{FF} = \sum(A_{FF_{organic\ IJK}} \bullet EF_{FF_{drainage,\ organic\ IJK}}) + A_{FF_{mineral}} \bullet EF_{FF_{drainage,\ mineral}} \bullet 44/28 \bullet 10^{-6}$$

حيث:

$N_2O\ emissions_{FF}$ = انبعاثات أكسيد النيتروز بوحدات النيتروجين، كيلوغرام من النيتروجين.

$A_{FF_{organic}}$ = مساحة أراضي التربة العضوية الحرجية المصرفة من المياه ، بالهكتار.

$A_{FF_{mineral}}$ = مساحة أراضي التربة المعدنية الحرجية المصرفة من المياه ، بالهكتار.

$EF_{FF_{drainage,\ organic}}$ = معامل الانبعاث في التربة العضوية في ألأراضي الحرجية المصرفة من المياه، كيلو غرام من نيتروجين أكسيد النيتروز للهكتار في السنة.

$EF_{FF_{drainage,\ mineral}}$ = معامل الانبعاث في التربة المعدنية الحرجية المصرفة من المياه، كيلو غرام من نيتروجين أكسيد النيتروز للهكتار في السنة.

ijk = نوع التربة، والمنطقة المناخية، وكثافة تصريف المياه، إلخ (تبعا لمستوى التصنيف).

ويستخدم نفس الأسلوب في حساب انبعاثات أكسيد النيتروز من التربة العضوية المصرفة من المياه في الأراضي المحولة إلى أراض حرجية.

المستوى ١: يستخدم في أسلوب المستوى ١ المعادلة ١–التذييل ٢ مع إجراء تصنيف بسيط للتربة الحرجية المصرفة من المياه إلى المساحات "الغنية بالمغذيات" و"الفقيرة بالمغذيات"، وتستخدم معاملات الانبعاث الافتراضية. ويعرض القسم ٢–٢ من التذييل ٢ البيانات الافتراضية، ويبين القسم ٢–٣ من التذييل ٢ إرشادات بشأن الحصول على بيانات الأنشطة.

المستوى ٢: يمكن استخدام أسلوب المستوى ٢ إذا توفرت معاملات الانبعاث الخاصة بالبلد وما يقابلها من بيانات عن مساحات الأراضي. وتمكن هذه البيانات في العادة من تصنيف التقدير لمراعاة ممارسات الإدارة، مثل تصريف المياه من مختلف أنواع الأراضي الخثية، وخصوبة التربة (مثل المستنقعات في مقابل الأهوار، وحالة النيتروجين)، وأنواع الأشجار، (العريضة الأوراق في مقابل الصنوبرية)، مع استخدام معاملات انبعاث محددة لكل فئة فرعية. ويمكن الحصول على بيانات مفصلة تفصيلا كافيا عن مساحات الأراضي من المعلومات المتعلقة بالتربة في قائمة جرد الغابات الوطنية.

المستوى ٣: إذا أتيحت نماذج أكثر تعقيدا أو استقصاءات تفصيلية، يمكن تقدير انبعاثات أكسيد النيتروز بتطبيق نهج وطني يستخدم فيه أسلوب المستوى ٣. وبالنظر إلى التغيرية المكانية والزمنية وعدم التيقن المرتبط بانبعاثات أكسيد النيتروز، من الأحرى استخدام هذا النهج في البلدان التي تمثل فيها انبعاثات أكسيد النيتروز المباشرة من الأحراج المدارة فئة رئيسية لأن تطبيق الأساليب المتقدمة يمكن أن يمثل بصورة أدق ممارسات الإدارة والمتغيرات المؤثرة ذات الصلة.

التذييل ٢–٢–٢ اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة

في الحالات التي تستخدم فيها طريقتي المستويين ١ و٢، يلزم الحصول على معاملات انبعاث أكسيد النيتروز في مساحة كل وحدة من الأرض سنويا.

المستوى ١: تستخدم في أسلوب المستوى ١ معاملات الانبعاث الافتراضية المأخوذة من الدراسات المتعلقة بالموضوع، ويعرض الجدول ١ من التذييل ٢ هذه القيم الافتراضية.

وبالنظر إلى قلة البيانات، يمكن اعتبار معاملات الانبعاث الافتراضية المتعلقة بمستويات المغذيات والمناطق المناخية ذات الصلة مجرد قيم إرشادية وقد لا تعبر بشكل سليم عن الحجم الحقيقي للانبعاثات في بلد معين.

وينبغي حساب الانبعاثات المنطلقة من التربة المعدنية في الأراضي الحرجية المصرفة من المياه باستخدام معاملات انبعاث منفصلة وأقل من معاملات الانبعاثات الناتجة عن التربة العضوية في أراضي الغابات المصرفة من المياه. ويمكن افتراض أن الانبعاثات المتأتية من التربة المعدنية في الأراضي الحرجية المصرفة من المياه تساوي تقريبا عُشر قيمة $EF_{drainage}$ في التربة العضوية (Klemedtsson *et al.*, 2002). ويلزم الحصول على مزيد من القياسات، وبخاصة في المناطق المناخية المدارية، لتحسين معاملات الانبعاث الإرشادية الواردة في الجدول ١ من التذييل ٢. وإذا أعيد ترطيب تربة الأراضي الحرجية المصرفة من المياه (أي إذا عاد منسوب الماء إلى مستوياته التي كان عليها قبل تصريف المياه) فيفترض حينئذ أن انبعاثات أكسيد النيتروز تعود إلى المستوى الطبيعي الذي يقترب من الصفر.

الجدول ١ – التذييل ٢ المعاملات الافتراضية لانبعاثات أكسيد النيتروز من تصريف مياه تربة الأراضي الحرجية			
المنطقة المناخية ونوع التربة	**معامل الانبعاث** $EF_{FF_{drainage}}$	**نطاق عدم التيقن*** **كيلوغرام من نيتروجين**	**المرجع/التعليقات**
المناخ المعتدل والشمالي			
التربة العضوية الفقيرة بالمغذيات	٠,١	٠,٢ إلى ٠,٣	Alm *et al.,* 1999; Laine *et al.*, 1996 Martikainen *et al.,* 1995; Minkkinen *et al.,* 2002: Regina *et al*., 1996
التربة العضوية الغنية بالمغذيات	٠,٦	٠,١٦ إلى ٢,٤	Klemedtsson *et a*l., 2002; Laine *et al.*, 1996; Martikainen *et al*., 1995; Minkkinen *et al*., 2002: Regina *et al*., 1996
التربة المعدنية	٠,٠٦	٠,٠٢ إلى ٠,٢٤	Klemedtsson *et al.,* 2002
المناخ المداري	٨	صفر إلى ٢٤	يحسب كنصف معامل الانبعاث في الأراضي الزراعية العضوية المصرفة من المياه
* فترة ثقة نسبتها ٩٥% بتوزيع لوغاريتمي طبيعي.			

المستوى ٢: عندما تتوفر البيانات الخاصة بالبلد، وبخاصة البيانات المتعلقة بمختلف نظم الإدارة، يمكن وضع معاملات انبعاث محددة في أسلوب المستوى ٢. وينبغي اشتقاق هذه المعاملات من الدراسات الاستقصائية التي يتم إجراؤها في البلد المعني أو في البلدان المجاورة المشابهة وأن يتم تصنيفها، إن أمكن، بحسب مستوى تصريف المياه، والغطاء النباتي (العريض الأوراق في مقابل الصنوبري)، وخصوبة التربة الخثية. وبالنظر إلى ندرة ما كتب حول هذا الموضوع وتضارب ما يتم التوصل إليه من نتائج، ينبغي اشتقاق معاملات الانبعاث الخاصة بالبلد من خلال برنامج للقياسات الدقيقة. ويعرض الإطار ٤–١ (الممارسة السليمة في اشتقاق معاملات الانبعاث الخاصة بالبلد، الصفحة٧١ من الفصل الرابع [من النص العربي]) من *دليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠* إرشادات بشأن الممارسات السليمة المتعلقة بكيفية اشتقاق المعاملات الخاصة بالبلد لانبعاثات أكسيد النيتروز التي تنطلق من التربة.

المستوى ٣: ينبغي عند استخدام أسلوب المستوى ٣ أن تحدد كل البارامترات الخاصة بالبلد باستخدام قيم أدق بدلا من القيم الافتراضية. وقلما تتوفر كتابات حول الموضوع وتتضارب النتائج في بعض من الأحيان، ولذلك يتم تشجيع البلدان على اشتقاق معاملات انبعاثات خاصة بالبلد من خلال إجراء قياسات مرجعية في مقابل مواقع تربة الأراضي الحرجية الملائمة المصرفة من المياه. وينبغي تقاسم البيانات بين البلدان التي تتشابه ظروفها البيئية.

التذييل ٢–٢–٣ اختيار بيانات الأنشطة

بيانات الأنشطة المطلوبة لتقدير هذا المصدر هي مساحة الأراضي الحرجية المصرفة من المياه والمعاد ترطيبها. وفي أسلوب المستوى ١ ، يتم تصنيف التقدير الوطني المتعلق بتربة الأراضي الحرجية المصرفة من المياه بحسب خصوبة التربة حيث تتوفر القيم الافتراضية للتربة الغنية والفقيرة بالمغذيات. وتتوفر البيانات الوطنية في الدوائر المعنية بالتربة ومن استقصاءات الأراضي الرطبة، مثل الاتفاقيات الدولية. وفي حالة تعذر التصنيف بحسب خصوبة الخث، قد تعتمد البلدان على أحكام الخبراء. وتميل تقديرات المناطق المناخية الشمالية إلى تعزيز المستنقعات الفقيرة بالمغذيات، بينما تميل تقديرات المناطق المناخية المعتدلة والمحيطية إلى تعزيز تكوين الأراضي الخثية الأغنى بالمغذيات. وقد يتسنى إجراء مزيد من التصنيف في إطار المستوى ٢. ومثال ذلك أنه يمكن تمييز المنطقة بحسب ممارسات الإدارة، مثل تصريف المياه من مختلف أنواع الأراضي الخثية، وأنواع الأشجار. ويوفر الفصل الثاني إرشادات بشأن النهج المتاحة لتصنيف مساحات الأراضي.

التذييل ٢-٢-٤ تقدير عدم التيقن

تتسم تقديرات انبعاثات أكسيد النيتروز من الأحراج إلى الغلاف الجوي بدرجة عالية من عدم التيقن وذلك للأسباب التالية: (أ) ارتفاع مستوى التغيرية المكانية والزمنية للانبعاثات؛ (ب) ندرة القياسات الطويلة الأجل واحتمال عدم شمولها التمثيلي في الأقاليم الكبرى؛ (ج) عدم التيقن المقترن بالتجميع المكاني وعدم التيقن المتأصل في معاملات الانبعاث وبيانات الأنشطة.

المستوى ١: يعرض الجدول ١-التذييل ٢ مستويات عدم التيقن المقترنة بمعاملات الانبعاث الافتراضية المستخدمة مع أسلوب المستوى ١.

ويُفضل حساب عدم التيقن المقترن بمساحة الأراضي الخثية الحرجية وتقسيمها بين الأنواع الخثية الغنية والفقيرة بالمغذيات بحسب تقدير أوجه عدم التيقن الخاصة بالبلد. وتتفاوت التقديرات الحالية لمساحات الأراضي الخثية الحرجية المصرفة من المياه والمعاد ترطيبها داخل البلد تفاوتا كبيرا فيما بين مختلف مصادر البيانات وقد تنطوي على نسبة ٥٠% أو أكثر من عدم التيقن.

المستوى ٢: يعرض الإطار ٤-١ (الممارسة السليمة في اشتقاق معاملات الانبعاث الخاصة بالبلد، الصفحة ٦٢ من الفصل الرابع) من *دليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠* إرشادات بشأن الممارسات السليمة المتعلقة بكيفية اشتقاق معاملات الانبعاث الخاصة بالبلد.

ويلزم إجراء تقدير على مستوى البلد لأوجه عدم التيقن المقترنة بمساحة الأراضي الخثية الحرجية وتقسيمها بين الأراضي الغنية والفقيرة بالمغذيات، ويفضل أن يتم ذلك من خلال مقارنة مختلف مصادر البيانات وتطبيق مختلف الإحصائيات المتعلقة بمساحات الأراضي مثلا في تحليلات الحساسية أو في تحليلات مونت كارلو (القسم ٥-٢، تحيد وقياس أوجه عدم التيقن).

المستوى ٣: من المحتمل أن توفر النماذج القائمة على العمليات تقديرا أكثر واقعية، ولكن لابد من معايرتها والتثبت منها في مقابل القياسات. ويلزم الحصول على قياسات تمثيلية كافية لأغراض التثبت. وترد في القسم ٥-٢ (تحديد وقياس أوجه عدم التيقن) إرشادات عامة بشأن تقييم عدم التيقن في الأساليب المتقدمة.

التذييل ٢-٣ التمام

يُرجى الرجوع إلى القسم ٣-٢-٣ المتعلق بالتمام في النص الرئيسي لكفالة الاتساق مع البلاغات المقدمة عن ثاني أكسيد الكربون المنبعث من تربة الأراضي الحرجية المصرفة من المياه.

التذييل ٢-٣-١ وضع متسلسلة زمنية متسقة

يُرجى الرجوع إلى القسم ٣-٢-٤ المتعلق بوضع متسلسلة زمنية متسقة في النص الرئيسي لكفالة الاتساق مع البلاغات المقدمة عن ثاني أكسيد الكربون المنبعث من تربة الأراضي الحرجية المصرفة من المياه.

التذييل ٢-٤ الإبلاغ والتوثيق

يُرجى الرجوع إلى القسم ٣-٢-٥ المتعلق بالإبلاغ والتوثيق في النص الرئيسي لكفالة الاتساق مع البلاغات المقدمة عن ثاني أكسيد الكربون المنبعث من تربة الأراضي الحرجية المصرفة من المياه.

التذييل ٢-٥ ضمان ومراقبة الجودة

يُرجى الرجوع إلى القسم ٣-٢-٦ المتعلق بضمان ومراقبة جودة الجرد في النص الرئيسي لكفالة الاتساق مع البلاغات المقدمة عن ثاني أكسيد الكربون المنبعث من تربة الأراضي الحرجية المصرفة من المياه.

التذييل ٣ الأراضي الرطبة التي تظل أراض رطبة: أساس التطوير المنهجي في المستقبل

التذييل ٣-١ مقدمة

يطور هذا القسم التغطية الواردة في القسم ٥-٤-٣ (فئات الأنشطة الممكنة الأخرى) في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* وذلك عن طريق وصف منهجيات تقدير تغيرات رصيد الكربون وكذلك انبعاثات الميثان وأكسيد النيتروز (التي يمكن أن تكون على نفس درجة أهمية انبعاثات ثاني أكسيد الكربون) المنبعثة من الأراضي الرطبة التي تظل أراض رطبة. ويتناول القسم ٣-٥ من هذا التقرير تحويل الأراضي إلى أراض رطبة.

وكما يتضح من المعادلة ١- التذييل ٣-٣، ينطوي تقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الأراضي الرطبة على عنصرين أساسيين.

المعادلة ١- التذييل ٣

انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الأراضي الرطبة التي تظل أراض رطبة

$$CO_2\ emissions_{WW} = CO_2\ emissions_{WW\ peat} + CO_2\ emissions_{WW\ flood}$$

حيث:

$CO_2\ emissions_{WW}$ = انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الأراضي الرطبة التي تظل أراض رطبة، جيغا غرام ثاني أكسيد الكربون/سنة؛

$CO_2\ emissions_{WW\ peat}$ = انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من التربة العضوية المستثمرة في استخلاص الخث (القسم ١- التذييل ٣-٣)، جيغا غرام ثاني أكسيد الكربون/سنة؛

$CO_2\ emissions_{WW\ flood}$ = انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الأراضي المغمورة (القسم ٢- التذييل ٣-٣)، جيغا غرام ثاني أكسيد الكربون/سنة.

وكما يتضح من المعادلة ٢- التذييل ٣-٣، ينطوي تقدير انبعاثات أكسيد النيتروز على نفس العنصرين الأساسيين.

المعادلة ٢- التذييل ٣

انبعاثات أكسيد النيتروز من الأراضي الرطبة التي تظل أراض رطبة

$$N_2O\ emissions_{WW} = N_2O\ emissions_{WW\ peat} + N_2O\ emissions_{WW\ flood}$$

حيث:

$N_2O\ emissions_{WW}$ = انبعاثات أكسيد النيتروز من الأراضي الرطبة التي تظل أراض رطبة، جيغا غرام من أكسيد النيتروز/سنة؛

$N_2O\ emissions_{WW\ peat}$ = انبعاثات أكسيد النيتروز من التربة العضوية المستثمرة في استخلاص الخث (القسم ٢- التذييل ٣-٣) جيغا غرام أكسيد النيتروز/سنة؛

$N_2O\ emissions_{WW\ flood}$ = انبعاثات أكسيد النيتروز من الأراضي المغمورة (القسم ٣- التذييل ٣-٣)، جيغا غرام من أكسيد النيتروز/سنة.

ولا يوجد حاليا إلا منهجية افتراضية للميثان المنبعث من الأراضي الطافحة (المعادلة ٣- التذييل ٣-٣):

المعادلة ٣– التذييل ٣

انبعاثات الميثان من الأراضي الرطبة التي تظل أراض رطبة

$$CH_4\ emissions_{WW} = CH_4\ emissions_{WW\ flood}$$

حيث:

$CH_4\ emissions_{WW}$ = انبعاثات الميثان من الأراضي الرطبة التي تظل أراض رطبة، جيغا غرام ميثان/سنة؛

$CH_4\ emissions_{WW\ flood}$ = انبعاثات الميثان من الأراضي المغمورة (القسم ٣– التذييل ٣–٣)، جيغا غرام ميثان/سنة.

التذييل ٣–٣–٢ التربة العضوية المستثمرة في استخلاص الخث

كما يتضح من الجدول ١– التذييل ٣ والمعادلتين ١– التذييل ٣ و ٢– التذييل ٣، لا نقدم حاليا سوى أساليب تقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وأكسيد النيتروز الناتجة عن التربة العضوية المستثمرة في استخلاص الخث.

الجدول ١– التذييل ٣
ملخص مستويات التربة العضوية المستثمرة في استخلاص الخث

	المستوى ١	المستوى ٢	المستوى ٣
تغير الكتلة الحيوية الحية ($\Delta C_{WW\ peat\ LB}$)	غير مقدرة (أو يفترض أنها تساوى صفرا)	لا يرجح أن تكون مهمة (انظر أدناه)، ولكن قد تقدر إذا توافرت البيانات الخاصة بالبلد باتباع الإرشادات الواردة في القسم ٣–٤–١–١ (المروج الطبيعية، تغير أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية).	لا يرجح أن تكون مهمة (انظر أدناه)، ولكن قد تقدر إذا توافرت بيانات تفصيلية خاصة بالبلد أو أساليب متقدمة، باتباع الإرشادات الواردة في القسم ٣–٤–١–١ (المروج الطبيعية، تغير أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية).
تغير المادة العضوية في التربة ($\Delta\ C_{WW\ peat\ SOM}$)	يمكن تقدير الانبعاثات الناتجة عن استخلاص الخث باستخدام معاملات الانبعاثات الافتراضية والبيانات المتعلقة بالمساحة.	تقدر باستخدام المعاملات التفصيلية الخاصة بالبلد. وقد تقدر الانبعاثات الناتجة عن تجديد الأراضي الخثية والتكديس، إن وجدت البيانات.	قد تقدر إذا توافرت البيانات التفصيلية الخاصة بالبلد أو الأساليب المتقدمة.
أكسيد النيتروز	يمكن تقدير الانبعاثات الناتجة عن استخلاص الخث باستخدام معاملات الانبعاث الافتراضية والبيانات المتعلقة بالمساحة.	تقدر باستخدام المعاملات التفصيلية الخاصة بالبلد. وقد تقدر الانبعاثات الناتجة عن تجديد الأراضي الخثية والتكديس، إن وجدت البيانات.	قد تقدر إذا توافرت البيانات التفصيلية الخاصة بالبلد أو الأساليب المتقدمة.
الميثان	غير مقدرة في الوقت الراهن	تقدر باستخدام المعاملات الخاصة بالبلد. وقد تقدر الانبعاثات الناتجة عن تجديد الأراضي الخثية	قد تقدر إذا توافرت البيانات التفصيلية الخاصة بالبلد أو الأساليب المتقدمة.

التذييل ٣–٢–١ انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من التربة العضوية المستثمرة في استخلاص الخث

ينطوي تقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الأراضي المستثمرة في استخلاص الخث على عنصرين أساسيين كما هو مبين في المعادلة ٤– التذييل ٣–٣.

المعادلة ٤– التذييل ٣

انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في الأراضي المستثمرة في استخلاص الخث

$$CO_2\ emissions_{WW\ peat} = (\Delta C_{WW\ peat_{LB}} + \Delta C_{WW\ peat_{Soils}}) \bullet 10^{-3} \bullet 44/12$$

حيث:

$CO_2\ emissions_{WW\ peat}$ = انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الأراضي المستثمرة في استخلاص الخث، جيغا غرام ثاني أكسيد الكربون/سنة؛

$\Delta C_{WW\ peat_{LB}}$= تغير رصيد الكربون في الكتلة الحيوية الحية، أطنان كربون/سنة؛

$\Delta C_{WW\ peat\ Soils}$ = تغير رصيد الكربون في التربة، أطنان كربون/سنة.

وتحول تغيرات رصيد الكربون إلى انبعاثات ثاني أكسيد الكربون (يتوقع أن تسفر المعادلة ٤– التذييل ٣–٣ عن فقد في الكربون). ويتم الإبلاغ عن الانبعاثات كقيم موجبة والإزالة كقيم سلبية (لمزيد من التفاصيل عن الإبلاغ والقاعدة المتعلقة بالإشارات الاصطلاحية – انظر القسم ٣–١–٧ والمرفق ٢ من الفصل الثالث المعنون "جداول الإبلاغ وصحائف العمل").

التذييل ٣–٣–٢–١–١ تغير أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية

يعد عموما جزء الانبعاثات الناتج عن تغيرات رصيد الكربون في الكتلة الحيوية الحية صغيرا مقارنة بانبعاثات الكربون المقترنة بالمادة العضوية في التربة. ويرجع السبب في ذلك إلى أن الغطاء النباتي يُزال في العادة من التربة العضوية المستثمرة في استخلاص الخث على الرغم من وجود بعض النباتات في حفر الصرف أو على طول الحدود. وعلى الرغم من ذلك قد تزال مقادير كبيرة من النباتات عندما تخضع الأراضي الخثية لأنشطة الإدارة وهو ما نتناوله في القسم ٣–٥ من هذا التقرير. وبالنظر إلى قلة البيانات واحتمال قلة أهمية تغيرات الكتلة الحيوية في الأراضي المستثمرة في استخلاص الخث، لا نقدم هنا أي إرشادات أساسية، ويمكن أن نفترض في إطار المستوى ١ أن تغير أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية في الأراضي الخثية المدارة يساوى صفرا. ومع ذلك، قد تقوم البلدان التي تمثل فيها الأراضي الرطبة فئة رئيسية بوضع بيانات لدعم تقدير الانبعاثات الناتجة عن النباتات باستخدام أساليب المستويات العليا واستنادا إلى الخبرة الوطنية.

التذييل ٣–٢–١–٢ تغير أرصدة كربون التربة

التذييل ٣–٢–١–٢–١ القضايا المنهجية

كما يتضح من المعادلة ٥– التذييل ٣–٣، تنطلق انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من التربة في مراحل متعددة أثناء عملية استخلاص الخث.

المعادلة ٥– التذييل ٣

تغير كربون التربة في الأراضي المستثمرة في استخلاص الخث

$$\Delta C_{WW\ peatSoils} = (\Delta C_{WW\ peatSoils,\ drainage} + \Delta C_{WW\ peatSoils,\ extraction} + \Delta C_{WW\ peatSoils,\ stockpiling} + \Delta C_{WW\ peatSoils,\ restoration})$$

حيث:

$\Delta C_{WW\ peat\ Soils}$ = تغير رصيد كربون التربة، أطنان كربون/سنة؛

$\Delta C_{WW\ peat_{Soils,\ drainage}}$ = تغير كربون التربة أثناء الصرف، أطنان كربون/سنة؛

$\Delta C_{WW\ peat_{Soils,\ extraction}}$ = تغير كربون التربة أثناء استخلاص الخث، أطنان كربون/سنة؛

$\Delta C_{WW\ peat_{Soils,\ stockpiling}}$ = تغير كربون التربة أثناء تكديس الخث قبل نقله للحرق، أطنان كربون/سنة؛

$\Delta C_{WW\ peat_{Soils,\ restoration}}$ = تغير كربون التربة نتيجة ممارسات تجديد الأراضي المزروعة من قبل، أطنان كربون/سنة.

ولا يمكننا حاليا أن نقدم سوى أسلوب افتراضي لتقدير تغيرات رصيد الكربون المقترنة باستخلاص الخث ($\Delta C_{WW_{Soils,\ extraction}}$)، وهي في الأساس انبعاثات ناتجة عن زيادة أكسدة المادة العضوية في التربة في حقول الإنتاج، وتعتبر الانبعاثات الناتجة عن أكوام تكديس الخث وعمليات التجديد غير مفهومة تماما. وقد ينتج ارتفاع درجات الحرارة عن انطلاق مقادير من ثاني أكسيد الكربون من حفر تكديس الخث أكبر مما ينطلق من حقول التنقيب، ولكن البيانات لا تكفى حاليا للاسترشاد بها في هذا الشأن. وقد تقوم البلدان بإعداد أساليب وطنية لتقدير الحدود الأخرى في المعادلة ٥- التذييل ٣ عند استخدام أساليب المستويات العليا، وهو ما يمكن أن يمثل أيضا أثر تجديد الأراضي الخثية والديناميات التي تفضي إلى زيادة انطلاق الانبعاثات مباشرة عقب الصرف مقارنة بمدة نقل الخث.

اختيار الأسلوب

يعتمد أسلوب المستوى ١ على تحديد المساحة الأساسية ومعاملات الانبعاث الافتراضية، وأما أسلوب المستوى ٢ فيستخدم التصنيف إلى مقاييس مكانية أصغر، وتستخدم فيه معاملات الانبعاث الخاصة بالبلد، حيثما وجدت. وبالنظر إلى الحالة العلمية الراهنة، لا تستخدم أساليب المستوى ٣ إلا في قليل من البلدان، ومن ثم فإننا لا نتناول بالوصف سوى العناصر الرئيسية لأسلوب المستوى ٣.

المستوى ١: يقتصر المستوى ١ على تقدير الانبعاثات المرتبطة مباشرة بتغير كربون التربة أثناء استخلاص الخث (انبعاثات تفريغ الغازات من حقول الإنتاج). وتشمل الانبعاثات الناتجة عن احتراق الخث والتي يتم الإبلاغ عنها في قطاع الطاقة الانبعاثات الناتجة عن استخلاص الخث. وفى المستوى ١، يتم تطبيق المعادلة ٦- التذييل ٣ بمستوى إجمالي على مساحة التربة العضوية المستثمرة في استخلاص الخث في البلد باستخدام معاملات الانبعاث الافتراضية.

المعادلة ٦- التذييل ٣٣

انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من التربة العضوية المستثمرة في استخلاص الخث

$$\Delta C_{WW\ peat_{Soils,\ extraction}} = A_{peat\ Nrich} \bullet EF_{peat\ Nrich} + A_{peat\ Npoor} \bullet EF_{peat\ Npoor}$$

حيث:

$\Delta C_{WW\ peat\ Soils,\ extraction}$ = انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من التربة العضوية المستثمرة في استخلاص الخث والتي يعبر عنها ككربون، أطنان كربون/سنة؛

$A_{peat\ Nrich}$= مساحة أراضى التربة العضوية الغنية بالمغذيات والمستثمرة في استخلاص الخث، بما في ذلك المساحات المهملة التي مازالت تخضع لعمليات الصرف، بالهكتار؛

$A_{peat\ Npoor}$= مساحة أراضى التربة العضوية الفقيرة بالمغذيات والمستثمرة في استخلاص الخث، بما في ذلك المساحات المهملة التي مازالت تخضع لعمليات الصرف، بالهكتار؛

$EF_{peat\ Nrich}$ = معاملات انبعاث ثاني أكسيد الكربون من التربة العضوية الغنية بالمغذيات والمستثمرة في استخلاص الخث، أطنان كربون/هكتار/سنة؛

$EF_{peat_{Npoor}}$ = معاملات انبعاث ثاني أكسيد الكربون من التربة العضوية الفقيرة بالمغذيات والمستثمرة في استخلاص الخث، أطنان كربون/ هكتار/سنة.

المستوى ٢: يمكن استخدام أسلوب المستوى ٢ إن توافرت البيانات المتعلقة بالمساحة ومعاملات الانبعاثات الخاصة بالبلد. ويمكن تقسيم بيانات الأنشطة ومعاملات الانبعاثات تبعا لخصوبة التربة ونوع الموقع ومستوى الصرف واستخدام الأراضي السابقة، مثل الأراضي الحرجية أو الأراضي الزراعية. ويمكن أيضا إضافة معاملات الانبعاثات المتعلقة بالفئات الفرعية، مثل أكوام تكديس الخث والأراضي الخثية المصرفة من المياه والمستعادة. وبالإضافة إلى ذلك، قد يكون من الممكن اشتقاق معاملات الانبعاث التي تعبر عن الفروق في مستويات الانبعاثات بين الفترة اللاحقة مباشرة للصرف والفترة التي تجرى فيها عمليات استخلاص الخث.

المستوى ٣: تتطلب أساليب المستوى ٣ إحصائيات عن مساحة أراضي التربة العضوية المستثمرة في استخلاص الخث، تبعا لنوع الموقع وخصوبة التربة والوقت المستغرق منذ الصرف والوقت المستغرق منذ تجديد التربة، ويمكن أن يضاف إلى ذلك معاملات الانبعاثات الملائمة و/أو النماذج القائمة على العمليات. كما يمكن استخدام الدراسات التي تعتمد على المعلومات المتعلقة بتغيرات الكثافة الحجمية للتربة والمحتوى من الكربون وذلك لاكتشاف تغيرات أرصدة كربون التربة بشرط أن تكون عملية المعاينة كافية من حيث الشدة. ويمكن أيضا استخدام تلك البيانات لاشتقاق معاملات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، لتصحيح فواقد الكربون الناتجة عن نض الكربون العضوي المتحلل وفواقد المادة العضوية الميتة من خلال السيلان أو كانبعاثات للميثان.

اختيار معاملات الانبعاث

المستوى ١: يتطلب تنفيذ أسلوب المستوى ١ معاملات الانبعاثات الافتراضية المتعلقة بقيمة EF_{peat}. ويعرض الجدول ٢- التذييل ٣ معاملات الانبعاثات الافتراضية المستخدمة مع أسلوب المستوى ١. وتتماثل تلك المعاملات مع المعاملات الواردة في الجدول ٣-٥-٢ (معاملات الانبعاث، وعدم التيقن المقترن بالتربة العضوية بعد صرف المياه) لتقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن صرف المياه من الأراضي لاستخلاص الخث (تحويل الأراضي المبين في القسم ٣-٥). وعلى الرغم من التسليم بأن الانبعاثات في الفترة اللاحقة مباشرة للصرف تكون أعلى من الانبعاثات أثناء استخلاص الخث، لا تتوافر حاليا أي بيانات كافية لاشتقاق معاملات انبعاث افتراضية محددة لتلك الأنشطة. وكما لاحظنا أعلاه، في إطار المستوى ٢، قد تستطيع البلدان وضع معاملات انبعاث تفصيلية خاصة بها وتفرق بين معدلات الانبعاثات أثناء تحويل الأراضي إلى أراض خثية وانبعاثات تفريغ الغازات الجارية أثناء استخلاص الخث.

الجدول ٢- التذييل ٣
معاملات انبعاث ثاني أكسيد الكربون وما يقترن بها من عدم التيقن في التربة العضوية بعد صرف المياه

الإقليم/نوع الخث	معامل الانبعاث أطنان	عدم التيقن [أ] أطنان	المرجع/التعليق [ب]
الشمالية والمعتدلة			
الفقيرة بالمغذيات EF_{Npoor}	٢	من صفر إلى ٠,٦٣	Laine and Minkkinen, 1996; Alm *et al.*, 1999; Laine *et al.*, 1996; Minkkinen *et al.*, 2002
الغنية بالمغذيات EF_{Nrich}	١,١	٠,٠٣ إلى ٢,٩	Laine *et al.*, 1996; LUSTRA, 2002; Minkkinen *et al.*, 2002; Sundh *et al.*, 2000
المدارية			
معامل الانبعاث	٢	٠,٠٦ إلى ٦	تحسب من الفرق النسبي بين تربة المناطق المعتدلة (الفقيرة بالمغذيات) والمدارية في الجدول ٣-٣-٥.

[أ] نطاق البيانات الأساسية.
[ب] اشتقت قيم المناطق الشمالية والمعتدلة كمتوسط من استعراض قياسات قطع الأراضي المتزاوجة، على افتراض قلة صرف المياه من التربة العضوية المحولة إلى استخلاص الخث. واستمدت معظم البيانات من أوروبا.

ويغلب وجود المستنقعات الفقيرة بالمغذيات في المناطق الشمالية، بينما تكثر الأراضي السبخة والموحلة الغنية بالمغذيات في المناطق المعتدلة. وينبغي استخدام معامل الانبعاث المتعلق بالأراضي الخثية الفقيرة بالمغذيات في البلدان الشمالية التي لا تتوفر لديها معلومات عن مساحات الأراضي الخثية الغنية والفقيرة بالمغذيات. وأما بلدان المناطق المعتدلة التي لا تتوافر لديها تلك البيانات فينبغي أن تستخدم معامل الانبعاث الخاص بالأراضي الخثية الغنية بالمغذيات. ولا نقدم سوى معامل افتراضي واحد فيما يتعلق بالمناطق المدارية، ولذلك لا يلزم تصنيف مساحات الأراضي الخثية بحسب خصوبة التربة في البلدان المدارية التي تستخدم أسلوب المستوى ١. وتنشأ قيم عدم التيقن من التوزيع الطبيعي اللوغاريتمي، وهي تمثل فترة ثقة نسبتها ٩٥ في المائة.

المستويان ٢ و ٣: يتطلب المستويان ٢ و ٣ بيانات خاصة بالبلد تراعى فيها ممارسات الإدارة، مثل صرف المياه من مختلف أنواع الخث. وتقل الأبحاث وتعتبر النتائج متضاربة في بعض الأحيان. ويتم تشجيع البلدان على اشتقاق معاملات انبعاث خاصة بالبلد من خلال إجراء القياسات في المواقع المرجعية البكر. وينبغي تقاسم البيانات بين البلدان المتشابهة من حيث الظروف البيئية.

اختيار بيانات الأنشطة

المستوى ١: بيانات الأنشطة المطلوبة لكل المستويات هي مساحة أراضى التربة العضوية المستثمرة في استخلاص الخث. ومن المثالي في إطار أسلوب المستوى ١ أن تحصل البلدان على البيانات الوطنية المتعلقة بمساحة الأراضي المستخدمة في استخلاص الخث. وفى المناطق الشمالية والمعتدلة، يلزم تصنيف البيانات المتعلقة بتلك المساحات بحسب خصوبة التربة حتى تقابل معاملات الانبعاث الافتراضية الواردة في الجدول ٢- التذييل ٣-٣. وتشمل المصادر الممكنة لتلك البيانات الإحصائيات الوطنية وشركات تعدين الخث والوزارات الحكومية المسؤولة عن استخدامات الأراضي. ويمكن أيضا تقدير مساحة الأراضي المستثمرة في استخلاص الخث، وذلك باستخدام الإحصائيات المتعلقة بإنتاج الخث للوقود والبستنة إذا كان المتوسط الوطني لمعدل الاستخلاص معلوما. وإذا لم يتيسر معرفة هذا المعدل، يمكن أن نفترض أن معدل الاستخلاص هو ٠,٠٤ مليون متر مكعب/كيلو متر مربع أو ٠,٠١٦ مليون طن/كيلو متر مربع تقريبا.

وإذا تعذر استخدام أي من هذه النُهج، يمكن الحصول على البيانات الافتراضية المتعلقة بمساحات الخث من التقديرات الواردة في الدراسات. ويتضمن الجدول ١ في Andriesse (١٩٨٨) بيانات عن مساحات التربة العضوية في البلدان الأخرى وتقديراً لنسبة الأراضي الخثية المدارية في مقابل المعتدلة والشمالية. ويعرض الجدول ٣-التذييل ٣ تقديرات تقريبية لصرف المياه من الأراضي الرطبة على النطاق القاري. ولا تنطبق هذه البيانات بالضرورة على التربة العضوية كما أنها لا تميز بين أنواع المواقع. على أنه يمكن اعتبار تلك البيانات تقديراً أوليا لاستخدامات الأراضي الخثية، إن لم توجد بيانات أكثر تفصيلا. ويمكن الحصول على مزيد من البيانات عن مساحات الأراضي الخثية من المصادر التالية:

Andriesse (1988), Lappalainen (1996), OECD/IUCN (1996), Tarnocai, *et al.*. (2000), Umeda and Inoue (1996) .

وتشمل مصادر البيانات الأخرى:

http://www.worldenergy.org/wec-geis/publications/reports/ser/peat/peat.asp and http://www.wetlands.org

المستويان ٢ و٣: ينبغي على البلدان أن تقدر مجموع مساحة التربة العضوية المستثمرة في استخلاص الخث، بما في ذلك المساحات المهملة التي مازالت تُنفذ فيها عمليات الصرف أو التي مازالت تخضع لتأثيرات استخلاص الخث السابقة، على أن تصنف وفقا لمتطلبات عملية الحساب أو نهج النمذجة المطبق في إطار المستوى المستخدم. وتشجَّع البلدان، إن أمكن، على جمع البيانات المتعلقة بمساحة الأراضي السبخة في مقابل المستنقعات ومستوى الصرف، وذلك للمساعدة على استخدام معاملات انبعاث افتراضية أكثر تفصيلا أو معاملات خاصة بكل بلد. وفى حالة استمرار عملية تجديد التربة، تشجَّع البلدان على تقديم بلاغات منفصلة عن مساحات التربة العضوية المتجددة التي كانت تدار من قبل لاستخلاص الخث، وعلى تقدير الانبعاثات الناتجة عن الأراضي المستخدمة لاستخلاص الخث.

الجدول ٣- التذييل ٣
تقديرات مساحات واستخدامات الأراضي الخثية في إطار المستوى ١، بآلاف الهكتارات

البلد أو المنطقة	مجموع مساحة الأراضي الخثية (غير المدارة +المدارة) (آلاف الهكتارات)	الزراعة (الأراضي الزراعية + المروج الطبيعية) المصرفة من المياه (آلاف الهكتارات)	الأحراج المدارة، المصرفة من المياه (آلاف الهكتارات)	استخلاص الخث (الأراضي الخثية الصناعية) (آلاف الهكتارات) [1]	% في المناطق المدارية [1]	المرجع
أوروبا	٩٥٦٩٥	(٥٦-٦٥% من الأراضي الرطبة المصرفة من المياه لأغراض الزراعة والحراجة)			صفر	١، ٩
بيلاروس	٢٩٣٩	٩٠٠	(صغيرة)	١٠٩	صفر	١، ٢
الدنمارك	١٤٢	١٤٠	(صغيرة)	١,٢	صفر	١، ٢
إستونيا	١٠٠٩	١٣٠	320	٢٥٨	صفر	١، ٢
فنلندا	٨٩٢٠	٣٥٠	3540	٥٣	صفر	١، ٢، ٣

فرنسا	١٠٠	٥٥	(صغيرة)	(صغيرة)	صفر	١، ٢
ألمانيا	١٤٢٠	٢١٠	(صغيرة)	٣٢	صفر	١، ٢
بريطانيا	١٧٥٤	٥٠٠	٥٠٠	٥,٤	صفر	١، ٢
المجر	١٠٠	٨٠	صفر	٠,٢	صفر	١، ٢
أيسلندا	١٠٠٠	١٢٠	(صغيرة)		صفر	١، ٢
أيرلندا	١١٧٦	٩٠	٤٥	٨٢	صفر	١، ٢
إيطاليا	١٢٠	٣٠		(صغيرة)	صفر	١، ٢
لاتفيا	٦٦٩	١٦٠	٥٠	٢٧	صفر	١، ٢
ليتوانيا	٣٥٢	٢٥	١٩٠	٣٦	صفر	١، ٢
هولندا	٢٧٩	250	(صغيرة)	٣,٦	صفر	١، ٢
النرويج	٢٣٧٠	١٩٠	٢٨٠	٢,٥	صفر	١، ٢
(تابع) الجدول ٣- التذييل ٣ تقديرات مساحات واستخدامات الأراضي الخثية في إطار المستوى ١ بآلاف الهكتارات						
بولندة	١٢٥٥	٧٦٠	٣٧٠	٢,٥	صفر	١، ٢
سلوفينيا	١٠٠	٣٠	صفر	(صغيرة)	صفر	١، ٢
السويد	١٠٣٧٩	٣٠٠	٥٢٤	١٢	صفر	١، ٢
أوكرانيا	١٠٠٨			١٩	صفر	١، ٢
آسيا	**٢٤٤٤٦**	**(٢٧% من ا لأراضي الرطبة المصرفة من المياه لأغراض الزراعة والحراجة، متزايدة)**				**٤(ب)، ٩**
بورما	٩٥٦				١٠٠	٤
الصين	٣٤٨٠-١٠٤٤	١٣٥		١٠٤	٣٠	٤(ب)، ٥
إندونيسا	٢٧٠٠٠-١٧٠٠٠	٤٠٠		٣,٦ (الوقود فقط)	١٠٠	٤
العراق	١٧٩٠				١٠٠	٤
اليابان	٢٠١				صفر	٤(ب)، ٦
ماليزيا	٢٧٣٠-٢٢٥٠	٥٠٠			١٠٠	٤(ب)
بابوا غينيا	٦٨٥				١٠٠	٤(ب)
الفلبين	٢٤٠-١٠٤				١٠٠	٤(ب)
روسيا	٧٦٠٠٠-٣٩٠٠٠	٧٠٠	٢٥٠٠	٩١٢٠	صفر	1, 2
كوريا الجنوبية	٦٣٠				صفر	٤(ب)
نيوزيلندا	١٦٥				٣٠	٨
		(٢% من الأراضي الرطبة المصرفة من المياه لأغراض الزراعة والحراجة)				
غينيا	٥٢٥				١٠٠	٤(أ)
نيجيريا	٧٠٠				١٠٠	٤(أ)
جنوب أفريقيا	٩٥٠				١٠٠	٤(أ)
أوغندا	١٤٢٠				١٠٠	٤(أ)
زامبيا	١١٠٦				١٠٠	٤(أ)
أمريكا الشمالية	**١٧٣٥٠٠**	**(٥٦-٦٥% من الأراضي الرطبة المصرفة من المياه لأغراض الزراعة والحراجة)**				**٤(ج)، ٩**
كندا [ج]	١١١٣٢٨	٢٥	١٠٠	١٦	صفر	٧
الولايات المتحدة الأمريكية	٤٩٤٠٠ ١٠٢٤٠				صفر ٢,٥	٨
أمريكا الوسطى والجنوبية	**١١٢٢٢**	**(٦% من الأراضي الرطبة المصرفة من المياه لأغراض الزراعة والحراجة)**				**٤(ج)، ٩**
البرازيل	٣٥٠٠-١٥٠٠				١٠٠	٤(ج)
شيلي	١٠٤٧				١٠	٤(ج)
كوبا	٦٥٨				١٠٠	٤(ج)

غيانا	٨١٤				١٠٠	٤(ج)
هندوراس	٤٥٣				١٠٠	٤(ج)
المكسيك	١٠٠٠				١٠٠	٤(ج)
نيكاراغوا	٣٧١				١٠٠	٤(ج)
فنزويلا	١٠٠٠				١٠٠	٤(ج)

المراجع:
1 Lappalainen (1996), 2 European wetlands inventory review, draft national reports (http://www.wetlands.org), 3 national inventory, 4a-c Lappalainen and Zurek (1996), 5 Xuehui and Yan (1996), 6 Umeda and Inoue (1996), 7 Tarnocai, *et al.* (2000), 8 Andriesse (1988), 9 OECD/IUCN (1996)

(أ) استخلاص الخث للوقود: http://www.worldenergy.org/wec-geis/publications/reports/ser/peat/peat.asp

(ب) Andriesse (١٩٨٨)؛ التعريف الذي يستخدمه Andriesse (١٩٨٨) أوسع من التعريف الذي يشيع استخدامه فيما يتعلق بمساحة الأراضي الواقعة بين مدار السرطان (٢٥ درجة شمالا) ومدار الجدي (٢٥ درجة جنوبا). وباستخدام ذلك التعريف، لا تصنف مثلا أراضي نيوزيلندا والعراق ضمن المناطق المدارية.

(ج) تشير التقديرات إلى أن مجموع المساحة المتأثرة بإنشاء خزان الطاقة الكهرمائية يزيد على ٩٠٠٠ كيلومتر مربع.

التذييل ٣-٢-١-٢-٢ تقدير عدم التيقن

المستوى ١: تتمثل أوجه عدم التيقن الرئيسية المقترنة بالمستوى ١ في معاملات الانبعاثات الافتراضية وتقديرات المساحة. وقد اشتقت معاملات الانبعاث والبارامترات من بضع نقاط من نقاط البيانات (أقل من ١٠)، وهي قد لا تمثل المساحات الكبيرة أو المناطق المناخية. ويزيد الانحراف المعياري لمعاملات الانبعاث بسهولة على ١٠٠ في المائة من المتوسط، ولكن يرجح أن تكون دوال الاحتمالات الأساسية غير طبيعية. ويتم تشجيع البلدان على استخدام النطاق بدلا من الانحراف المعياري.

وقد يقترن بمساحة الأراضي الخثية المصرفة من المياه نسبة عدم تيقن تبلغ ٥٠ في المائة في أوروبا وأمريكا الشمالية ولكنها قد تزيد بمقدار الضعفين في بقية أنحاء العالم. ويبلغ عدم التيقن مستويات عالية للغاية في جنوب شرق آسيا، حيث تخضع الأراضي الخثية لضغط شديد خاصة بسبب العمران وتكثيف الزراعة والحراجة وربما أيضا بسبب استخلاص الخث.

المستوى ٢: يتم التشجيع على تقدير مجموع عدم التيقن في البلدان التي لديها مساحات كبيرة من التربة العضوية المستثمرة في استخلاص الخث والتي تستخدم أسلوب المستوى ٢ (انظر الفصل الخامس، القسم ٥-٢، "تحديد وقياس أوجه عدم التيقن" في هذا التقرير) وذلك فيما يتعلق بكل العوامل المهمة التي تؤثر على الانبعاثات (الصرف/إعادة الترطيب، والمساحة، والبارامترات الخاصة بكل بلد).

المستوى ٣: توفر النماذج القائمة على العمليات أساساً لإجراء تقديرات أكثر واقعية، ولكن يلزم معايرتها والتثبت منها في مقابل القياسات. وترد في الفصل الخامس من هذا التقرير (القسم ٥-٢، تحديد وقياس أوجه عدم التيقن) إرشادات عامة بشأن تقدير عدم التيقن المقترن بالأساليب المتقدمة. وبالنظر إلى أن صرف المياه من الأراضي الخثية يفضي إلى اندماج الخث وأكسدته، فإن نهج تغير الأرصدة لرصد تدفقات ثاني أكسيد الكربون قد لا يكون دقيقا. وفي حالة استخدامه، ينبغي معايرته بقياسات التدفق الملائمة.

التذييل ٣-٢-٢ انبعاثات أكسيد النيتروز من الأراضي الخثية المصرفة من المياه

التذييل ٣-٢-٢-١ القضايا المنهجية

تبين المعادلة الواردة أدناه أسلوب تقدير انبعاثات أكسيد النيتروز من الأراضي الخثية المصرفة من المياه.

المعادلة ٧- التذييل ٣

انبعاثات أكسيد النيتروز من الأراضي الرطبة المصرفة من المياه

$$\text{Direct } N_2O \text{ emissions}_{WW\ peat} = (A_{peat_{Nrich}} \bullet EF_{peat\ Nrich} + A_{peat\ Npoor} \bullet EF_{peat\ Npoor}) \bullet 44/28 \bullet 10^{-6}:$$

حيث:

$\text{Direct } N_2O \text{ emissions}_{WW\ peat}$ = انبعاثات أكسيد النيتروز، جيغا غرام من أكسيد النيتروز/سنة؛

$A_{peat_{Nrich}}$= مساحة التربة العضوية المصرفة من المياه الغنية بالمغذيات، بالهكتار؛

$A_{peat\ Npoor}$= مساحة التربة العضوية المصرفة من المياه الفقيرة بالمغذيات، بالهكتار؛

$EF_{peat\ Nrich}$= معامل الانبعاث في التربة العضوية في الأراضي الرطبة المصرفة من المياه الغنية بالمغذيات، كيلو غرام من N2O-N/هكتار/ سنة؛

$EF_{peat\ Npoor}$ = معامل الانبعاث في التربة العضوية المصرفة من المياه الفقيرة بالمغذيات، كيلو غرام من N2O-N /هكتار/سنة.

اختيار الأسلوب

المستوى ١: يشبه أسلوب المستوى ١ المستخدم في تقدير انبعاثات أكسيد النيتروز من الأراضي الرطبة المصرفة من المياه الأسلوب المبين في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* لتقدير الانبعاثات من التربة الزراعية المصرفة من المياه، والتربة الحرجية المصرفة من المياه (التذييل ٣-٢، انبعاثات الغازات من غير ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن صرف المياه وإعادة ترطيب تربة الأراضي الحرجية: أساس التطوير المنهجي في المستقبل) وهو ما توضحه المعادلة ٧- التذييل ٣. وتُضرب مساحة الأراضي المصرفة من المياه (المصنفة حسب الاقتضاء) في معامل الانبعاث الذي يقابلها. ومثلما في حالة الأراضي الحرجية المصرفة من المياه، في إطار أسلوب المستوى ١، نقدم معاملات الانبعاث الافتراضية المرتبطة بالتربة الغنية والفقيرة بالمغذيات في الأراضي المعتدلة والشمالية. وبالنظر إلى عدم وجود سوى معامل انبعاث واحد للمناطق المدارية، يلزم إجراء تصنيف بحسب خصوبة التربة في هذه الحالة.

المستوى ٢: في المستوى ٢، تصنف مساحة الأراضي بحسب المعاملات الإضافية، مثل الخصوبة، ونوع الموقع، ومستوى صرف المياه، وتستخدم معاملات الانبعاث التفصيلية الخاصة بكل بلد.

المستوى ٣: توفر النماذج القائمة على العمليات أساسا لإجراء تقديرات أدق، ولكن يلزم معايرتها والتثبت منها استناداً إلى القياسات. ويلزم إجراء قياسات تمثيلية كافية لأغراض التثبت. ويتضمن القسم ٥-٢ (تحديد وقياس أوجه عدم التيقن) إرشادات عامة بشأن تقدير عدم التيقن المقترن بالأساليب المتقدمة.

اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة

المستوى ١: يعرض الجدول ٤- التذييل ٣ معاملات الانبعاث المرتبطة بأسلوب المستوى ١.

الجدول ٤- التذييل ٣
المعاملات الافتراضية لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الأراضي الرطبة

المنطقة المناخية ونوع التربة	معامل الانبعاث $EF_{2\ peat}$	نطاق عدم التيقن * كيلو غرام من N_2O-N /هكتار/سنة	المرجع/التعليقات
المناخ الشمالي والمعتدل			
التربة العضوية الفقيرة بالمغذيات	١,٠	من صفر إلى ٠,٣	Alm et *al*., 1999; Laine *et al.,* 1996; Martikainen *et al.,* 1995; Minkkinen *et al*., 2002; Regina *et al.,* 1996
التربة العضوية الغنية بالمغذيات	١,٨	٠,٢ إلى ٢,٥	
المناخ المدارى	١٨	من ٢ إلى ٢٥	تحسب قيمة المساحات المدارية من الفرق النسبي بين المناطق المعتدلة والمدارية في الفصل الرابع من *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي ودليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠*. واستخدم نفس النهج

			في الجدول ٣-٢-٢، وتتشابه أيضا رتب الحجم.
* تنشأ قيم عدم التيقن من توزيع طبيعي لوغاريتمي وهي تمثل فترة ثقة بنسبة ٩٥ في المائة.			

المستوى ٢: يشمل المستوى ٢ البيانات الخاصة بكل بلد، إن وجدت، خاصة البيانات التي تمثل ممارسات الإدارة، مثل صرف المساه من مختلف أنواع الخث. وبالنظر إلى قلة الدراسات وتضارب النتائج في بعض الأحيان، يتم تشجيع البلدان على اشتقاق معاملات الانبعاثات الخاصة بها من خلال إجراء قياسات في مقابل المواقع المرجعية البكر الملائمة. ويتضمن الإطار ٤-١ من *دليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠* (الصفحة ٤-٦٢) إرشادات محددة بشأن كيفية اشتقاق المعاملات الخاصة بالبلد لانبعاثات أكسيد النيتروز.

المستوى ٣: يضم أسلوب المستوى ٣ النماذج التي ينبغي التثبت منها في مقابل القياسات. وينبغي إثبات مدى ملاءمة الظروف الخاصة بالبلد.

اختيار بيانات الأنشطة

ينبغي استخدام نفس بيانات الأنشطة لتقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وأكسيد النيتروز من التربة العضوية المستثمرة في استخلاص الخث، ويتضمن القسم ٣-٣-١ أعلاه معلومات عن الحصول على تلك البيانات. وفيما يتعلق بالبلدان الواقعة في المناطق الشمالية والمعتدلة التي تستخدم أسلوب المستوى ١، ينبغي تصنيف بيانات المساحة بحسب خصوبة التربة، بالنظر إلى وجود قيم افتراضية للتربة الغنية والفقيرة بالمغذيات. وينبغي الحصول على البيانات الوطنية من الدوائر المعنية بالتربة ومن مسوح الأراضي الرطبة، مثل الاتفاقيات الدولية. وإذا تعذر تصنيف خصوبة الخث، قد تعتمد البلدان على أحكام الخبراء. ومن شأن المناخ الشمالي أن يعزز من المستنقعات الناتئة الفقيرة بالمغذيات، بينما ينزع المناخ المعتدل والبحري إلى تعزيز تكون الأراضي الخثية الأغنى بالمغذيات.

وقد يكون من الممكن إجراء مزيد من التصنيف في إطار المستوى ٢. ومثال ذلك، أنه يمكن التمييز أيضا بين هذه الأراضي بحسب ممارسات الإدارة، مثل صرف المياه من مختلف أنواع الخث، والخصوبة (مثل المستنقعات في مقابل الأراضي السبخة، وحالة النيتروجين)، ونوع الأشجار. ويوفر القسم ٢ إرشادات بشأن النهج المتاحة لتصنيف مساحة الأراضي. وقد يتطلب المستوى ٣ معلومات إضافية، ربما مسندة جغرافيا، عن خصائص التربة وظروف الإدارة والمناخ، تبعاً لمدخلات النماذج وغيرها من المنهجيات المتقدمة.

التذييل ٣-٢-٢-٢ تقدير عدم التيقن

المستوى ١: تستند معاملات الانبعاث الافتراضية المستخدمة مع أسلوب المستوى ١ إلى أقل من ٢٠ مجموعة من مجموعات البيانات المتقارنة المستمدة من عدد محدود من الدراسات التي تركز جغرافيا على أوروبا. ولذلك، ينبغي النظر إلى تلك البيانات باعتبارها تتسم بدرجة عالية من عدم التيقن. ويزيد الانحراف المعياري لمعاملات الانبعاث بسهولة على ١٠٠ في المائة من المتوسط، ولكن يُرجح أن تكون دوال الاحتمالات الأساسية غير طبيعية. ولذلك فإننا نقدم أدناه الانحراف المعياري للمتوسط ونطاق البيانات الأساسية. وبالنظر إلى الطابع الأوّلي الذي تتسم به البيانات الأساسية، تُشجع البلدان على استخدام النطاق بدلا من الانحراف المعياري. ويعرض الجدول ٤- التذييل ٣ أوجه عدم التيقن المقترنة بمعاملات الانبعاث الافتراضية $EF2_{WW}$ في المستوى ١.

ويُفضَّل إجراء تقدير خاص بالبلد لعدم التيقن المقترن بمساحة الأراضي الخثية وتقسيمها إلى أنواع خثية فقيرة بالمغذيات (المطرية التغذية، والمستنقعات) والغنية بالمغذيات (المعدنية التغذية، والأراضي السبخة). وتتفاوت التقديرات الحالية لمساحات الأراضي الخثية الحرجية المصرفة من المياه والمعاد ترطيبها في البلد تفاوتاً كبيرا بين مختلف مصادر البيانات، وقد يقترن بها نسبة من عدم التيقن تبلغ ٥٠ في المائة أو أكثر.

المستوى ٢: في الحالات التي تستخدم فيها معاملات الانبعاث الخاصة بالبلد، ينبغي حساب عدم التيقن كجزء من عملية اشتقاق المعاملات. ويبين الإطار ٤-١ المعنون "*الممارسة السليمة* في اشتقاق معاملات الانبعاث الخاصة بالبلد" من *دليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠* إرشادات بشأن اشتقاق معاملات الانبعاث الخاصة بالبلد.

ويلزم إجراء تقدير خاص بالبلد لأوجه عدم التيقن المقترنة بمساحة الأراضي الخثية وتقسيمها بين الأنواع الخثية الفقيرة بالمغذيات والغنية بالمغذيات، وهو ما يمكن إجراؤه عن طريق مقارنة مختلف مصادر البيانات واستخدام مختلف الإحصائيات المتعلقة بمساحة الأراضي، وذلك مثلا في تحليل الحساسية أو تحليل مونت كارلو (القسم ٥-٢، تحديد وقياس أوجه عدم التيقن).

المستوى ٣: ويمكن أن توفر النماذج القائمة على العمليات تقديرا أدق للانبعاثات، ولكن ينبغي معايرتها والتثبت منها من خلال القياسات. وينبغي إجراء قياسات تتسم بدرجة كافية من الشمول التمثيلي لأغراض التثبت. ويتضمن القسم ٥-٢ المعنون "تحديد وقياس أوجه عدم التيقن" إرشادات عامة بشأن تقدير عدم التيقن.

التذييل ٣-٢-٣ التمام

ينبغي أن يشمل الجرد الكامل تقديرا للانبعاثات الناتجة عن كل الأراضي الخثية الصناعية، بما في ذلك مساحات تعدين الخث المهملة التي مازال صرف المساه منها في طور النشاط، والمساحات المصرفة من المياه لاستخلاص الخث في المستقبل.

التذييل ٣-٢-٤ وضع متسلسلة زمنية متسقة

يمكن الحصول على إرشادات عامة بشأن اتساق المتسلسلات الزمنية في القسم ٥-٦ (اتساق المتسلسلة الزمنية وإعادة الحساب). وينبغي استخدام نفس أسلوب تقدير انبعاثات في كل سنة من سنوات المتسلسلة الزمنية وبنفس مستوى التفصيل. وبالإضافة إلى ذلك، عندما تستخدم البيانات الخاصة بالبلد، ينبغي على وكالة الجرد الوطنية أن تستخدم نفس قواعد القياسات (استراتيجية جميع العينات، والأسلوب، وما إلى ذلك). وإذا تعذر استخدام نفس الأسلوب أو قواعد القياس طيلة المتسلسلة الزمنية، ينبغي اتباع الإرشادات المتعلقة بإعادة الحساب الواردة في الفصل الخامس. وقد يتعين استكمال مساحة التربة العضوية المستثمرة في استخلاص الخث في المتسلسلات الزمنية أو الاتجاهات الطويلة. وينبغي إجراء اختبارات للتحقق من الاتساق (عن طريق الاتصال بشركات تعدين الخث)، لجمع معلومات زمنية عن المساحات المتأثرة بعمليات استخلاص الخث السابقة أو المقبلة، وينبغي شرح الفروق في الانبعاثات بين سنوات الجرد، وذلك مثلا عن طريق توضيح التغيرات في مساحات الأراضي الخثية الصناعية أو باستخدام معاملات الانبعاث المحدثة. وينبغي شرح الفروق في الانبعاثات بين سنوات الجرد، وذلك مثلا بتوضيح التغيرات في مساحات الأراضي الخثية أو عن طريق استخدام معاملات الانبعاث المحدثة.

التذييل ٣-٢-٥ الإبلاغ والتوثيق

من الملائم توثيق وأرشفة كل المعلومات المطلوبة لإعداد قوائم جرد الانبعاثات/الانبعاثات الوطنية، كما هو مبين في الفصل الخامس من هذا التقرير، رهناً بالاعتبارات المحددة التالية. ولا تتضمن *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي* أي إشارة صريحة للانبعاثات الناتجة عن الأراضي المستثمرة في استخلاص الخث، ولكن هذه الانبعاثات تقابل إجمالا الفئة ٥-هاء "الأخرى" المحددة من الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ.

معاملات الانبعاث: بالنظر إلى قلة البيانات، ينبغي إجراء توصيف كامل للأساس العلمي الذي يستند إليه اشتقاق وتوثيق معاملات الانبعاث والبارامترات والنماذج الجديدة الخاصة بالبلد. ويشمل ذلك تحديد البارامترات المدخلة ووصف العملية التي يتم بها اشتقاق معاملات الانبعاث والبارامترات والنماذج، فضلا عن وصف مصادر عدم التيقن.

بيانات الأنشطة: ينبغي تسجيل مصادر كل بيانات الأنشطة المستخدمة في الحساب (مصادر البيانات وقواعد البيانات ومراجع خرائط التربة) بالإضافة إلى الاتصال بالشركات المعنية المتصلة باستخلاص الخث (رهناً باعتبارات السرية). وينبغي أن تغطي هذه الوثائق تواتر جمع وتقدير البيانات، وتقديرات الدقة والضبط، وسبب حدوث تغيير كبير في مستويات الانبعاثات.

نتائج الانبعاثات: ينبغي شرح التقلبات المهمة في الانبعاثات بين السنوات. وينبغي التمييز بين تغيرات مستويات الأنشطة وتغيرات معاملات الانبعاث، والبارامترات، والأساليب، من سنة إلى أخرى، كما ينبغي توثيق أسباب تلك التغيرات. وفى حالة استخدام معاملات انبعاث وبارامترات وأساليب مختلفة في مختلف السنوات، ينبغي شرح وتوثيق أسباب ذلك.

التذييل ٣-٢-٦ ضمان ومراقبة الجرد

ينبغي إجراء اختبارات لضمان ومراقبة جودة الجرد، كما هو مبين في الفصل الخامس (القسم ٥-٥) من هذا التقرير. كما قد يلزم إجراء اختبارات إضافية لمراقبة الجودة، كما هو مبين في إجراءات المستوى ٢ الواردة في الفصل الثامن المعنون "ضمان ومراقبة الجودة" في *دليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠* ، وإجراءات ضمان الجودة عند الاقتضاء، خاصة عند استخدام أساليب المستويات العليا لقياس الانبعاثات الناتجة عن تلك الفئة؛ وينبغي، عندما تستخدم معاملات الانبعاث الخاصة بالبلد، الاستناد إلى البيانات التجريبية العالية الجودة المشتقة باستخدام برامج القياس الدقيقة، وينبغي توثيقها بصورة كافية.

ومن غير الممكن في الوقت الراهن مقارنة تقديرات الانبعاثات الناتجة عن التربة العضوية المستثمرة في استخلاص الخث مع أساليب القياس الأخرى. على أنه ينبغي على وكالة الجرد أن تكفل مراقبة جودة تقديرات الانبعاثات عن طريق ما يلي:

- مقارنة معاملات الانبعاث الخاصة بالبلد المبلغ عنها مع القيم الافتراضية والبيانات المستمدة من البلدان الأخرى؛
- التحقق من معقولية التقديرات عن طريق مقارنة مساحات التربة العضوية المستثمرة في استخلاص الخث مع البيانات المتعلقة بصناعات الخث وإنتاجه.

التذييل ٣-٣ الأراضي المغمورة التي تظل أراض مغمورة

تعرف الأراضي المغمورة بأنها مسطحات مائية تنظمها أنشطة بشرية لإنتاج الطاقة والري والملاحة والاستجمام وما إلى ذلك، وفى الحالات التي تطرأ فيها تغيرات كبيرة على مساحة المياه بسبب تنظيم مستوى المياه. ولا تدخل في عداد الأراضي المغمورة البحيرات والأنهار المنظمة في الحالات التي يكون فيها النظام الإيكولوجي السابق للغمر بحيرة أو نهرا طبيعيا. ويتم تناول مزارع الأرز في الفصل المتعلق بالزراعة في *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي ودليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠* .

ولا يوجد سوى القليل من الأدلة الإحصائية التي تشير إلى تغير انبعاثات غازات الدفيئة الناتجة عن الأراضي المغمورة على مر الزمن (Duchemin *et al.*, 1999; Duchemin, 2000; Duchemin *et al.*, 2000 and 2002a; Keller and Stallard, 1994)، على الرغم من أن الدراسات التي أجريت مؤخرا تشير إلى أن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في السنوات العشر الأولى بعد الغمر تنتج عن تحلل المادة العضوية في الأراضي قبل غمرها بالمياه، بينما تنشأ انبعاثات ثاني أكسيد الكربون اللاحقة عن المواد المنتقلة إلى المساحة المغمورة (S. Houel, 2002; Hélie, 2003). وإذا كان ذلك صحيحا، فإن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن الغمر وحده تقتصر على عشر سنوات تقريبا.

ويتضمن هذا القسم معلومات أولية عن كيفية تقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز الناتجة عن الأراضي المغمورة. وتستمد هذه المعلومات من الدراسات المتاحة، وهي معلومات قد تكون مفيدة للبلدان التي ترغب في البدء في تقدير الانبعاثات الناتجة عن هذا المصدر. وبسبب الارتباط الوثيق بين انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز والمنهجيات المستخدمة، نتناول في هذا القسم كل أنواع الغازات الثلاثة، مع عدم التمييز بين انبعاثات الغازات الناتجة عن الأراضي المغمورة على أساس عمر الخزان. ويتناول القسم ٣-٥-٢-٢ الانبعاثات الناتجة عن تغيرات الكتلة الحيوية الحية الظاهرة الناتجة عن تحويل الأراضي المغمورة.

التذييل ٣-٣-١ القضايا المنهجية

قد تحدث انبعاثات غازات الدفيئة الناتجة عن الأراضي المغمورة من خلال المسارات التالية بعد حدوث الغمر:

- الانتشار الجزيئي لثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز عبر الطبقة التي بين الهواء والماء (الانبعاثات الانتشارية)؛

- فقاعات الميثان الناتجة عن الترسب من خلال ارتفاع المياه (الانبعاثات الفقاعية)؛
- الانبعاثات الناتجة عن مرور الماء في توربين و/أو في ممر التصريف من اضطرابات التدفق (انبعاثات تفريغ الغازات)؛
- الانبعاثات الناتجة عن تحلل الكتلة الحيوية فوق سطح الماء [١].

ويقدر المساران الأولان – وهما الانبعاثات الانتشارية والانبعاثات الفقاعية – في أسلوب المستوى ١. وفيما يتعلق بالخزانات الكهرمائية، يمكن، إن وجدت البيانات، أن يشمل المستوى ٢ انبعاثات تفريغ الغازات التي تنجم عن زيادة ثاني أكسيد الكربون والميثان المذاب في الماء بسبب الفيضان وانطلاقها إلى الغلاف الجوى عندما يمر الماء خلال التوربين أو في ممر التصريف (Galy-Lacaux and al., 1997). وفى المناطق المدارية، يمكن أن تمثل الانبعاثات الناتجة عن تحلل الكتلة الحيوية فوق سطح الماء مسارا مهما (Fearnside, 2002)، ويمكن تقدير الانبعاثات ذات الصلة باستخدام المستوى ٣. وتتأثر انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والميثان المنطلقة من الخزانات بالموسم الذي تنطلق فيه. ففي المناطق الشمالية والمعتدلة يتراكم ثاني أكسيد الكربون والميثان تحت الجليد وينطلق عندما يذوب هذا الجليد (Duchemin, 2000).

اختيار الأسلوب

تبين المناقشة التالية كيفية تقدير الانبعاثات المنطلقة من الخزانات في إطار مختلف المستويات، مع زيادة مستوى الدقة المرتبطة بأساليب المستويات العليا. وفى سياق مناقشة مستويات معينة، فإننا نغطي قضايا محددة مرتبطة بتقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز.

المستوى ١:

يوفر أسلوب المستوى ١ نهجاً مبسطا لتقدير انبعاثات غازات الدفيئة المنطلقة من الخزانات، وذلك باستخدام بيانات الانبعاثات الافتراضية والبيانات المتعلقة بالمساحة المجملة بدرجة كبيرة. وما لم ترد إشارة إلى غير ذلك، فإن المساحة المستخدمة في حسابات المستوى ١ هي مجموع مساحة السطح المغمور بالمياه وتشمل أي مساحات مغطاة بالمياه قبل الغمر حيث لا تتوافر عموما بيانات المساحة مخصوما منها المساحات المغمورة من قبل.

انبعاثات ثاني أكسيد الكربون

يفترض الأسلوب الوارد في القسم ٣-٥-٢-٢ والمستخدم في تقدير تغير رصيد الكربون في الكتلة الحيوية الحية الظاهرة بسبب تحويل الأراضي إلى أراض مغمورة أن جميع الكتلة الحيوية الظاهرة تتحول إلى ثاني أكسيد الكربون في السنة الأولى عقب التحويل. والواقع أن جزء الكتلة الحيوية الظاهرة الذي يترك في الموقع قبل الغمر يتحلل بوتيرة أبطأ. كما يسهم تحلل كربون التربة في انطلاق الانبعاثات. وتبين المعادلة ٨- التذييل ٣ أسلوب المستوى ١ المستخدم في حساب تلك الانبعاثات:

المعادلة ٨- التذييل ٣

انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الأراضي المغمورة بالمياه (المستوى ١)

$$CO_2\ emissions_{WW\ flood} = P \bullet E(CO_2)_{diff} \bullet A_{flood,\ total\ surface}$$

حيث:

$CO_2\ emissions_{WW\ flood}$= مجموع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الأراضي المغمورة، جيغا غرام ثاني أكسيد الكربون/سنة؛

[١] الكتلة الحيوية فوق سطح الماء هي الكتلة الحيوية للأشجار غير المغمورة بالماء، وخاصة ما يقع منها في المناطق المغمورة السطحية (Fearnside, 2002).

P = المدة بالأيام (في العادة ٣٦٥ يوما في تقديرات الجرد السنوية)؛

$E(CO_2)_{diff}$ = المتوسط اليومي للانبعاثات الانتشارية، جيغا غرام ثاني أكسيد الكربون/هكتار/سنة؛

$A_{flood,\ total\ surface}$ = مجموع مساحة الأسطح المغمورة، بما في ذلك مساحة أسطح الأراضي المغمورة والبحيرات المغمورة والأنهار المغمورة، بالهكتار.

ويعد أسلوب تقدير ثاني أكسيد الكربون أسلوبا بسيطا، لأن مسار الانبعاث الوحيد الذي يتم تقديره باستخدام هذا الأسلوب هو الانبعاثات الانتشارية أثناء الفترات الخالية من الجليد وأثناء الفترات التي يغطى فيها سطح الماء بالجليد. وتعد انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الفقاعية غير مهمة. ويتمثل الافتراض الأساسي في أن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون تقتصر تقريبا على عشر سنوات بعد الغمر.

وهناك قدر كبير من عدم التيقن المقترن بانبعاثات ثاني أكسيد الكربون التي يتم تقديرها باستخدام المعادلة ٨- التذييل ٣، تبعا للظروف الموقعية (نوع التربة على وجه الخصوص). كما قد يفضى استخدام المعادلة ٨- التذييل ٣ إلى المبالغة في تقدير الانبعاثات عندما تستخدم تلك المعادلة بالاقتران مع المعادلة ٣-٥-٦ الواردة في القسم ٣-٥-٢-٢. وإذا استخدمت البلدان أسلوب المستوى ٢، يمكنها أن تمثل بدقة أكبر صورة الوقت السليم لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون بعد الغمر. ونقدم أدناه إرشادات بشأن أساليب المستوى ٢.

انبعاثات الميثان

يشمل أسلوب المستوى ١ المستخدم في تقدير انبعاثات الميثان الناتجة عن الأراضي المغمورة مسارات الانبعاثات الانتشارية والفقاعية (المعادلة ٩- التذييل ٣):

المعادلة ٩- التذييل ٣

انبعاثات الميثان من الأراضي المغمورة (المستوى ١)

$$CH_4\ emissions_{WW\ flood} = P \bullet E(CH_4)_{diff} \bullet A_{flood,\ total\ surface} + P \bullet E(CH_4)_{bubble} \bullet A_{flood,\ total\ surface}$$

حيث:

$CH_4\ emissions_{WW\ flood}$= مجموع انبعاثات الميثان من الأراضي المغمورة، جيغا غرام ميثان/سنة؛

P = الفترة الزمنية بالأيام (في العادة ٣٦٥ يوما في تقديرات الجرد السنوية)؛

$E(CH_4)_{diff}$ = المتوسط اليومي للانبعاثات الانتشارية، جيغا غرام ميثان/هكتار/يوم؛

$E(CH_4)_{bubble}$ = متوسط الانبعاثات الفقاعية، جيغا غرام ميثان/هكتار/يوم؛

$A_{flood,\ total\ surface}$ = مجموع مساحة السطح المغمور، بما في ذلك مساحة سطح الأراضي المغمورة والبحيرات المغمورة والأنهار المغمورة، بالهكتار.

انبعاثات أكسيد النيتروز

يقتصر أسلوب المستوى ١ المستخدم في تقدير انبعاثات الميثان الناتجة عن الأراضي المغمورة على مسار الانبعاثات الانتشارية. وتعد انبعاثات الميثان المنطلقة من خلال المسار الفقاعي غير مهمة (المعادلة ١٠- التذييل ٣).

المعادلة ١٠– التذييل ٣

انبعاثات الميثان الناتجة عن الأراضي المغمورة (المستوى ١)

$$N_2O\ emissions_{ww\ flood} = P \bullet E(N_2O)_{diff} \bullet A_{flood,\ total\ surface}$$

حيث:

$N_2O\ emissions_{ww\ flood}$ = مجموع انبعاثات أكسيد النيتروز من الأراضي المغمورة، جيغا غرام أكسيد النيتروز/سنة

P = الفترة الزمنية بالأيام (في العادة ٣٦٥ يوما في تقديرات الجرد السنوية)

$E_f(N_2O)_{diff}$ = المتوسط اليومي للانبعاثات الانتشارية، جيغا غرام أكسيد النيتروز/هكتار/يوم

$A_{flood,\ surface}$ = مجموع مساحة الأسطح المغمورة، بما في ذلك مساحة سطح الأراضي المغمورة والبحيرات المغمورة والأنهار المغمورة، بالهكتار

المستوى ٢

انبعاثات ثاني أكسيد الكربون

في المستوى ٢، يمكن تقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المنطلقة من الخزانات باتباع النهج المبين في المعادلة ١١– التذييل ٣. وينبغي تقدير انبعاثات ثاني أكسيد الكربون المنطلقة من الأراضي المغمورة خلال عشر سنوات فقط بعد الغمر عند استخدام أسلوب المستوى ٢ وأسلوب المستوى ٣، ما لم تذكر البحوث الخاصة بالبلد خلاف ذلك.

وتبعا لمقدار البيانات المتاحة، يمكن تقدير الانبعاثات الانتشارية والتفريغية على السواء عند استخدام نهج المستوى ٢. ولتقدير الانبعاثات الانتشارية، يمكن استخدام معاملات الانبعاث الافتراضية أو المعاملات الخاصة بالبلد. ولتقدير انبعاثات تفريغ الغازات، يلزم استخدام المعاملات الخاصة بالبلد كما يمكن توسيع عملية تقدير الانبعاثات الانتشارية لتشمل التمييز بين الفترات التي تكون فيها الخزانات خالية من الجليد والفترات التي تكون فيها مغطاة بالجليد. وقد يمثل ذلك تحسنا كبيرا في الدقة لدى البلدان التي يسودها المناخ الأبرد. ويمكن استخدام مساحة سطح الأراضي المغمورة بدلا من مجموع مساحة الأسطح المغمورة، تبعا لتوافر البيانات. ويمكن تصنيف مساحة الأراضي المغمورة بحسب المناطق المناخية.

المعادلة ١١– التذييل ٣

انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الأراضي المغمورة (المستوى ٢)

$$CO_2\ emissions_{WW\ flood} = (P_f \bullet E_f(CO_2)_{diff} \bullet A_{flood,land}) + (P_i \bullet E_i(CO_2)_{diff} \bullet A_{flood,\ land}) + (([CO_2]_{diss} - [CO_2]_{equ}) \bullet Outflow \bullet 10^{-6}) + (([CO_2]_{spillway} - [CO_2]_{equ}) \bullet Spillway \bullet 10^{-6})$$

حيث:

$CO_2\ emissions_{WW\ flood}$ = مجموع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من الأراضي المغمورة، جيغا غرام ثاني أكسيد الكربون/سنة؛

P_f = الفترة الزمنية الخالية من الجليد، بالأيام؛

P_i = الفترة الزمنية المغطاة بالجليد، بالأيام؛

$E_f(CO_2)_{diff}$ = المتوسط اليومي للانبعاثات الانتشارية الناتجة عن الطبقة البينية للماء والهواء أثناء فترة الخلو من الجليد، جيغا غرام ثاني أكسيد الكربون/هكتار/سنة؛

$E_i(CO_2)_i$ = الانبعاثات الانتشارية بالنسبة للفترة المغطاة بالجليد، جيغا غرام ثاني أكسيد الكربون/هكتار/يوم؛

$A_{flood,\ land}$ = مساحة الأراضي المغمورة، بالهكتار؛

$[CO_2]_{diss}$ = متوسط تركيزات ثاني أكسيد الكربون قبل التربينات (عمق الماء المسحوب)، بالكيلو غرام؛

$[CO_2]_{equ}$ = متوسط تركيزات ثاني أكسيد الكربون المذاب في اتجاه مصب السد أو في حالة التوازن مع الغلاف الجوى، بالكيلو غرام؛

$[CO_2]_{spillway}$= متوسط تركيزات ثاني أكسيد الكربون قبل مسار التصريف (عمق الماء المسحوب)، بالكيلو غرام؛

Outflow = المعدل السنوي للتدفق باللترات في التربينات، لكل خزان من خزانات الطاقة الكهرمائية، سنة واحدة؛

Spillway = معدل التدفق السنوي باللترات عند مسار التصريف، لكل خزان من خزانات الطاقة الكهرمائية، سنة واحدة.

انبعاثات الميثان

يمكن استخدام المستوى ٢ لتوسيع أسلوب المستوى ١ عن طريق استبدال القيم الافتراضية بمعاملات الانبعاث الخاصة بكل بلد لمراعاة الفروق في الانبعاثات الانتثارية والفقاعية أثناء الفترات التي تكون فيها الخزانات خالية من الجليد والفترات التي تُغطَّى فيها بالجليد (في البلدان الواقعة في المنطقة المناخية "الشمالية الرطبة")، وذلك بإضافة البيانات المتعلقة بانبعاثات تفريغ الغازات (إن وجدت) المستمدة من التدفقات الخارجة ومسارات التصريف) وهي في معظمها خزانات الطاقة الكهرمائية، وعن طريق تصحيح تقديرات المساحة لتشمل مساحة الأراضي المغمورة. وقد تصنف أيضا مساحة الأراضي المغمورة بحسب المناطق المناخية. وتبين المعادلة ١٢- التذييل ٣ الأسلوب المستخدم في إطار المستوى ٢:

المعادلة ١٢- التذييل ٣

انبعاثات الميثان من الأراضي المغمورة (المستوى ٢)

$$CH_4\ emissions_{WW\ flood} = (P_f \bullet E(CH_4)_{diff} \bullet A_{flood,\ land}) + (P_f \bullet E(CH_4)_b \bullet A_{flood,\ land}) + P_i \bullet (Ei(CH_4)_{diff} + Ei(CH_4)_{bubble}) \bullet A_{flood,\ land} + (([CH_4]_{diss} - [CH_4]_{equ.}) \bullet Outflow \bullet 10^{-6}) + (([CH_4]_{spillway} - [CH_4]_{equ}) \bullet Spillway \bullet 10^{-6})$$

حيث:

$CH_4\ emissions_{WW\ flood}$= مجموع انبعاثات الميثان من الأراضي المغمورة سنويا، جيغا غرام ميثان/سنة؛

P_f = الفترة الخالية من الجليد، بالأيام؛

P_i = الفترة المغطاة بالجليد، بالأيام؛

$E(CH_4)_{diff}$ = المتوسط اليومي للانبعاثات الانتثارية المنطلقة من الطبقة البينية للهواء والماء، جيغا غرام ميثان/هكتار/يوم؛

$E(CH_4)_{bubble}$ = متوسط الانبعاثات الفقاعية المنطلقة من الطبقة البينية للهواء والماء، جيغا غرام ميثان/هكتار/يوم؛

$A_{flood,\ land}$ = مساحة الأراضي المغمورة، بالهكتار؛

$[CH_4]_{diss}$ = متوسط تركيزات الميثان قبل التربينات (عمق الماء المسحوب)، كيلو غرام؛

$[CH_4]_{equ}$ = متوسط تركيزات الميثان المنحل أسفل السد أو عند التوازن مع الغلاف الجوى، كيلو غرام؛

$[CH_4]_{spillway}$ = متوسط تركيزات الميثان قبل مسار التصريف (عمق الماء المسحوب)، كيلو غرام؛

Outflow = معدل التدفق السنوي باللتر عند التربينات، لكل خزان من خزانات الطاقة الكهرمائية، سنة؛

Spillway = معدل التدفق السنوي باللتر عند مسار التصريف، لكل خزان من خزانات الطاقة الكهرمائية، سنة.

انبعاثات أكسيد النيتروز

أسلوب المستوى ٢ المستخدم في تقدير انبعاثات أكسيد النيتروز من الأراضي الرطبة هو نفس الأسلوب المبين في المعادلة ١٠- التذييل ٣، باستثناء إمكانية استخدام المعاملات الخاصة بالبلد. وينبغي (حيثما توافرت البيانات) استخدام البيانات المتعلقة بمساحة سطح الأراضي المغمورة بدلا من استخدام البيانات المتعلقة بمجموع مساحة الأسطح المغمورة.

المستوى ٣

تعتبر أساليب المستوى ٣ المستخدمة في تقدير انبعاثات كل الغازات أساليب أشمل ويمكن أن تضم معلومات خاصة بالبلد إضافية، مثل المعلومات المتعلقة بانبعاثات الكتلة الحيوية فوق سطح الماء. ويتطلب أسلوب المستوى ٣ تقسيم الانبعاثات الناتجة عن تحلل المادة العضوية في مستجمع المياه.

اختيار معاملات الانبعاث

القيم الافتراضية الرئيسية المطلوبة لاستخدام أسلوب المستوى ١ هي معاملات انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز المنطلقة خلال مسارات الانتشار، ومعامل انبعاث الميثان المنطلق من المسار الفقاعي. ويعرض الجدول ٥- التذييل ٣ معاملات الانبعاث الافتراضية في مختلف المناطق المناخية التي يمكن استخدامها مع أسلوب المستوى ١. وتشمل هذه المعاملات بعض التغيرات المكانية والزمنية المرتبطة بالانبعاثات المنطلقة من الخزانات، وكذلك التدفقات في الطبقة البينية للهواء والماء في الخزانات. وتم الحصول على جميع البيانات الافتراضية من القياسات في خزانات الطاقة الكهرمائية أو خزانات التحكم في الفيضان. وينبغي استخدام معاملات الانبعاثات الخاصة بفترة الخلو من الجليد مع المستوى ١ طيلة السنة.

وفيما يتعلق بالمستوى ٢، بالإضافة إلى المعاملات السالفة الذكر، يلزم الحصول على البيانات المتعلقة بتركيزات الميثان قبل وبعد السد لتقدير الانبعاثات المطرودة. وينبغي، قدر المستطاع، استخدام معاملات الانبعاث الخاصة بالبلد بدلا من المعاملات الافتراضية. ومن المتوقع استخدام مزيج من القيم الافتراضية ومعاملات الانبعاث الخاصة بالبلد عندما لا تشمل المعاملات الخاصة بالبلد كل نطاق الظروف البيئية وظروف الإدارة. ويتناول الإطار ١- التذييل ٣ اشتقاق معاملات الانبعاث الخاصة بالبلد. وينبغي إجراء توثيق واضح لعملية اشتقاق المعاملات الخاصة بالبلد، ومن المثالي نشرها في دراسات يستعرضها الخبراء. وتنطبق الإرشادات الواردة في الإطار ١- التذييل ٣ على اشتقاق معاملات الانبعاث باستخدام أسلوب المستوى ٣.

الجدول ٥- التذييل ٣

المعاملات الافتراضية للانبعاثات المنطلقة من الخزانات

المناخ	الانبعاثات الانتشارية (فترة الخلو من الجليد) $E_f\,(GHG)_{diff}$ (كيلو غرام/هكتار/يوم)			المراجع
	الميثان	ثاني أكسيد الكربون	أكسيد النيتروز	
الشمالية المطيرة	٠,١١ ±٨٨%	١٥,٤ ±٥٦%	٠,٠٠٨ ±٣٠٠%	Duchemin, 2000; Huttunen *et al.*, 2002; Schlellhase, 1994; Duchemin *et al.*, 1999
المعتدلة الباردة المطيرة	٠,٢ ±٥٥%	٩,٣ ±٥٥%	غير مقاسة	Duchemin, 2000; Duchemin 2002a; St-Louis *et al.*, 2000; Smith and Lewis, 1992
المعتدلة الدافئة الجافة	٠,٠٦٣ ± ٠,٠٣٢	-٣,١ ±٣,٦	غير مقاسة	Duchemin 2002b
المعتدلة الدافئة المطيرة	٠,٠٩٦ ±٠,٠٤٧	١٣,٢ ±٦,٩	غير مقاسة	Duchemin 2002b
المدارية المطيرة	٠,٦٤ ±٣٣٠%	٦٠,٤ ±١٤٥%	٠,٠٥ ±١٠٠%	Keller et Stallard, 1994; Galy-Lacaux *et al.*, 1997; Duchemin *et al.*, 2000; Pinguelli Rosa *et al.*, 2002
المدارية، موسم جفاف طويل رطب	٠,٣١ ±١٩٠%	١١,٦٥ ±٢٦٠%	غير مقاسة	Pinguelli Rosa *et al.*, 2002; Dos Santos, 2000
المدارية، موسم جفاف قصير رطب	٠,٤٤ ±٤٦٥%	٣٥,١ ±٢٩٠%	غير مقاسة	Pinguelli Rosa *et al.*, 2002; Dos Santos, 2000
المدارية الجافة	٠,٣ ±١١٥%	٥٨,٧ ±٢٧٠%	غير مقاسة	Pinguelli Rosa *et al.*, 2002; Dos Santos, 2000
	الانبعاثات الفقاعية (فترة الخلو من الجليد) $E_f\,(GHG)_{bubble}$ (كيلو غرام/هكتار/يوم)			

الشمالية المطيرة	٠,٢٩ ±١٦٠ %	غير مهمة	غير مهمة	Duchemin, 2000, Huttunen *et al.*, 2002; Schlellhase, 1994
المعتدلة الباردة المطيرة	٠,١٤ ± ٧٠%	غير مهمة	غير مهمة	Duchemin, 2002a; St-Louis *et al.*, 2000; Smith and Lewis, 1992
المدارية المطيرة	٢,٨٣ ±٤٥%	غير مهمة	غير مهمة	Galy-Lacaux *et al.*, 1997; Duchemin *et al.*, 2000; Pinguelli Rosa *et al.*, 2002
المدارية، موسم جفاف طويل رطب	١,٩ ± ١٥٥ %	غير مهمة	غير مهمة	Pinguelli Rosa *et al.*, 2002
المدارية، موسم جفاف قصير رطب	٠,١٣ ±١٣٥%	غير مهمة	غير مهمة	Pinguelli Rosa *et al.*, 2002
المدارية الجافة	٠,٣ ±٣٢٤%	غير مهمة	غير مهمة	Pinguelli Rosa *et al.*, 2002
	الانبعاثات المرتبطة بفترة الغطاء الجليدي $E_i\,(GHG)_{diff} + E_i\,(GHG)_{bubble}$ (كيلو غرام/هكتار/يوم)			
الشمالية المطيرة	٠,٠٥ ±٦٠%	٠,٤٥ ±٥٥%	غير مقاسة	Duchemin, 2000; Duchemin *et al.*, 2002a

اختيار بيانات الأنشطة

قد يلزم الحصول على العديد من الأنواع المختلفة لبيانات الأنشطة لتقدير الانبعاثات المنطلقة من الأراضي المغمورة، تبعا للمستوى المستخدم والمنطقة المناخية. وفيما يتعلق بأسلوب المستوى ١، يلزم في كل الحالات الحصول على مجموع المساحة المغمورة. وفيما يتعلق بالمستوى ٢، تشمل بيانات الأنشطة الإضافية المدة الزمنية التي تكون فيها الخزانات مغطاة بالجليد أو غير مغطاة بالجليد في المناطق الشمالية المطيرة، وكذلك معدلات التدفق ومسارات التصريف ومساحة الأراضي المغمورة.

مساحة الأراضي المغمورة

ينبغي من الوجهة المثالية جمع البيانات المتعلقة بالمساحة المغمورة من الوكالات الوطنية. على أنه إذا لم تتوفر تلك البيانات، فإن الجدول ٦- التذييل ٣ يحتوي على معلومات عن مجموع مساحة السطح المغمور التي يمكن استخدامها في تقدير الانبعاثات باستخدام أسلوب المستوى ١. ولا يشمل هذا الجدول إلا مساحة سطح الأراضي المغمورة التي كانت موجودة قبل عام ١٩٩٠.

وفيما يتعلق بأسلوب المستوى ٢، يلزم معرفة مساحة الأراضي المغمورة لتقدير الانبعاثات الانتشارية والفقاعية. ويمكن الحصول في كثير من الأحيان على تلك البيانات من شركات المرافق المائية. ويمكن للبلدان، بدلا من ذلك، الحصول على البيانات المتعلقة بمساحة الأراضي المغمورة من خلال تحليل غطاء حوض الصرف أو من قواعد بيانات السدود الوطنية.

الجدول ٦- التذييل ٣ **البيانات الافتراضية المتعلقة بمساحة سطح الخزانات**		
	ICOLD	**البيانات الخاصة بالبلد**
البلد	**مساحة السطح (بملايين الهكتارات)**	**مساحة السطح (بملايين الهكتارات)**

روسيا	٧,٣٢	٧,٩٦
الولايات المتحدة الأمريكية	---	٦,٩٨
كندا	صفر	٦,٥
الصين	---	٥,٨
الهند	٤,٥٧	---
البرازيل	٠,٦٩	٣,٩٨
فنلندا	٠,٧٣	---
تايلند	٠,٧١	---
مصر	٠,٧٠	---
استراليا	٠,٦٦	---
المكسيك	٠,٦٠	---
زمبابوى	٠,٥٩	---
فنزويلا	٠,٥٨	---
تركيا	٠,٥٦	---
الأرجنتين	٠,٥٠	---
ساحل العاج	٠,٢٩	---
نيوزيلندا	٠,٢١	---
Malik *et al.*, 2000; US Army Corps Dams Database 1996; WCD, 2001; ICOLD 1998. Environment Canada Reservoir Database (Duchemin, 2002a); Dos Santos, 2000.		

الفترة الخالية من الغطاء الجليدي/فترة الغطاء الجليدي

في المستويين ٢ و ٣، تتطلب معرفة الفترات التي تكون أثناءها الخزانات مغطاة بالجليد أو غير مغطاة بالجليد تقدير انبعاثات الميثان الانتشارية والفقاعية. ويمكن الحصول على تلك البيانات من هيئات الأرصاد أو شركات المرافق المائية.

حجم التدفق الخارج/قناة التصريف

في المستوى ٢، يلزم الحصول على البيانات المتعلقة بالتدفق الخارج وقنوات التصريف في الأراضي المغمورة لتقدير انبعاثات الميثان الناتجة عن تفريغ الغازات. ويمكن الحصول على تلك البيانات من شركات المرافق المائية. وتعد التدفقات انبعاثات تفريغ الغازات سمة خاصة تتسم بها خزانات الطاقة الكهرمائية.

ويتطلب أسلوب المستوى ٣ بيانات أوسع للمساعدة على إجراء نمذجة أكثر تعقيدا للانبعاثات على مرّ الزمن. ويمكن عموما تجميع هذه البيانات في قائمة جرد الخزانات الوطنية. وينبغي أن يغطي جرد الخزانات الوطنية كل أنواع الخزانات، وأن يشمل البيانات و/أو المعلومات المتعلقة بأسماء الخزانات، وأنواعها، ومساحة السطح، والعمق، ومعدلات التدفق الخارج، وتركيز الغازات قبل وبعد التربينات، والظروف المناخية، ودرجة الحموضة، والطبقة الجيولوجية، ونوع المنطقة الإيكولوجية، والإحداثيات الجغرافية (Duchemin, 2000; Duchemin *et al.*, 1995; Tavares de lima, 2002; Duchemin *et al.*, 1999; Duchemin, 2002a)

تركيزات ثاني أكسيد الكربون والميثان قبل وبعد الخزانات

في إطار المستويين ٢ و ٣، يلزم معرفة تركيزات الميثان قبل وبعد الخزانات لتقديرانبعاثات تفريغ الغازات. ويمكن الحصول على تلك البيانات بالطريقة التي بينها Fearnside (٢٠٠٢)، و Galy-Lacaux *et al* (١٩٩٧)، و Duchemin (٢٠٠٢ (ب)).

الإطار ١ – التذييل ٣

اشتقاق معاملات الانبعاث الخاصة بالبلد

يتطلب عموما اشتقاق معاملات الانبعاث الخاصة بالبلد قياس الانبعاثات بحسب فئة كل مصدر فرعي (أي مساحة سطح الأراضي المغمورة، وعمر الأراضي المغمورة، وأنواع الإدارة، مثل الطاقة الكهرمائية، والزراعة، وتنظيم المياه). وتتفاوت مستويات الانبعاث تفاوتا كبيرا بين الخزانات تبعا لعوامل، من قبيل المساحة ونوع النظم الإيكولوجية المعمورة، وعمق الخزان وشكله، والمناخ المحلي، والطبقة الجيولوجية التي يعمل فيها الخزان، والخصائص الإيكولوجية والفيزيائية لحوض النهر المقام عليه السد. كما يمكن أن تتفاوت الانبعاثات تفاوتا كبيرا بين مختلف أجزاء نفس الخزان (يرجع ذلك بدرجة كبيرة للتغيرات في العمق، والتعرض للرياح والشمس، ونمو النباتات المائية)، ومن سنة إلى أخرى، ومن موسم إلى موسم آخر، بل وبين الليل والنهار (Duchemin, 2000; Duchemin *et al.*, 1995; Tavares de lima, 2002; Duchemin *et al.*, 1999; Duchemin, 2002a)

ولكي تمثل معاملات الانبعاث ظروف البيئة والإدارة داخل البلد، ينبغي إجراء القياسات في مختلف مناطق الأراضي المغمورة داخل البلد في كل المواسم وفى مختلف المناطق الجغرافية وفى مختلف نظم الإدارة، عند الاقتضاء (Duchemin *et al.*, 1999, Duchemin *et al.*, 2002a). وقد يساعد الاختيار الملائم للمناطق أو النظم على تقليل عدد المواقع التي يجب معاينتها لاشتقاق تقدير موثوق للتدفقات. ويمكن للخرائط أو البيانات المستشعرة من بعد أو قواعد بيانات السدود أن توفر أساسا مفيدا لرسم الحدود من خلال استخدام تغيرية النظم وصفحة الأرض. وقد تنشأ أخطاء التجميع إذا لم تكن القياسات المتاحة تشمل النطاق الفعلي لظروف الإدارة والظروف البيئية في الأراضي المغمورة، والتغيرات المناخية بين السنوات. وقد يكون من المفيد استخدام نماذج المحاكاة المتثبت منها والخاضعة للمعايرة والجيدة التوثيق كأداة لاشتقاق معاملات الانبعاثات المرتبطة بمتوسط المساحة استنادا إلى بيانات القياس (Duchemin, 2000).

وفيما يتعلق بمدة وتواتر القياس، ينبغي قياس الانبعاثات على مدار السنة كلها، ويفضل قياسها على مدى مجموعة من السنوات من أجل رصد الفروق في الظروف الجوية، والتغيرات المناخية بين السنوات، وتطور الأراضي المغمورة (Scott *et al.*, 1999; Duchemin, 2000; Tavares de Lima, 2002). ويمكن الاطلاع على وصف دقيق لأساليب القياس المتاحة في المراجع التالية:

Duchemin *et al.* (1995), Galy-Lacaux *et al.* (1997), Duchemin (2000), Fearnside (2002) and Duchemin et al (2002b).

ولكفالة دقة معاملات الانبعاثات الانتشارية والفقاعية، ينبغي رصد المواقع التي تمثل العوامل التي قد تؤثر على التغيرات السنوية والتغيرات بين السنوية للانبعاثات. وتشمل تلك العوامل تغير العمق ومستوى المياه، ودرجة حرارة المياه، وسرعة الرياح. وقد تتفاوت انبعاثات تفريغ الغازات تبعا لدرجة حرارة المياه وهو ما ينبغي قياسه بالقرب من منبع التربينات وعند مصبات السدود حتى يمكن مضاهاتها في أساليب المستويات العليا.

وينبغي أن يتسق تواتر القياسات مع تواتر العوامل التي تؤثر على التغيرات السنوية والتغيرات بين السنوية. ويرجح تغير الانبعاثات بين المناطق الجغرافية، خاصة بين المناطق الإيكولوجية، والمناطق المناخية، والطبقات الجيولوجية.

وتتحدد عموما معاملات الانبعاث عن طريق قياس متوسط الانبعاثات التي تمثل المواقع. ويحتاج قياس هذا المتوسط إلى النظر في أهمية كل منطقة جغرافية والفترة الموسمية في البلد.

التذييل ٣-٣-٢ تقدير عدم التيقن

يقترن المصدران الكبيران لعدم التيقن في تقدير انبعاثات غازات الدفيئة الناتجة عن الخزانات بمعاملات الانبعاثات في مختلف المسارات (الانتشارية، والفقاعية، والتفريغية للغازات) وتقديرات مساحة سطح الخزان.

معاملات الانبعاث: يتفاوت المتوسط اليومي للانبعاثات الانتشارية المشتقة من القياسات الميدانية عشرات المرات في حجم الميثان وبمعامل ٥ لثاني أكسيد الكربون وأكسيد النيتروز (الجدول ٤– التذييل ٣). وإضافة إلى ذلك فإن المتوسط اليومي لانبعاثات الميثاق الفقاعية يتفاوت بأكثر من عشرات المرات. كما يسفر استخدام القياسات الافتراضية لمختلف أنواع الخزانات وفى المناطق الأخرى عن درجة من عدم التيقن. وإضافة إلى ذلك، أجريت معظم قياسات تدفقات غازات الدفيئة في خزانات الطاقة الكهرمائية، ولذلك فإن تقديرات الانبعاثات الافتراضية لا تشمل الأنواع الأخرى للخزانات.

مساحة سطح الأراضي المغمورة: ينبغي توافر المعلومات المتعلقة بالمساحة المغمورة الواقعة خلف السدود الكبرى، ولن تنطوي هذه المعلومات إلا على بضع نقاط مئوية من عدم التيقن. على أنه قد يكون من الأصعب الحصول على المعلومات المتعلقة بمساحة سطح الأراضي المغمورة، ومن المحتمل أن تنطوي هذه المعلومات على أكثر من بضع نقاط مئوية من عدم التيقن، خاصة في البلدان التي ليست لديها سدود كبيرة أو التي ليست لديها سوى بضعة خزانات لإنتاج الطاقة الكهرمائية. كما قد يكون من الصعب الحصول على معلومات تفصيلية عن موقع ونوع ووظيفة السدود الصغيرة على الرغم من إمكانية استقرائها إحصائيا استنادا إلى التوزيع الحجمي للخزانات التي تتوافر بيانات عنها. وبالإضافة إلى ذلك، يتم إنشاء الخزانات لمجموعة من الأسباب التي تؤثر على توافر البيانات.

التذييل ٣-٣-٣ التمام

ينبغي أن يشمل الجرد الكامل كل الأراضي المغمورة. ويتم التشجيع على الاحتفاظ بحسابات كاملة للمساحة مصنفة بحسب المناطق المناخية والإيكولوجية الرئيسية وبحسب الأغراض المستخدمة فيها.

التذييل ٣-٣-٤ وضع متسلسلة زمنية متسقة

يتضمن القسم ٥-٦ (اتساق المتسلسلة الزمنية وإعادة الحساب) إرشادات عامة بشأن اتساق المتسلسلات الزمنية. وينبغي استخدام نفس أسلوب التقدير في كل سنة من سنوات المتسلسلة الزمنية وبنفس مستوى التفصيل. وإضافة إلى ذلك، عندما تستخدم البيانات الخاصة بالبلد، ينبغي على وكالات الجرد الوطنية أن تطبق نفس قواعد القياس، واستراتيجية المعاينة، والأسلوب، وما إلى ذلك). وإذا تعذر استخدام نفس الأسلوب أو نفس قواعد القياس طيلة المتسلسلة الزمنية، ينبغي اتباع الإرشادات الواردة في الفصل الخامس بشأن عمليات إعادة الحساب. وينبغي شرح الفروق بين انبعاثات غازات الدفيئة في مختلف سنوات المتسلسلة الزمنية، وذلك مثلا بتوضيح التغيرات التي تطرأ على مساحات الأراضي المغمورة أو من خلال معاملات الانبعاث المحدثة. وينبغي إجراء اختبارات للتحقق من الاتساق (بالاتصال بشركات المرافق المائية) لجمع البيانات الزمنية المتعلقة بالمساحات المتأثرة بالغمر السابق أو المقبل.

التذييل ٣-٣-٥ الإبلاغ والتوثيق

من الملائم توثيق وأرشفة جميع البيانات لإعداد تقديرات الجرد الوطنية. وتتسم المعلومات الإضافية التالية بأهمية بالغة في توثيق هذه الفئة من فئات المصادر:

معاملات الانبعاث: ينبغي الإشارة إلى مصادر معاملات الانبعاث والبارامترات الأخرى المستخدمة (أي القيم الافتراضية المحددة من الفريق الحكومي الدولي أو غيرها من القيم). وفى حالة استخدام معاملات الانبعاث والبارامترات الخاصة بالبلد أو الإقليم، وكذلك في حالة استخدام أساليب جديدة (بخلاف الأساليب الافتراضية المعتمدة من الفريق الحكومي الدولي)، ينبغي إجراء توثيق جيد للأسس التي يستند إليه اشتقاق تلك المعاملات والبارامترات والنماذج. ويشمل ذلك تحديد البارامترات المدخلة ووصف العملية التي يتم بها اشتقاق معاملات الانبعاث والبارامترات الأخرى والنماذج، فضلا عن وصف مصادر وأحجام عدم التيقن.

بيانات الأنشطة: ينبغي توثيق مصادر بيانات الأنشطة المستخدمة في عمليات الحساب (أي الإشارات الكاملة إلى قواعد البيانات الإحصائية التي تستخدم في جمع البيانات، والاتصال بالشركات المعنية بالخزانات). وفى الحالات التي لا يمكن فيها الحصول على بيانات الأنشطة مباشرة من قواعد البيانات، أو حيثما يتم الجمع بين مجموعات البيانات المتعددة، ينبغي وصف المعلومات والفرضيات والإجراءات المستخدمة في اشتقاق بيانات الأنشطة. وينبغي أن تشمل الوثائق تواتر جمع وتقدير البيانات وتقديرات الدقة والضبط.

نتائج الانبعاثات:

ينبغي شرح التقلبات المهمة في الانبعاثات بين السنوات. وينبغي التمييز بين التغيرات في مستويات الأنشطة والتغيرات في معاملات الانبعاث والبارامترات الأخرى والأساليب من سنة إلى أخرى، وتوثيق أسباب حدوث تلك التغيرات. وإذا استخدمت معاملات انبعاث وبارامترات أخرى وأساليب مختلفة في مختلف السنوات، ينبغي شرح وتوثيق أسباب هذا التغيير.

التذييل ٣-٣-٣-٦ ضمان ومراقبة جودة الجرد

من الملائم إجراء اختبارات لضمان ومراقبة جودة الجرد كما هو مبين في الفصل الخامس (القسم ٥-٥) من هذا التقرير، وإجراء استعراض من الخبراء لتقديرات الانبعاثات. وبالنظر إلى نقص البيانات، ينبغي إجراء تلك الاستعراضات بانتظام من أجل مراعاة نتائج البحوث الجديدة. وقد يقتضي الأمر أيضا إجراء اختبارات إضافية لمراقبة الجودة كما هو مبين في إجراءات المستوى ٢ الواردة في الفصل الثامن من *دليل الممارسات السليمة لعام ٢٠٠٠*، وإجراءات إضافية لضمان الجودة، خاصة في حالة استخدام أساليب المستويات العليا لقياس الانبعاثات الناتجة عن هذه الفئة. وفى الحالات التي تستخدم فيها معاملات الانبعاث الخاصة بالبلد، ينبغي اشتقاقها استنادا إلى البيانات التجريبية ذات الجودة العالية، باستخدام برنامج للقياس الدقيق، كما ينبغي توثيقها توثيقا كافيا.

ولا يمكن في الوقت الراهن مقارنة تقديرات الانبعاثات الناتجة عن الأراضي المغمورة من خلال القياسات الخارجية. على أنه ينبغي على وكالات الجرد أن تكفل مراقبة جودة تقديرات الانبعاثات عن طريق ما يلي:

- مقارنة معاملات الانبعاث الخاصة بالبلد المبلغ عنها مع القيم والبيانات الافتراضية المبلغ عنها من البلدان الأخرى؛
- مقارنة مساحات الأراضي المغمورة مع بيانات شركات المرافق المائية، ومع قواعد بيانات اللجنة الدولية للسدود الكبيرة، ومع البيانات المقدمة إلى قوائم جرد سلامة السدود الوطنية.

التذييل ٤ المستوطنات:

أساس التطوير المنهجي في المستقبل

يقدم التذييل ٤ أسلوب أساسي لتقدير انبعاثات وعمليات إزالة الكربون بحسب الأشجار في المستوطنات. وهذه الفئة من فئات استخدام الأراضي يتناولها القسم ٥-٢ (تغيرات أرصدة الكتلة الحيوية الحرجية والخشبية الأخرى) في الدليل المرجعي، *المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي*. وتغطي المنهجية المتبعة الفئة الفرعية للتغيرات في أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية. وفي هذه المرحلة، لا تتوفر معلومات كافية لوضع منهجية أساسية وبيانات افتراضية لتقدير أثر المادة العضوية الميتة وأنواع التربة على انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون في المستوطنات.

التذييل ٤-١ المستوطنات التي تظل مستوطنات

تشير فئة المستوطنات التي تظل مستوطنات إلى كل فئات تشكيلات الأشجار في المناطق الحضرية، مع التركيز في المقام الأول على الأشجار التي تنمو على طول الشوارع وفي الحدائق والمتنزهات في المناطق الحضرية، وفي الأراضي التي استخدمت كمستوطنات (مثل المناطق المرتبطة وظيفيا أو إداريا بالمدن، والقرى، وما إلى ذلك) منذ آخر فترة لجمع البيانات. وتقدر انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون في هذه الفئة بحسب الفئة الفرعية للتغيرات في أرصدة كربون الكتلة الحيوية كما تلخصها المعادلة ١-التذييل ٤.

المعادلة ١-التذييل ٤

معادلة مختصرة للتغيرات في أرصدة الكربون في المستوطنات التي تظل مستوطنات

$$\Delta C_{SS} = \Delta C_{SS_{LB}}$$

حيث:

ΔC_{SS} = تغيرات أرصدة الكربون في المستوطنات التي تظل مستوطنات، أطنان كربون/ سنة؛

$\Delta C_{SS_{LB}}$ = التغيرات في أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية في المستوطنات التي تظل مستوطنات، أطنان كربون/سنة.

التذييل ٤-١-١ التغيرات في أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية

التذييل ٤-١-١-١ القضايا المنهجية

يفترض عند تقدير الانبعاثات في المستوطنات أن تغيرات أرصدة الكربون لا تنطلق إلا من الكتلة الحيوية للأشجار. ولا تؤخذ في الحسبان تغيرات أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية للجنيبات بسبب قلة توفر البيانات المتعلقة بنمو الجنيبات .على أنه إذا أتيحت بيانات للأنشطة وقيم للبارامترات المرتبطة بأنواع الشجيرات، يمكن تقدير تأثيرها على انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون باستخدام أسلوب المستوى ٢ أو أسلوب المستوى ٣. كما لا نتناول المروج ونباتات الزينة في المتنزهات والحدائق بسبب عدم توفر معلومات كافية عنها.

ولا يتوفر إلا القليل من البيانات لتقدير إزالة الكربون بحسب الأشجار في المستوطنات. وتشير تقديرات Novak and Crane (2002)، إلى أن عمليات إزالة الكربون بحسب الأشجار في المستوطنات الأمريكية المتاخمة قد بلغت ٢٣ مليون طن من الكربون في السنة. وفيما عدا التقييم الذي أجري لقدرة مصارف الأشجار في المناطق الحضرية في سيدني (Brack, 2002) لا توجد أي دراسات مشابهة في أي إقليم آخر في العالم. وتستند الأساليب المبينة في هذا القسم إلى البحوث التي أجريت أساسا في مدن

الولايات المتحدة. وتفيد هذه الأساليب في الحصول على قيم تقريبية أولية لتقدير صافي انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون بحسب أشجار المناطق الحضرية. ومع ذلك، ينبغي الاعتراف بالحاجة إلى مزيد من البيانات المتعلقة بالأقاليم الأخرى من أجل التوصل إلى أسلوب يمكن تعميمه بالكامل.

وتُستخدم الأسلوب العامة لتقدير تغيرات أرصدة كربون الكتلة الحيوية الناتجة عن نمو الأشجار عن طريق طرح أرصدة كربون الكتلة الحيوية المفقودة نتيجة التشذيب والموت. وتبعا لحجم النمو والمفقود فإن متوسط التغيرات السنوية الناتجة في أرصدة كربون الكتلة الحيوية الحية قد تكون موجبة أو سلبية.

وتعرض المعادلة ٢ هذه الأسلوب.

المعادلة ٢–التذييل ٤

التغيرات في أرصدة كربون الكتلة الحيوية في المستوطنات التي تظل مستوطنات

$$\Delta C_{SS_{LB}} = \Delta C_{SS_G} - \Delta C_{SS_L}$$

حيث:

$\Delta C_{SS_{LB}}$ = تغيرات أرصدة الكربون في الكتلة الحيوية الحية في المستوطنات التي تظل مستوطنات، أطنان كربون/ سنة؛

ΔC_{SS_G} = تغيرات أرصدة الكربون نتيجة نمو الكتلة الحيوية الحية في المستوطنات التي تظل مستوطنات، أطنان كربون/ سنة؛

ΔC_{SS_L} = تغيرات أرصدة الكربون نتيجة فواقد الكتلة الحيوية الحية في المستوطنات التي تظل مستوطنات، أطنان كربون/ سنة.

التذييل ٤–١–١–١–١ اختيار الأسلوب

يمكن استخدام أيٍ من الطريقتين التاليتين تبعا لتوفر البيانات ذات الصلة. ويستند كلا الأسلوبين إلى نفس المنهجية (النمو مطروحا منه الفواقد) مثلما في القسم ٣–٢–١–١ وكما هو مبين في المعادلة ٢–التذييل ٤.

المستوى ١: يتيح أسلوب المستوى ١ خيارين لتقدير التغيرات في الكتلة الحيوية الحية في المستوطنات التي تظل مستوطنات. فأما الخيار الأول فهو المستوى ١(أ) الذي تستخدم فيه تغيرات أرصدة الكربون في مساحة الغطاء التاجي الشجري كمعامل للإزالة. وأما الخيار الثاني فهو المستوى ١ (ب) الذي تستخدم فيه تغيرات رصيد الكربون في عدد الأشجار كمعامل للإزالة. ويتوقف اختيار الأسلوب على توفر بيانات الأنشطة.

المستوى ١ (أ): أسلوب مساحة الغطاء التاجي

يمثل هذه الأسلوب المعادلة ٣–ألف –التذييل ٤ وينبغي استخدامها عندما تتوفر البيانات المتعلقة بمجموع مساحة الغطاء التاجي الشجري في المستوطنات التي تظل مستوطنات.

المعادلة ٣–ألف– التذييل ٤

النمو السنوي في الكتلة الحيوية على أساس مجموع مساحة الغطاء التاجي

$$\Delta B_{SS_G} = (A_{CROWN} \bullet CRW)$$

حيث:

ΔB_{SS_G} = النمو السنوي في الكتلة الحيوية في المستوطنات التي تظل مستوطنات، أطنان كربون/سنة؛

A_{CROWN} = مجموع مساحة الغطاء التاجي، بالهكتار؛

CRW = معدل النمو على أساس مساحة الغطاء التاجي، أطنان كربون (هكتار من الغطاء التاجي)/سنة.

ويمكن إجراء هذه الأسلوب في ثلاث خطوات على النحو التالي:

الخطوة الأولى: تقدير مجموع مساحة الغطاء التاجي لكل الأشجار في كل المستوطنات التي تظل مستوطنات.

الخطوة الثانية: ضرب مجموع مساحة الغطاء التاجي في معامل الإزالة الافتراضي الذي يلائم CRW (انظر القسم ١-١-١-٢ من التذييل ٤) للحصول على قيمة ΔB_{SSG}.

الخطوة الثالثة: استخدام قيمة ΔB_{SS_G} في المعادلة ٢ التذييل ٤. وإضافة إلى ذلك، فإن قيمة ΔB_{SS_L} = صفرا إذا كان متوسط عمر مجموعة الأشجار يساوي أو يقل عن ٢٠ عاما، وإلا فمن المفترض أن $\Delta B_{SS_L} = \Delta B_{SS_G}$ (انظر القسم ١-١-١-٢ من التذييل ٤).

المستوى ١ (ب): أسلوب معدل نمو الأشجار

تمثل هذه الأسلوب المعادلةُ ٣- باء- التذييل ٤ وينبغي استخدامها في الحالات التي تتوفر فيها بيانات عن عدد الأشجار بحسب فئات الأنواع الواسعة في المستوطنات التي تظل مستوطنات.

المعادلةُ ٣- باء- التذييل ٤

المقدار السنوي لنمو الكتلة الحيوية على أساس عدد الأشجار الفردية في فئات الأنواع الواسعة

$$\Delta B_{SS_G} = \sum_{i=1}^{n} (NT_i \bullet C_{Rate_i})$$

حيث:

ΔB_{SS_G} = النمو السنوي في الكتلة الحيوية في المستوطنات التي تظل مستوطنات، أطنان كربون/سنة؛

NT_i = عدد الأشجار في فئة الأنواع الواسعة *i*، # الأشجار؛

C_{Rate_i} = متوسط الكربون المتراكم سنويا في كل فئة من فئات الأنواع الواسعة *i*، أطنان كربون سنة/# شجرة.

الجدول ١ التذييل ٤

المتوسط السنوي الافتراضي لتراكم الكربون في كل شجرة باستخدام أسلوب المستوى ١ (ب) (أطنان كربون/سنة) في أشجار المناطق الحضرية بحسب فئات الأنواع الواسعة

فئة النوع الواسع	القيمة الافتراضية لتراكم الكربون سنويا في كل شجرة (أطنان كربون/ سنة)
الحور	٠,٠٠٩٦
الاسفندان الطري	٠,٠١١٨
الخشب الصلب المختلط	٠,٠١٠٠
اسفندان الخشب الصلب	٠,٠١٤٢
العرعر	٠,٠٠٣٣
الأرز/اللاريكس	٠,٠٠٧٢
شوح دوغلاس	٠,٠١٢٢
الشوح الأصلي/الشوكران	٠,٠١٠٤
الصنوبر	٠,٠٠٨٧
التنوب	٠,٠٠٩٢
المصدر: D. Nowak (٢٠٠٢، البلاغ الشخصي)	

ويمكن إجراء هذه الأسلوب في أربع خطوات:

الخطوة الأولى: تقدير عدد الأشجار في المستوطنات التي تظل مستوطنات ضمن كل فئة من فئات الأنواع الواسعة.

الخطوة الثانية: ضرب كل تقدير في المعدل الملائم لتغيرات الكربون في كل شجرة للحصول على مقدار الكربون المزال.

الخطوة الثالثة: حساب مجموع مقدار الكربون المزال بحسب فئات الأنواع الواسعة في كل الفئات الموجودة في المستوطنات التي تظل مستوطنات.

الخطوة الرابعة: استخدام التقدير لحساب ΔB_{SS_G} في المعادلة ٢ التذييل ٤. وإضافة إلى ذلك، تساوي قيمة ΔB_{SS_L} صفرا إذا كان متوسط عمر مجموعة الأشجار يساوي أو يقل عن ٢٠ عاما، وإلا فمن المفترض أن $\Delta B_{SS_L} = \Delta B_{SS_G}$ (انظر القسم ١-١-١-٢ من التذييل ٤).

المستوى ٢: في إطار المستوى ٢، يمكن استخدام المعادلات الأساسية المستخدمة في أسلوب المستوى ١(أ) والمستوى ١(ب) مع معاملات الإزالة الخاصة بالبلد (CRW أو C_{Ratei}). وبالإضافة إلى الاعتماد على البيانات الخاصة بالبلد، يمكن أن تصنف أساليب المستوى ٢ المستوطنات بحسب الأقاليم المناخية من أجل تطبيق معاملات إزالة أكثر تفصيلا على البيانات. وينبغي تقدير المفقود من الكتلة الحيوية (ΔB_{SS_L}) مباشرة بدلا من الاعتماد على الافتراضات الأساسية. وقد تشمل أيضا تقديرات المستويات العليا لتغيرات أرصدة الكربون في المستوطنات فئات فرعية إضافية في التقدير ــ مثل الكتلة الحيوية التحتية، والمادة العضوية الميتة، والمادة العضوية في التربة.

وبالنظر إلى أن هذه المنهجية ليست إلا أسلوبا أوليا فإننا لا نقدم أسلوبا محددا في إطار المستوى ٣. ومع ذلك، قد تختار البلدان وضع نُهج للتقدير باستخدام المستويات الأعلى، شريطة أن تعود بتقديرات تتسم بدرجة أكبر من التيقن المتعلق بانبعاثات غازات الدفيئة وعمليات الإزالة في المستوطنات.

التذييل ٤ ١-١-١-٢ اختيار معاملات الانبعاث/الإزالة

في أسلوب المستوى ١(أ)، معامل الإزالة هو CRW في المعادلة ٣-ألف التذييل ٤. وإذا استخدم أسلوب المستوى ١(أ)، ينبغي أن تكون القيمة الافتراضية لمعامل الإزالة CRW = ٢,٩ أطنان من الكربون (الغطاء التاجي للهكتار)/ سنة. ويستند هذا التقدير إلى عينة من ثمان مدن أمريكية تراوحت القيم فيها من ١,٨ إلى ٣,٤ أطنان من الكربون (غطاء تاجي للهكتار) في السنة (Nowak, 2002).

وفي أسلوب المستوى ١(ب)، معامل الإزالة هو C_{Rate_i} في المعادلة ٣-باء التذييل ٤. وإذا استخدم أسلوب المستوى ١(ب)، ينبغي استخدام القيم الافتراضية لمعدلات تراكم الكربون في كل فئة من فئات الأنواع الواسعة كما هو مبين في الجدول ١ من التذييل ٤ . وتستند هذه التقديرات إلى مختلف معادلات القياس التبايني والبيانات الميدانية المحدودة المأخوذة من المناطق الحضرية في الولايات المتحدة.

وفي أساليب المستويات العليا، ينبغي على البلدان أن تقوم بوضع معاملات إزالة ملائمة لظروفها الوطنية. وقد تستخدم المعدلات المحسوبة على أساس المساحة أو المعدلات الفردية. وينبغي أن تستند معدلات الإزالة الخاصة بالبلد إلى المناطق المناخية وأنواع الأشجار الغالبة في المستوطنات فيه. وفي حالة وضع معدلات إزالة خاصة بالبلد استنادا إلى تقديرات المادة الجافة في الكتلة الحيوية، لابد من تحويل هذه المعدلات إلى وحدات من الكربون باستخدام جزء افتراضي للكربون (CF) بقيمة ٠,٥ أطنان من الكربون لكل طن مادة جافة، أو جزء الكربون الذي يحدد بأنه ملائم أكثر لبيانات البلد.

وتحدد قيمة ΔB_{SS_L} بأنها تساوي صفرا على افتراض أن أشجار المناطق الحضرية ليست مصارف صافية للكربون أثناء نموها الفعلي وأن فترة النمو الفعلي تبلغ ٢٠ عاما تقريبا، تبعا لنوع الأشجار، وكثافة الزراعة، والموقع (مثل الأشجار التي تنمو على طول الطرقات أو في المتنزهات، أو في الأماكن الظليلة أو المشمسة، وما إلى ذلك). وفي حين أن ظروف الزراعة في المتنزهات والحدائق قد تكون ملائمة، يفترض أن ظروف النمو والظروف الصحية للأشجار الأقدم تتدهور باطراد على مر الزمن بسبب قسوة ظروف المناطق الحضرية (مثل انخفاض مستويات الإشعاع نسبيا وتلوث الهواء). ولذلك، من المفترض في هذه الأسلوب أن تراكم

الكربون في الكتلة الحيوية يتباطأ بمضي العمر، وهكذا يفترض أن الزيادات في كربون الكتلة الحيوية في الأشجار التي يزيد عمرها على ٢٠ عاما تعادلها المقادير المفقودة بسبب التشذيب وحالات موت الأشجار. ويُراعى ذلك بدقة عندما تكون قيمة ΔB_{SS_G} مساوية لقيم ΔB_{SS_L}.

وفي إطار أساليب المستويات العليا، ينبغي تقييم الفرضيات المتعلقة بقيمة ΔB_{SS_L} وتعديلها لمعالجة الظروف الوطنية بشكل أفضل. ومثال ذلك أن البلدان قد تتوفر لديها معلومات عن فواقد الكربون في أشجار المستوطنات تبعا لعمر الأشجار ونوعها. وينبغي في هذه الحالة أن تحدد البلدان قيمة المفقود وتوثق الموارد والأسس المنطقية المستخدمة في وضع هذه القيمة.

التذييل ٤-١-١-٣ اختيار بيانات الأنشطة

بيانات الأنشطة المطلوبة لتطبيق أسلوب المستوى ١ هي مساحات الغطاء التاجي للأشجار (A_{CROWN}) أو عدد فرادى الأشجار في فئات الأنواع الواسعة (NT_i). وفي أسلوب المستوى ١ (أ)، يمكن الحصول على البيانات المتعلقة بمساحة الغطاء التاجي (A_{CROWN}) من الصور الجوية للمناطق الحضرية بمساعدة الأشخاص المتمرسين في تفسير الصور وفي أخذ عينات الصور وقياس المساحات (Nowak *et al.*,1996). ويحدد الغطاء التاجي في العادة بأنه نسبة الأرض التي يغطيها إسقاط راسي من القطر الخارجي للغطاء الطبيعي المكون من أوراق النباتات. ومن المهم ملاحظة أن المعادلة ٣-ألف في التذييل ٤ تستخدم قيمة وليس نسبة مئوية للمساحة. وينبغي تحويل قيم نسبة الغطاء التاجي إلى مجموع مساحة الغطاء التاجي المستخدم لاستخدامه في المعادلة ٣-ألف من التذييل ٤ عن طريق ضرب النسبة المئوية للغطاء التاجي في مجموع مساحة الأشجار.

وفي أسلوب المستوى ١ (ب)، يمكن الحصول على السجلات الخاصة بالشجراء المصنفة إلى أنواع أو فئات الأنواع الواسعة من وكالات البلديات المعنية بالغطاء النباتي في المناطق الحضرية أو باستخدام أساليب المعاينة.

وفي إطار أسلوب المستوى ١، يمكن الحصول على أعداد الأشجار المصنفة إلى أنواع أو فئات الأنواع الواسعة باستخدام تصميم ملائم للمعاينة. ويمكن تعديل أساليب أخذ عينات المساحات المبينة في القسم ٥-٣ (أخذ العينات) في الفصل الخامس لتحقيق هذا الغرض.

التذييل ٤-١-١-٤ تقدير عدم التيقن

هناك مصدران أساسيان لعدم التيقن في الأساليب الأساسية المستخدمة، وهما عدم التيقن المقترن بمعاملات الإزالة وعدم التيقن المقترن ببيانات الأنشطة. وتقترن بمعامل الإزالة في أسلوب المستوى ١(ب) درجة من عدم تيقن تبلغ ± ٣٠% من المتوسط استنادا إلى آراء الخبراء. وسوف تحتاج البلدان إلى تقدير عدم التيقن المقترن بتقديرات المساحات أو أعداد الأشجار المستخدمة في نهج المستوى ١(أ) أو المستوى ١ (ب). ويوجد مصدر من عدم التيقن المشترك بين بيانات الأنشطة في كل مستوى، وهو عدم التيقن المرتبط بترسيم حدود المستوطنات. ويؤثر ذلك على اختلاف الأحجام النسبية لأنواع استخدامات الأراضي الحضرية (مثل الاستخدامات التجارية والسكنية والمتنزهات، وما إلى ذلك) من حيث عدد الأشجار ومدى الأسطح الممهدة والمبنية. وتتوقف أوجه عدم التيقن المرتبطة ببيانات الأنشطة على الأسلوب المستخدمة في تقدير مساحة الغطاء التاجي للأشجار. وتستند معظم الأساليب إلى تفسير الصور الجوية، ولكنها تختلف من حيث الأساليب المستخدمة في أخذ عينات تلك الصور. وقد يتراوح عدم التيقن النسبي لتقديرات مساحات الغطاء التاجي بين ± ٥% و±٢٠% من متوسط التقدير. وتُستمد أوجه عدم التيقن المرتبطة ببيانات الأنشطة (عدد الأشجار في كل فئة من فئات الأنواع العامة) من أساليب المعاينة المستخدمة في تقدير عدد الأشجار. وتتراوح تقديرات عدم التيقن المعتدلة بين ± ١٥% و±٢٥% من قيمة عدد الأشجار.

وللحصول على إرشادات عامة بشأن تحديد وقياس وتجميع أوجه عدم التيقن، يمكن الرجوع إلى القسم ٥-٢ (تحديد وقياس أوجه عدم التيقن) من الفصل الخامس من هذا التقرير.

التذييل ٤-٢ التمام

يتطلب التمام في تقديرات الانبعاثات والإزالة في المستوطنات إدراج كل المستوطنات القائمة في البلد أو على الأقل التي يزيد حجمها على حد معين، وكذلك تقديرات كل انبعاثات غازات الدفيئة ومصادرها ومصارفها ذات الصلة بالمستوطنات.

ومما يعوق إجراء تقدير كامل للتغيرات في أرصدة الكربون في هذه الفئة من فئات استخدام الأراضي الافتقار إلى الدراسات العالمية التي تتضمن طرقا للقياس الكمي وبيانات البارامترات الافتراضية. على أنه في ظل توفر البيانات في معظم وكالات البلديات، من المتوقع أن تتيح الأساليب والنهج المنهجية المقدمة أعلاه محاسبة شاملة نوعا ما للتغيرات التي تطرأ على مستجمعات الكربون في المستوطنات.

التذييل ٤-٣ وضع متسلسلة زمنية متسقة

ترد الإرشادات الخاصة بوضع متسلسلة زمنية متسقة في القسم ٥-٦ (اتساق المتسلسلات الزمنية وعمليات إعادة الحساب) من الفصل الخامس. ولكي توضع متسلسلة زمنية متسقة لفئة المستوطنات التي تظل مستوطنات، ينبغي بذل الجهود لإعداد قائمة جرد منتظمة لأشجار المستوطنات. ويمكن إجراء الجرد سنويا أو على مدى فترة زمنية أخرى منتظمة، ويمكن أن يشمل عدد الأنواع الفردية، ومقياسا لحجم الأشجار، مثل القطر بارتفاع الصدر حتى يتسنى تقدير النمو باستخدام عينات في فترات متعددة. وبالإضافة إلى ذلك، من المثالي أيضا تتبع فواقد الكتلة الحيوية بسبب التشذيب والوفاة باستخدام الجرد المنتظم لأشجار المستوطنات.

التذييل ٤-٤ الإبلاغ والتوثيق

ينبغي على البلدان أن تقدم في جداول الإبلاغ الوثائق المتعلقة تقديرات الانبعاثات وعمليات الإزالة في الكتلة الحيوية في المستوطنات التي تظل مستوطنات. وينبغي أن تشمل جداول الإبلاغ التغيرات في أرصدة الكربون (أطنان كربون/سنة) وكذلك انبعاثات/عمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون (جيغا غرام كربون/سنة). ومن الأهمية البالغة ملاحظة أن التغيرات في أرصدة الكربون، حسب المتعارف عليه، تكون موجبة عندما تتزايد أرصدة الكربون في المستجمعات الأرضية، وتكون سالبة عندما تتناقص في المستجمعات الأرضية. وعلى النقيض من ذلك، تسير انبعاثات/إزالة ثاني أكسيد الكربون وفقا لقواعد عكسية. ويتضمن القسم ٣-١-٧ (الإبلاغ) والمرفق ٣-٢ (جداول الإبلاغ) مزيدا من الإرشادات بشأن مصطلح الإشارات.

ولأغراض تحقيق الشفافية في البلاغات وتسهيل تحسين تقديرات الجرد، ينبغي على البلدان أن توثق بدقة القرارات المتخذة والنهج المستخدمة في تقدير انبعاثات وعمليات إزالة ثاني أكسيد الكربون من المستوطنات. وتحقيقا لهذه الغاية، ينبغي على البلدان أن تنظر في البنود التالية عند إعداد الوثائق:

- اسم كل مستوطنة وموقعها الجغرافي؛
- اسم مصدر (مصادر) بيانات الأنشطة أو البيانات التي تشتق منها بيانات الأنشطة؛
- الأساليب المستخدمة في الحصول على بيانات الأنشطة؛
- المعايير المستخدمة في إدراج أنواع الأشجار في فئات الأنواع الواسعة المحددة في الجدول١ من التذييل ٤؛
- المعاملات و/أو النسب المستخدمة في تكييف المتوسط السنوي لتراكم الكربون في كل شجرة مع النمو في الظروف الحضرية، إن أمكن؛
- مصدر (مصادر) معادلات النمو والأساليب المستخدمة للجمع بينها وللحصول على قيم معيارية مختلفة عن القيم المعيارية الواردة في هذا التذييل؛
- أساليب أخذ العينات والنماذج المستخدمة في تحديد نسب تراكم الكربون الخاصة بالبلد؛
- وصف الأساليب المستخدمة في تحديد مساحة المستوطنات؛

- نتائج تحليل الاتجاهات الزمنية لسجلات الانبعاثات السابقة، ومبررات إعادة حسابها، والإجراءات المستخدمة لهذا الغرض. وينبغي شرح التذبذبات الكبيرة في قيم المتسلسلات. ويمكن الرجوع إلى الإرشادات العامة الواردة في الفصل الخامس من هذا التقرير.

وينبغي إجراء توثيق سليم للبنود السالفة الذكر للرجوع إليها في المستقبل.

التذييل ٤-٥ ضمان ومراقبة جودة الجرد

من المستصوب إجراء اختبارات لمراقبة الجودة حسب ما هو مبين في القسم ٥-٥ (ضمان ومراقبة الجودة) من الفصل الخامس من هذا التقرير، واستكمال الإجراءات العامة ضمان ومراقبة الجودة المرتبطة بتجهيز البيانات ومعالجتها والإبلاغ عنها كما هو محدد في الفصل الخامس من هذا التقرير، بالإجراءات الخاصة بكل مصدر، وخاصة استعراض البارامترات، والمعادلات، وعمليات الحساب المستخدمة في تقدير قيم الانبعاثات. وينبغي أن يقوم المتخصصون الخارجيون (ولاسيما الخبراء المتخصصون في الحراجة الحضرية) وكذلك أصحاب الشأن المعنيون باستعراض تقديرات الجرد وقيم كل البارامترات ومعاملات الانبعاث المهمة.

المراجع

٣-١ مقدمة

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

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2000). Penman J., Kruger D., Galbally I., Hiraishi T., Nyenzi B., Emmanuel S., Buendia L., Hoppaus R., Martinsen T., Meijer J., Miwa K., and Tanabe K. (Eds). *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*. IPCC/OECD/IEA/IGES, Hayama, Japan.

٣-٢ الأراضي الحرجية

Andreae M.O., and Merlet P. (2002). Emission of trace gases and aerosols from biomass burning. *Global Biogeochemical Cycles*, 15 (4): pp. 955-966.

Bernoux M., Carvalho M. da CS, Volkoff B., Cerri C.C., Carvalho M. da CS. (2002). Brazil's soil carbon stocks. *Soil Science Society of America Journal*, 66(3), pp. 888-896.

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.

Brown S. (1997). Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer. FAO-Forestry-Paper 134. Forest Resources Assessment Publication, pp. 55.

Brumme R., Borken W., and Finke S. (1999). Hierarchical control on nitrous oxide emission in forest ecosystem. *Global Biogeochemical Cycles*, 13: pp. 1137-1148.

Butterbach Bahl K., Breuer L., Gasche R., Willibald G., and Papen H. (2002). Exchange of trace gases between soils and the atmosphere in Scots pine forest ecosystems of the northeastern German lowlands. 1. Fluxes of N2O, NO/NO2 and CH4 at forest sites with different N-deposition. *Forest Ecology and Management*, 167: pp. 123-134.

Chojnacky D.C. and Heath L.S. (2002). Estimating down deadwood from FIA forest inventory variables in Maine. *Environmental-Pollution*, 116: Suppl. 1 : S25-S30.

Conen F., Dobbie K.E., and Smith K.A. (2000). Predicting N_2O emissions from agricultural land through related parameters. *Global Change Biology*, 5: pp. 471-426.

Crutzen P.J., and Andreae M.O. (1990). Biomass burning in the tropics: impact on atmospheric chemistry and biogeochemical cycles. *Science*, 4988: pp. 1669-1678.

Obale-Ebanga F., Sevink J., de Groot W., and Nolte C. (2003). Myths of slash and burn on physical degradation of savannah soils: Impacts on Vertisols in North Cameroon. Soil-Use and Management,19 (1) : pp. 83-86.

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): pp. 185-190.

Hay G.J., Marceau D.J., Dube P., and Bouchard A. (2001). A multi-scale framework for landscape analysis: Object-specific analysis and upscaling. *Landscape-Ecology,* 16: pp. 471-490.

Duvall M.D., and Grigal D.F. (1999). Effects of timber harvesting on coarse woody debris in red pine forests across the Great Lakes states, USA. *Canadian Journal of Forest Research* 29 (12): pp. 1926-1934.

Food and Agriculture Organisation (FAO) (2001). Global Forest Resources Assessment 2000. Main Report. Forestry Paper 140, FAO, Rome: pp. 479.

FAO (1995). Forest Resources Assessment 1990: Global Synthesis. Forestry Papers 124, FAO, Rome: pp. 44.

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 (in Russian): pp. 94.

Fisher R.F. and Binkley D. (2000). Ecology and management of forest soils. John Wiley & Sons. New York: pp. 489.

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): pp. 863-877.

Harmon M. E., Krankina O.N., Yatskov M., and Matthews E. (2001). Predicting broad-scale carbon stores of woody detritus from plot-level data. In: Lai, R., J. Kimble, B. A. Stewart (eds.). Assessment Methods for Soil Carbon, CRC Press, New York, pp. 533-552.

Hoover C.M., Birdsey R.A., and Heath L.S. (2000). How to estimate carbon sequestration on small forest tracts. *Journal Forestry*, 98 (9): pp. 13-19.

Houghton R.A. (1999). The annual net flux of carbon to the atmosphere from changes in land-use 1850-1990. *Tellus*, 51B: pp.298-313.

Ilic J., Boland D., McDonald M., Downes G., and Blakemore P. (2000). Woody density Phase 1 – state of Knowledge. National Carbon Accounting System, Technical Report No 18. Australian greenhouse Office.

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

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2000). Penman J., Kruger D., Galbally I., Hiraishi T., Nyenzi B., Emmanuel S., Buendia L., Hoppaus R., Martinsen T., Meijer J., Miwa K., and Tanabe K. (Eds). *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*. IPCC/OECD/IEA/IGES, Hayama, Japan.

Jackson R.B., Banner J.L., Jobbagy E.B., Pockman W.T., and Wall D.H. (2002). Ecosystem carbon loss with woody plan invasion of grasslands. *Nature*, 418: pp. 623-626.

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): pp. 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: pp. 227-238.

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

Johnson M.G., Levine E.R., and Kern J.S. (1995). Soil organic matter: distribution, genesis, and management to reduce greenhouse gas emissions. *Water, Air and Soil Pollution* 82: pp. 593-615.

Jacinthe P.A., Lal R., Kimble J.M. (2002). Carbon dioxide evolution in runoff from simulated rainfall on long-term no-till and plowed soils in Southwestern Ohio. *Soil Tillage Research* 66 (1): pp. 23-33.

Kirschbaum-MUF (2000). How should forest fires be treated in the National Greenhouse Gas Inventory? *Australian-Forestry,* 63(2): pp. 136-141.

Klemedtsson L., Klemedtsson A.K., Moldan F., and Weslien P. (1997). Nitrous oxide emission from Swedish forest soils in relation to liming and simulated increased N-deposition. *Biology & Fertility of Soils* 25: pp 290-295.

Koehl M. (2000). Reliability and comparability of TBFRA 2000 results. In: TBFRA 2000, Geneva, UN-ECE/FAO: pp. 27-61.

Kramer H. (1982). Nutzungsplanung in der Forsteinrichtung. Sauerländer Verlag, Frankfurt: pp.128.

Kurz W. A. and Apps M. J. (1992). Atmospheric carbon and Pacific Northwest Forests. In: Wall, G. (ed.). Implication of climate change for Pacific Northwest Forest management. Un. of Waterloo. Dept. of Geography. *Occasional Paper* No. 15: pp. 69-80.

Lafleur P.M., Roulet N.T., Bubier J.L., Frolking S., and Moore T.R. (2003). Inter-annual variability in the peatland-atmosphere carbon dioxide exchange at an ombrotrophic bog - art. no 1036. *Global-Biogeochemical-Cycles*, 17 (2): pp. 00-00.

Laitat É., Karjalainen T., Loustau D., and Lindner M. (2000). Introduction: Towards an integrated scientific approach for carbon accounting in forestry. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement* 2000 4(4): pp. 315-319.

Izaurralde R.C., Rosenberg N.J., and Lal R. (2001). Mitigation of climatic change by soil carbon sequestration: issues of science, monitoring, and degraded lands. *Advances-in-Agronomy,* 70: pp. 1-75.

Lehtonen X, Mäkipää R., Heikkinen J., Sievänen R., and Liski J. (2003). Biomass expansion factors (BEFs) for Scots pine, Norway spruce and birch according to stand age for boreal forests, *Forest Ecology and Management, In Press, Corrected Proof, Available online 24 September 2003.*

Levine J.S., Wesley III R.C., Winstead E.L., Thinehart R.P., Cahoon Jr. D.R., Sebacher D.K., Sebacher S., and Stocks B.J. (1991). Biomass burning: combustion emissions, satellite imagery, and biogenic emissions. In: J.S. Levine (Ed.) *Global Biomass Burning* MIT Press, Cambridge: pp. 264-271.

Li Z., 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 (1): pp. 126-136.

Li C.S., Aber J, Stange F, Butterbach Bahl K., and Papen H. (2000). A process-oriented model of N_2O and NO emissions from forest soils: 1. Model development. *Journal of Geophysical Research Atmospheres.* 105 (D4): pp. 4369-4384.

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

Löewe H, Seufert G., and Raes F. (2000). Comparison of methods used within Member States for estimating CO2 emissions and sinks according to UNFCCC and EU Monitoring Mechanism: forest and other wooded land. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement 2000* 4(4): pp. 315-319.

Martikainen P.J., Nykanen H., Alm J., and Silvola J. (1995). Change in fluxes of carbon dioxide, methane and nitrous oxide due to forest drainage of mire sites of different trophy. *Plant & Soil* 169: pp. 571-577.

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: pp. 1553-1569.

Mosier A. and Kroeze C. (1999). Contribution of agroecosystems to the global atmospheric N_2O budget. Proceedings of International workshop on reducing N_2O emission from agroecosystems, Banff, Canada, March 1999.

Mosier A. R., Delgado J.A., and Keller M. (1998). Methane and nitrous oxide fluxes in an acid Oxisol in Western Puerto Rico: Effects of tillage, liming and fertilization. *Soil Biology & Biochemistry* 30: pp. 2087-2098.

Page-Dumroese D, Jurgensen M, Elliot W, *et al*. (2000). Soil quality standards and guidelines for forest sustainability in northwestern North America. *Forest Ecology Management* 138 (1-3): pp. 445-462.

Papen H., and Butterbach-Bahl K. (1999). A 3-year continuous record of nitrogen trace gas fluxes from untreated and limed soil of a N-saturated spruce and beech forest in Germany - 1. N_2O emissions. *Journal of Geophysical Research* 104: pp. 18487-18503.

Paul K.I., Polglase P.J., Nyakuengama J.G., and Khanna P.K. (2002). Change in soil carbon following afforestation.*Forest Ecology and Management* 168: pp. 241-257.

Polglase P.J., Paul K.I., Khanna P.K., Nyakuengama J.G., O'Connell A.M., Grove T.S., and Battaglia M. (2000). Change in soil Carbon Following Afforestation or Reforestation. National Carbon Accounting system technical report no. 20 Australian Greenhouse Gas Office, Canberra.

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

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

Renault P. (1999). Les modèles opérationnels d'émission de N_2O par les sols aux échelles régionales. *C.R. Acad. Agri. Fr.* 85, 6 : pp. 163-176.

Richter D.D., Markewitz D., Trumbore S.E. and Wells C.B. (1999). Rapid accumulation and turnover of soil carbon in a re-establishing forest. *Nature* 400: pp. 56-58.

Schelhaas M.J., Varis S., and Schuck A. (2001). Database on Forest Disturbances in Europe (DFDE), European Forest Institute, Joensuu, Finland, http://www.efi.fi/projects/dfde/.

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: pp. 167-186.

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.

Smith J.E., and Heath L.S. (2002). A model of forest floor carbon mass for United States forest types. General Technical Report, USDA Forest Service, Northeastern Research Station, Newtown Square, PA. In press.

Smith K. A., Dobbie K.E., Ball B.C., Bakken L.R., Sitaula B.K., Hansen S., Brumme R., Borken W., Christensen S., Priemé A., Fowler D., MacDonald J.A., Skiba U., Klemedtsson L., Kasimir-Klemedtsson A., Degórska A., and Orlanski P. (2000). Oxidation of atmospheric methane in Northern European soils, comparison with other ecosystems, and uncertainties in the global terrestrial sink. *Global Change Biology* 6: pp. 791-803.

Smith K.A., Bouwman L., and Braatz B. (1999). Nitrous oxide: direct emissions from agricultural soils. Background paper for IPCC Workshop on Good Practice in Inventory Preparation : Agricultural sources of methane and nitrous oxide, 24-26 February 1999, Wageningen, The Netherlands.

Spies T.A., Franklin J.F., and Thomas T.B. (1988). Coarse woody debris in Douglas-fir forests of Western Oregon and Washington. *Ecology* 6: pp. 1689-1702.

Stange F., Butterbach-Bahl K., Papen H., *et al.* (2000). A process-oriented model of N_2O and NO emissions from forest soils 2. Sensitivity analysis and validation. *Journal of Geophysical Research Atmosphere* 105 (D4): pp. 4385-4398.

Thormann M.N., Szumigalski A.R., Bayley S.E. (1999). Aboveground peat and carbon accumulation potentials along a bog-fen marsh wetland gradient in southern boreal Alberta, Canada. *Wetlands* 19 (2): pp 305-317.

Tremblay S., Ouimet R. and Houle D. (2002). Prediction of organic carbon content in upland forest soils of Quebec, Canada. *Can. J. For. Res*. 32: pp. 903-914.

UN-ECE/FAO (20000)

Vogt K.A., Vogt D.J., Pamiotto P.A., Boon P., O'Hara J., and Asbjornsen H. (1996). Review of root dynamics in forest ecosystems grouped by climate, climatic forest type, and species. *Plant and Soil* 187: pp. 159-219.

Yavitt J. B., Fahey T.J., and Simmons J.A. (1997). Methane and carbon dioxide dynamics in a northern hardwood ecosystem. *Soil Science Society of America Journal* 59: pp. 796-804.

Zagreev V.V., Sukhikh B.I., Shvidenko A.Z., Gusev N.N., and Moshkalev A.G. (1993). The All-Union Standards for Forest Inventory. *Kolos*, Moscow, p. 495. (In Russian).

Zoltai S.C. and Vitt D.H. (1995). Canadian wetlands – environmental gradients and classification. *Vegetation* 118 (1-2): pp. 131-137.

٣-٣ الأراضي الزراعية

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: pp. 755-774.

Barbosa R.I. and Fearnside P.M. (1996). Pasture burning in Amazonia: Dynamics of residual biomass and the storage and release of aboveground carbon. *Journal of Geophysical Research* (Atmospheres) 101(D20): pp. 25847-25857.

Bernoux M., Carvalho M.D.S., Volkoff B., and Cerri C.C. (2002). Brazil's soil carbon stocks. *Soil Science Society of America Journal* 66: pp. 888-896.

Conant R.T. and Paustian K. (2002). Spatial variability of soil organic carbon in grasslands: implications for detecting change at different scales. *Environmental Pollution* 116: pp. 127-135.

Davidson E. A. and Ackerman I.L. (1993). Changes in soil carbon inventories following cultivation of previously untilled soils. *Biogeochemistry* 20: pp. 161–164.

Dixon R.K., Winjum J.K., and Schroeder P.E. (1993). Conservation and sequestration of carbon: the potential of forests and agroforest management practices. *Global Environmental Change* 3: pp. 159-173.

Dobbie K.E., McTaggart I.P., and Smith K.A. (1999). Nitrous oxide emissions from intensive agricultural systems: Variations between crops and seasons, key driving variables, and mean emission factors. *Journal of Geophysical Research-Atmospheres* 104: pp. 26891-26899.

Fearnside P.M. (1990). Fire in the tropical rainforest of the Amazon basin. In: Fire in the tropical biota Goldammer, J.G.(ed). Ecological Studies 84, Springer-Verlag, N.Y. : pp. 106-116.

Fearnside P.M. (2000). Global warming and tropical land-use change: greenhouse gas emissions from biomass burning, decomposition and soils in forest conversion, shifting cultivation and secondary vegetation. *Climatic Change* 46: pp. 115-158.

Firestone M.K. and Davidson E.A. (1989) Microbiological basis of NO and N_2O production and consumption in soil. In: Andreae M.O. and D. S. Schimel (eds) . Exchange of Trace Gases Between Terrestrial Ecosystems and the Atmosphere, Wiley, N.Y: pp. 7-21.

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

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2000). Penman J., Kruger D., Galbally I., Hiraishi T., Nyenzi B., Emmanuel S., Buendia L., Hoppaus R., Martinsen T., Meijer J., Miwa K., and Tanabe K. (Eds). *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*. IPCC/OECD/IEA/IGES, Hayama, Japan.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2000b). Watson R., Noble I.R., Bolin B., Ravindranath, N.H., Verardo D.J. and Dokken D.J. (Eds) *Land use, Land-use Change, and Forestry: A Special Report*. Cambridge University Press. Cambridge, UK.

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): pp. 423-436.

Klemedtsson L., Klemedtsson A.K., Moldan F., and Weslien P. (1997). Nitrous oxide emission from Swedish forest soils in relation to liming and simulated increased N-deposition. *Biology & Fertility of Soils* 25: pp 290-295.

Masera O. R., Garza-Caligaris J.F., Kanninen M., Karjalainen T., Liski J., Nabuurs G.J., Pussinen A., de Jong B.H.J., and Mohren G.M.J. (2003). Modeling carbon sequestration in afforestation, agroforestry and forest management projects. *Ecological Modelling* 164: pp. 177-199.

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

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

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

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

Paul E.A., Paustian K., Elliott E.T. and Cole C.V. (eds) (1997) Soil organic matter in temperate agroecosystems: Long-term Experiments in North America. CRC Press, Boca Raton, 414 p.

Schroeder P. (1994). Carbon storage benefits of agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 27: pp. 89-97.

Schroth G., D'Angelo S.A., Teixeira W.G., Haag D., and Lieberei R. (2002). Conversion of secondary forest into agroforestry monoculture plantations in Amazonia: consequences for biomass, litter and soil carbon stocks after 7 years. *Forest Ecology and Management* 163: pp. 131-150.

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

Smith P., Powlson D., Glendining, M. (1996). Establishing a European GCTE soil organic matter network (SOMNET). In: Powlson D.S., Smith P., and Smith J.U. (eds.), Evaluation of Soil Organic Matter Models Using Existing Long-Term Datasets. NATO ASI Series, Vol 38, Springer-Verlag, Berlin: pp. 81-97.

Soil Organic Matter Network (SOMNET) (1996). Model and Experimental Metadata. GCTE Task 3.3.1. Smith P., Smith J.U., and Powlson D.S. (eds). Global Change and Terrestrial Ecosystems Report No 7. GCTE Focus 3 Office, Wallingford, UK. 255 p.

٣-٤ المروج الطبيعية

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

Armentano T.V. and Menges E.S. (1986). Patterns of change in the carbon balance of organic soil-wetlands of the temperate zone. Journal-of-Ecology. 74, 3: pp. 755-774.

Baldocchi D., Kelliher F.M., Black T.A., Jarvis P. (2000). Climate and vegetation controls on boreal zone energy exchange. *Global Change Biology*,-Supplement. 6: Supplement 1,pp. 69-83.

Baldocchi D., Falge E., Gu L.H., Olson R., Hollinger D., Running S., Anthoni P., Bernhofer C., Davis K., Evans R., Fuentes J., Goldstein A., Katul G., Law B., Lee X.H., Malhi Y., Meyers T., Munger W., Oechel W., Pilegaard K., Schmid H.P., Valentini R., Verma S., Vesala T., Wilson K., and Wofsy S. (2001). FLUXNET: A new tool to study the temporal and spatial variability of ecosystem-scale carbon dioxide, water vapor, and energy flux densities. Bulletin of the American Meteorological Society 82: pp. 2415-2434.

Barbosa R.I. and Fearnside P.M. (1996). Pasture burning in Amazonia: Dynamics of residual biomass and the storage and release of aboveground carbon. *Journal of Geophysical Research* (Atmospheres) 101(D20): pp. 25,847-25,857.

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

Conant R.T. and Paustian K. (2002a). Spatial variability of soil organic carbon in grasslands: implications for detecting change at different scales. Environmental Pollution 116: pp. 127-135.

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

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

Davidson E. A. and Ackerman I.L. (1993). Changes in soil carbon inventories following cultivation of previously untilled soils. *Biogeochemistry* 20: pp. 161–164.

Delmas R.A., Loudjana P., Podaire A., and Menaut J.C. (1991). Biomass burning in Africa: An assessment of annually burnt biomass. In; Levine J.S. (ed), Global Biomass Burning: Atmosphere, Climatic and Biosphere Implications, MIT Press, Cambridge, Mass.: pp. 147-154.

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.

Fearnside P.M. (1990). Fire in the tropical rainforest of the Amazon basin. pp 106-116 *In*: Goldammer J.G.(ed.) Fire in the tropical biota. Ecological Studies 84, Springer-Verlag, N.Y. 497 p.

Fearnside P.M. (2000). Global warming and tropical land-use change: greenhouse gas emissions from biomass burning, decomposition and soils in forest conversion, shifting cultivation and secondary vegetation. *Climatic Change* 46: pp. 115-158.

Guo L.B. and Gifford R.M. (2002). Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis. *Global Change Biology* 8: pp. 345-360.

Hao W.M., Darold E.W., Olbu G., and Baker S.P. (1996). Emissions of CO_2, CO and hydrocarbons from fires in diverse African savanna ecosystems. *Journal of Geophysical Research*, Vol 101, No. D19: pp 23577-23584.

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

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2000). Penman J., Kruger D., Galbally I., Hiraishi T., Nyenzi B., Emmanuel S., Buendia L., Hoppaus R., Martinsen T., Meijer J., Miwa K., and Tanabe K. (Eds). *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*. IPCC/OECD/IEA/IGES, Hayama, Japan.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2000b). Watson R., Noble I.R., Bolin B., Ravindranath, N.H., Verardo D.J. and Dokken D.J. (Eds) *Land use, Land-use Change, and Forestry: A Special Report*. Cambridge University Press. Cambridge, UK.

Jackson R.B., Banner J.L., Jobbagy E.B., Pockman W.T., and Wall D.H. (2002). Ecosystem carbon loss with woody plan invasion of grasslands. *Nature* 418: pp. 623-626.

Jackson R.B., Canadell J., Ehleringer J.R., Mooney H.A., Sala O.E., and Schulze E.D. (1996). A global analysis of root distributions for terrestrial biomes. *Oecologia* 108: pp. 389-411.

Kuhlbusch T.A.J., Andreae M.O., Cachier H., Goldammer J.G., Lacaux J.P., Shea R., and Crutzen P.J. (1996). Black carbon formation by savanna fires: Measurements and implications for the global carbon cycle. *Journal of Geophysical Research*, Vol 101, No D19: pp. 23651-23665.

Lacaux J.P., Delmas R., and Jambert C. (1996). NO_x emissions from African savanna fires. *Journal of Geophysical Research*, Vol 101, No D19: pp. 23585-23595.

Lobert J. M., Scharffe D.H., Hao W.M., Kuhlbusch T.A., Seuwen R., Warneck P., and Crutzen P.J. (1993). Experimental evaluation of biomass burning emissions: Nitrogen carbon containing compounds. In: Levine J.S. (ed) Global Biomass Burning, MIT Press.

Lobert J.M. and Warnatz J. (1993). Emissions from combustion process in vegetation. In: Crutzen P.J. and Goldammer J.G.,Fire in the environment, John Wiley, New York: pp. 15-37.

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

Milchunas D.G. and Lauenroth W.K. (1993). Quantitative effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments. *Ecological Monographs* 63: pp. 327-366.

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

Nihlgard B. (1972). Plant biomass, primary production and distribution of chemical elements in abeech and aplanted spruce forest in South Sweden. *Okos* 23: pp. 69-81.

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

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

Ojima D.S., Parton W.J., Schimel D.S., Scurlock J.M.O., and Kittel T.G.F. (1993). Modeling the effects of climatic and CO_2 changes on grassland storage of soil C. *Water, Air, and Soil Pollution* 70: pp. 643-657.

Olson R. J., Scurlock, J. M. O., Prince S. D., Zheng D. L., and Johnson K. R. (eds.) (2001). NPP Multi-Biome: NPP and Driver Data for Ecosystem Model-Data Intercomparison. Data set. Available on-line [http://www.daac.ornl.gov] from the Oak Ridge National Laboratory Distributed Active Archive Center, Oak Ridge, Tennessee, U.S.A.

Pacala S.W., Hurtt G.C., Baker D., Peylin P., Houghton R.A., Birdsey R.A., Heath L., Sundquist E.T., Stallard R.F., Ciais P., Moorcroft P., Caspersen J.P., Shevliakova E., Moore B., Kohlmaier G., Holland E., Gloor M., Harmon M.E., Fan S.M., Sarmiento J.L., Goodale C.L., Schimel D., and Field C.B. (2001). Consistent land- and atmosphere based US carbon sink estimates. *Science* 292: pp. 2316-2320.

Scholes R. J., Kendall J., and Justice C.O. (1996). The quantity of biomass burned in southern Africa, *Journal of Geophysical Research*, Vol 101. NO D19: pp. 23677-23682.

Smith P., Powlson D. S., Glendining M. J., and Smith J. O. U. (1997). Potential for carbon sequestration in European soils: preliminary estimates for five scenarios using results from long-term experiments. *Global Change Biology* 3: pp. 67-79.

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

Ward D.E., Hao W.M., Susott R.A., Babbitt R.E., Shea R.W., Kauffman J.B. and Justice C.O. (1996). Effect of fuel composition on combustion efficiency and emission factors for African savanna ecosystems. *Journal of Geophysical Research*, Vol 101, No D19: pp. 23569-23574.

٣-٥ الأراضي الرطبة

Alm J., Saarnio S., Nykanen H., Silvola J., and Martikainen P. J. (1999). Winter CO_2, CH_4 and N_2O fluxes on some natural and drained boreal peatlands. *Biogeochemistry* 44: pp. 163-186.

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

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2000). Penman J., Kruger D., Galbally I., Hiraishi T., Nyenzi B., Emmanuel S., Buendia L., Hoppaus R., Martinsen T., Meijer J., Miwa K., and Tanabe K. (Eds). *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*. IPCC/OECD/IEA/IGES, Hayama, Japan.

Laine J. and Minkkinen K. (1996). Effect of forest drainage on the carbon balance of a mire - a case study. *Scandinavian Journal of Forest Research* 11: pp. 307-312.

Laine J., Silvola J., Tolonen K., Alm J., Nykanen H., Vasander H., Sallantaus T., Savolainen I., Sinisalo J., and Martikainen P. J. (1996). Effect of water-level drawdown on global climatic warming - northern peatlands. *Ambio* 25: pp. 179-184.

LUSTRA (2002). Land Use Strategies for Reducing Net Greenhouse Gas Emissions. Annual Report 2002, Uppsala, Sweden. http://www.sml.slu.se/lustra/index.phtml

Minkkinen K., Korhonen R., Savolainen I., and Laine J. (2002). Carbon balance and radiative forcing of Finnish peatlands 1900-2100 the impact of forestry drainage. *Global Change Biology* 8: pp. 785-799.

Sundh I., Nilsson M., Mikkela C., Granberg G., and Svensson B. H. (2000). Fluxes of methane and carbon dioxide on peat-mining areas in Sweden. *Ambio* 29: pp. 499-503.

٣-٦ المستوطنات

Nowak D.J. and Crane D.E. (2002). Carbon storage and sequestration by urban trees in the United States. *Environmental Pollution* 116(3): pp. 381-389.

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

التذييل ١ منتجات الخشب المقطوع: أساس التطوير المنهجي في المستقبل

Burden R.L. and Faires J.D. (2001). Numerical Analysis, 7th ed. Brooks/ Cole Publishing. 810 p.

Food and Agriculture Organization 1999. FAO Yearbook – Forest Products 1997. FAO Forestry Series No. 42. Rome. 245 pp. ftp://ftp.fao org/fo/fon/fons/FOYB1997.pdf

Food and Agriculture Organization 2002a. FAOSTAT Forestry data. Web site: http://apps.fao.org/page/collections?subset=forestry accessed July 1, 2002.

Flugsrud K., Hoem B., Kvingedal E. and Rypdal R. (2001). Estimating the net emissions of CO_2 from harvested wood products. SFT report 1831/200. Norwegian Pollution Control Authority, Oslo. 47 p. http://www.sft.no/ publikasjoner/luft/1831/ta1831.pdf

Gjesdal S.F.T., Flugsrud K., Mykkelbost T.C., and Rypdal K. (1996). A balance of use of wood products in Norway, Norwegian Pollution Control Authority SFT, Report 96:04, 54 p.

Haynes *et al.* (1990). An Analysis of the timber situation in the United States: 1989-2040. USDA Forest Service. Gen. Tech. Rpt. RM-199. 268 p.

Heath L. S., Birdsey R.A., Row C., and Plantinga A.J. (1996). Carbon pools and fluxes in U.S. forest products. In: Apps M.J. and Price D.T. (eds.), Forest Ecosystems, Forest Management and the Global Carbon Cycle. NATO ASI Series, Springer-Verlag, Berlin: pp. 271-278.

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

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (1998). Evaluating Approaches for Estimating Net Emissions of Carbon Dioxide from Forest Harvesting and Wood Products. Meeting Report, Dakar, Senegal, 5-7 May 1998. Brown S., Lim B. and Schlamadinger B. IPCC/OECD/IEA, Paris, France. See http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/mtdocs/dakar.htm

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2000). Penman J., Kruger D., Galbally I., Hiraishi T., Nyenzi B., Emmanuel S., Buendia L., Hoppaus R., Martinsen T., Meijer J., Miwa K., and Tanabe K. (Eds). *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*. IPCC/OECD/IEA/IGES, Hayama, Japan.

Karjalainen T., Kellomaki S., and Pussinen A. (1994). Role of Wood-based Products in Absorbing Atmospheric Carbon. *Silva Fennica* 28 (2): pp. 67-80.

Micales J.A. and Skog K.E. (1997). The decomposition of forest products in landfills. *International Biodeterioration and Biodegradation* 39 (2-3): pp. 145-158.

Nabuurs G.J. and Sikkema R. (1998). Application and Evaluation of the Alternative IPCC Methods for Harvested Wood Products in the National Communications; Proceedings for the IPCC Expert Meeting on Evaluating approaches for estimating net emissions from harvested wood products, Wageningen, The Netherlands

Pingoud K., Savolainen I., and Seppälä H. (1996). Greenhouse impact of the Finnish forest sector including forest products and waste management. *Ambio* 25: pp. 318-326.

Pingoud K., Perälä A.L., and Pussinen A. (2001). Carbon dynamics in wood products. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 6: pp. 91–111.

Skog K., and Nicholson G. (1998). Carbon Cycling through Wood Products: The Role of Wood and Paper Products in Carbon Sequestration. *Forest Products Journal* 48 (7/8): pp. 75-83.

التذييل ٢ الغازات من غير ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن تجفيف وإعادة ترطيب تربة الأراضي الحرجية : أساس التطوير المنهجي في المستقبل

Alm J., Saarnio S., Nykanen H., Silvola J. And Martikainen P.J. (1999). Winter CO_2, CH_4 and N_2O fluxes on some natural and drained boreal peatlands. *Biogeochemistry* 44: pp. 163 – 186.

Bartlett K.B. and Harriss R.C. (1993). Review and assessment of methane emissions from wetlands. *Chemosphere* 26: pp. 261 -320.

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

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2000). Penman J., Kruger D., Galbally I., Hiraishi T., Nyenzi B., Emmanuel S., Buendia L., Hoppaus R., Martinsen T., Meijer J., Miwa K., and Tanabe K. (Eds). *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*. IPCC/OECD/IEA/IGES, Hayama, Japan.

Klemedtsson L., Weslien P., Arnold K., Agren G., Nilsson M., and Hanell B. (2002). Greenhouse gas emissions from drained forests in Sweden. In: Olsson M. (ed.) Land use strategies for reckoning net greenhouse gas emissions. Mistra Programme: Progress report 1999 – 2002. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala: pp. 44 – 67.

Komulainen V.M., Nykanen H., Martikainen P.J. and Laine J. (1998). Short-term effect of restoration on vegetation change and methane emissions form peatlands drained for forestry in southern Finland. *Can. J. For. Res.* 28: pp. 402 – 411.

Laine J., Silvola J., Tolonen K., Alm J., Nykanen H., Vasander H., Sallantaus T., Savolainen I., Sinisalo J., and Martikainen P. J. (1996). Effect of water-level drawdown on global climatic warming – northern peatlands. *Ambio* 25: pp. 179-184.

Martikainen P. J., Nykanen H., Alm J., and Silvola J. (1995). Change in fluxes of carbon dioxide, methane and nitrous oxide due to forest drainage of mire sites of different trophy. *Plant & Soil* 169: pp. 571-577.

Regina K., Nykänen H., Silvola J., and Martikainen P. J. (1996). Nitrous oxide production in boreal peatlands of different hydrology and nutrient status. In: Northern peatlands in global climatic change. Proceedings of the international workshop. Academy of Finland, Hyytiälä: pp. 158-166.

Roulet N.T. and Moore T.R. (1995). Methane Emissions from Canadian Peatlands. In: Lal R., Kimble J., Levine E., and Stewart B.A., Soils and Global Change, CRC Lewis Publishers, Boca Raton: pp. 153-164.

Tuittila, E-S., Komulainen, V-M., Vasander, H., Nykänen, H., Martikainen, P.J. & Laine, J. (2000). Methane dynamics of a restored cut-away peatland. Global Change Biology 6: 569-581.

التذييل ٣ الأراضي الرطبة التي تظل أراض رطبة: أساس التطوير المنهجي في المستقبل

التربة العضوية المهيأة لاستخلاص الخث

Alm, J., S. Saarnio, H. Nykanen, J. Silvola, and P. J. Martikainen. (1999). Winter CO_2, CH_4 and N_2O fluxes on some natural and drained boreal peatlands. Biogeochemistry 44:163-186.

Andriesse, J. P. (1988) Nature and Management of Tropical Peat Soils, FAO SOILS BULLETIN 59, http://www.fao org/docrep/x5872e/x5872e04.htm

Feehan, J. & O'Donovan, G. (1996) *The Bogs of Ireland*. The Environmental Institute, University College Dublin, Ireland.

Fey, A., G. Benckiser and J.C.G. Ottow (1999). Emissions of nitrous oxide from a constructed wetland using a groundfilter and macrophytes in waste-water purification of a dairy farm. Biol Fertil Soils 29, 354-359.

Huttunen, J.T., T.S. Vaisanen, S. K. Hellsten, M. Heikkinen, H. Nykanen, H. Jungner, A. Niskanen, M. O. Virtanen, O.V. Lindqvist, O. S. Nenonen, and P.J. Martikanen, (2002), Fluxes of CH_4, CO_2, and N_2O in hydroelectric reservoir Lokka and Porttipahata in the northern boreal zone in Finland, Global Biogeochemical Cycles, 16,1.

Laine, J., and K. Minkkinen. (1996). Effect of forest drainage on the carbon balance of a mire - a case study. Scandinavian Journal of Forest Research 11:307-312

Laine, J., J. Silvola, K. Tolonen, J. Alm, H. Nykanen, H. Vasander, T. Sallantaus, I. Savolainen, J. Sinisalo, and P. J. Martikainen. (1996). Effect of water-level drawdown on global climatic warming - northern peatlands. Ambio 25:179-184.

Lappalainen, E. (1996) Global Peat Resources. Saarijärvi, Finland, Saarijärven Offset Oy.

Lappalainen, E. and Zurek, S. (1996a). Peatlands in other African countries. In: Lappalainen (Ed.), Global Peat Resources, International Peat Society, Finland, pp 239-242.

Lappalainen, E. and Zurek, S. (1996b). Peatlands in other Asian countries. In: Lappalainen (Ed.), Global Peat Resources, International Peat Society, Finland, pp 209-212.

Lappalainen, E. and Zurek, S. (1996c). Peatlands in central and south America. In: Lappalainen (Ed.), Global Peat Resources, International Peat Society, Finland, pp 279-282.

LUSTRA (2002): Land Use Strategies for Reducing Net Greenhouse Gas Emissions. Annual Report 2002, Uppsala, Sweden. http://www.sml.slu.se/lustra/index.phtml

Martikainen, P. J., H. Nykanen, J. Alm, and J. Silvola. (1995). Change in fluxes of carbon dioxide, methane and nitrous oxide due to forest drainage of mire sites of different trophy. Plant & Soil 169:571-577.

Minkkinen, K., R. Korhonen, I. Savolainen, and J. Laine.(2002). Carbon balance and radiative forcing of Finnish peatlands 1900-2100 the impact of forestry drainage. Global Change Biology 8:785-799.

Mosier A. and C. Kroeze, (1999). Contribution of agroecosystems to the global atmospheric N_2O budget. Proceedings of International workshop on reducing N_2O emission from agroecosystems, Banff, Canada, March 1999.

OECD/IUCN. (1996). Guidelines for aid agencies for improved conservation and sustainable use of tropical and sub-tropical wetlands. OECD, Paris.

Regina, K., H. Nykänen, J. Silvola, and P. J. Martikainen. (1996). Nitrous oxide production in boreal peatlands of different hydrology and nutrient status. Pages 158-166 in Northern peatlands in global climatic change. Proceedings of the international workshop. Academy of Finland, Hyytiälä

Rubec, C. (1996). The status of peatland resources in Canada. In: Lappalainen (Ed.), Global Peat Resources, International Peat Society, Finland, pp 243-252.

Smith K.A., L. Bouwman, B. Braatz, (1999). Nitrous oxide : direct emissions from agricultural soils. Background paper for IPCC Workshop on Good Practice in Inventory Preparation : Agricultural sources of methane and nitrous oxide, 24-26 february 1999, Wageningen, The Netherlands.

Sundh, I., Nilsson, M., Mikkela, C., Granberg, G., Svensson, B.H.,(2000). Fluxes of methane and carbon dioxide on peat-mining areas in Sweden. Ambio 29(8), 499-503.

Tarnocai, C., Kettles, I.M., Lacelle, B. (2000). Peatlands of Canada. Geological Survey of Canada, Ottawa, Ont. Open File 3152 (map).

Umeda, Y. And Inoue, T. (1996). Peatlands of Japan. In: Lappalainen (Ed.), Global Peat Resources, International Peat Society, Finland, pp 179-182.

Xuehui, M and Yan, H. (1996). Peat and peatlands in China. . In: Lappalainen (Ed.), Global Peat Resources, International Peat Society, Finland, pp 163-168

الأراضي المغمورة التي تظل أراض مغمورة

Dos Santos, M.A., (2000), Inventário emissões de gases de efeito estufa derivadas de Hidréletricas, PhD. Dissertation, University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil, 154p.

Duchemin, É, (2000), Hydroelectricity and greenhouse gases: Emission evaluation and identification of biogeochemical processes responsible for their production, PhD. Disseration, Université du Québec à Montréal, Montréal (Québec), Canada, 321 p (available on CD-ROM)

Duchemin, É. (2002a), Greenhouse gases emissions from US reservoirs: Spot sampling in the Columbia River Basin and in the Sierra Nevada region, Report for Environmental Fund Defense, DREXenvironment, 47p. (available on CD-ROM)

Duchemin, É., (2002b), Canadian Reservoir Database, Environment Canada/DREXenvironment, CD-ROM.

Duchemin, É., M. Lucotte, R. Canuel and A. Chamberland, (1995), Production of the greenhouse gases CH_4 and CO_2 by hydroelectric reservoirs of the boreal region, *Global Biogeochemical Cycles*, 9, 4, 529-540.

Duchemin, É., R. Canuel, P. Ferland, and M. Lucotte, (1999), Étude sur la production et l'émission de gaz à effet de serre par les réservoirs hydroélectriques d'Hydro-Québec et des lacs naturels (Volet 2), Scientific report, Direction principal Planification Stratégique - Hydro-Québec, 21046-99027c, 48p.

Duchemin, É., M. Lucotte, R. Canuel, D. Almeida Cruz, H. C. Pereira, J. Dezincourt and A. G. Queiroz, (2000), Comparison of Greenhouse Gas Emissions from an Old Tropical Reservoir and from other Reservoirs Worldwide, *Verh. International Verein. Limnol.*, 27, 3, 1391-1395.

Duchemin, É., M. Lucotte, R. Canuel, (2002a), CH_4 and CO_2 emissions from boreal reservoirs upon ice break-up, submitted to *Global Biogeochemical Cycles*.

Duchemin, É, M. Lucotte, V. St-Louis,and R. Canuel, (2002b) , Hydroelectric reservoirs as anthropogenic source of greenhouse gases, World Resources Review, 27, 3,

Fearnside, P.M. (2002). Greenhouse gas emissions from a hydroelectric reservoir (Brazil's Tucuruí Dam) and the energy policy implications. Water, Air and Soil Pollution 133(1-4): 69-96.

Galy-Lacaux, C., R. Delmas, C. Jambert, J.-F. Dumestre, L. Labroue, S. Richard and P. Gosse, (1997), Gaseous emissions and oxygen consumption in hydroelectric dams: a case study in French Guyana, Global Biogeochemical Cycle, 11,4, 471-483.

Hélie, (2003), Approche isotopique des flux et de la géochimie du carbone dans les milieux aquatiques de l'est du Canada : exemple du Saint-Laurent et du réservoir Robert-Bourassa, PhD. Dissertation, Université du Québec à Montréal, Montréal (Québec), Canada.

Houel, (2002), Dynamique de la matière organique terrigène dans les réservoirs boréaux, PhD. Dissertation, Université du Québec à Montréal, Montréal (Québec), Canada, 111p.

Huttunen, J.T., T.S. Vaisanen, S. K. Hellsten, M. Heikkinen, H. Nykanen, H. Jungner, A. Niskanen, M. O. Virtanen, O.V. Lindqvist, O. S. Nenonen, and P.J. Martikanen, (2002), Fluxes of CH_4, CO_2, and N_2O in

hydroelectric reservoir Lokka and Porttipahata in the northern boreal zone in Finland, Global Biogeochemical Cycles, 16,1.

International Commission on Large Dams (ICOLD). 1998. World register of Dams (1998). Paris. International Comittee on large Dams (Ed.). Metadatabase..

Junk, W.J., J.A.S.N. Mello, (1990), Impactos ecologico das represas hidrelectricas na bacia amazonica brasileira, Estudo Avançado, 4 (8), 126-143

Keller, M. and R.F. Stallard. (1994). Methane emission by bubbling from Gatun lake, Panama, *J. Geophys. Res*., 99, D4, 8307-8319.

Malik, L.K., Koronkevich,N.I., Zaitseva, I.S., Barabanova, E.A. (2000). *Development of Dams in the Russian Federation and NIS Countries*, A WCD briefing paper prepared as an input to the World Commission on Dams, Cape Town, http://www.dams.org

Pinguelli Rosa, L., B. Matvienko Sikar, M.A. dos Santos, E. Matvienko Sikar, (2002), Emissoes de dioxido de carbono e de metano pelos reservatorios hydroelectricos brasileiros, Relatorio de referencia – Inventorio brasileiro de emissoes antropicas de gase de efeito de estufa, Ministerio da Ciencia e tecnologia, Brazil, 199p.

Schlellhase, H.U. (1994). B.C. Hydro Strategic R&D; Carbon project - Reservoir case study, Powertech Labs inc., Final Report, 1-57.

Scott, K.J., C.A. Kelly, J.W.M. Rudd, (1999), The importance of floating peat to methane fluxes from flooded peatlands, Biogeochemistry, 47, 187-202.

Smith, L.K., and W.M. Lewis, (1992), Seasonality of methane emissions from five lakes and associated wetlands of the Colorado Rockies, Global Biogeochemical Cycles, 6, 4, 323-338

St-Louis, V., C. A. Kelly, É. Duchemin, J. W. M. Rudd and D.M. Rosenberg(2000). Reservoir surfaces as sources of greenhouse gases: a global estimate, *Bioscience*, 50,9, 766-775.

Tavares de Lima I. (2002). Emissoa de metano em reservatorio hidreletricos amazonicos atraves de leis de potencia (Methane emission from Amazonian hydroelectric reservoirs through power laws), PhD Dissertation, Universidade de Sao Paulo, Sao Paulo, Brazil, 119 p.

US Army Corps. (1996). United States Army Corps of Engineers' national Inventory of Dams. Metadatabase.US Army Corps (Ed.). USA.

WCD, (2000), Dams and Development a new framework for Decision-Making, The report of the World Commission on Dams, Earthscan Publications Ltd, London and Sterling, VA, 356 p.

WCD, (2001), Dams and Development a new framework for Decision-Making, The report of the World Commission on Dams, Earthscan Publications Ltd, London and Sterling, VA, 356 p.Xue, Y., D.A. Kovacic, M.B. David, L.E. Gentry, R.L. Mulvaney and C.W. Lindau (1999). In situ measurements of denitrification in constructed wetlands. J. Environ. Qual. 28, 263-269.Xuehui, M, and Yan, H. 1996. Peat and peatlands in China. . In: Lappalainen (Ed.), Global Peat Resources, International Peat Society, Finland, pp 163-168.

التذييل ٣ المستوطنات: أساس التطوير المنهجي في المستقبل

Brack, C.L. (2002). Pollution mitigation and carbon sequestration by a urban forest. Environmental Pollution 116(Suppl. 1): S195-S200.

Nowak, D.J.; Crane, D.E. (2002). Carbon storage and sequestration by urban trees in the United States. Environmental Pollution 116(3): 381-389.

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