

أساس التمثيل المتسق لمساحات الأراضي

المؤلفون والمراجعون

المؤلفون الرئيسيون المنسقون

رونى ميلن (المملكة المتحدة)، وبوبو باتيه جالو (غامبيا)

المؤلفون الرئيسيون

دومينييك أرويس (فرنسا)، وبيتر بيتس (نيوزيلندا)، وبول دريتشى (أوغندا)، وإسماعيل بن هارون (ماليزيا)، وجيمس روبوفاك (الولايات المتحدة). وتيد هوفمان (كندا) ووليام إيرفنج (الولايات المتحدة)، ومايكل كول (ألمانيا)، وإيردا ليز (الصين)، ولينارت اولسون (السويد) وجيم بنمان (المملكة المتحدة)، وريوسوكى شيباساكي (اليابان)، وبرايان تيرنر (أستراليا)، وجوليو س. فارغاث (إكوادور)، وايرنستو ف. فيجليتر (الأرجنتين).

المؤلف المساهم

رالف أليغ (الولايات المتحدة)

المراجعان

مايك آيس (كندا)، وخوسيه دومنغو ميغويز (البرازيل).

المحتويات

١-٢	مقدمة	٥-٢
٢-٢	فئات استخدام الأراضي	٥-٢
٣-٢	تمثيل مساحات الأراضي	٨-٢
١-٣-٢	مقدمة	٨-٢
٢-٣-٢	نهج ثلاثة	٨-٢
١-٢-٣-٢	النهج الأول: البيانات الأساسية المتعلقة باستخدام الأراضي	٨-٢
٢-٢-٣-٢	النهج الثاني: مسح استخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي	١١-٢
٣-٢-٣-٢	النهج الثالث: بيانات استخدامات الأراضي المحددة جغرافياً	١٤-٢
٣-٣-٢	استخدام النهج	١٧-٢
٤-٣-٢	أوجه عدم التيقن المقترنة بالنهج	٢٠-٢
٤-٢	وضع قواعد بيانات استخدامات الأراضي	٢١-٢
١-٤-٢	استخدام البيانات المعدة لأغراض أخرى	٢١-٢
٢-٤-٢	جمع البيانات الجديدة باستخدام أساليب المعاينة	٢٢-٢
٣-٤-٢	جمع البيانات الجديدة في قوائم الجرد الكاملة	٢٣-٢
٤-٤-٢	أدوات جمع البيانات	٢٣-٢
١-٤-٤-٢	تقنيات الاستشعار من بُعد	٢٣-٢
٢-٤-٤-٢	المسوح الأرضية	٢٦-٢
المرفق ١	أمثلة للنهج المستخدمة في بعض البلدان	٢٨-٢
المرفق ٢	أمثلة لمجموعات بيانات الغطاء الأرضي الدولية	٣٤-٢
المراجع		٣٦-٢

الأشكال

- الشكل ١-٣-٢ عرض مجمل للنهج الثالث: التقديرات المباشرة والمتكررة لاستخدامات الأراضي المستمدة من التغطية المكانية الكاملة ١٤-٢
- الشكل ٢-٣-٢ مخطط تسلسل قرارات استخدام البيانات القائمة في نهج مساحة الأراضي ١٨-٢
- الشكل ٣-٣-٢ مخطط تسلسل قرارات اختيار نهج مساحة الأراضي في البلدان التي ليست لديها بيانات قائمة ١٩-٢
- الشكل ١- المرفق ١ مراحل إعداد قاعدتي بيانات الغطاء الأرضي لنيوزيلندا ٣٢-٢

الجدول

- الجدول ١-٣-٢ مثال للنهج الأول: بيانات استخدامات الأراضي المتاحة في ظل التغطية الإقليمية الكاملة ١٠-٢
- الجدول ٢-٣-٢ مثال توضيحي للتقسيم الفرعي لبيانات النهج الأول ١٠-٢
- الجدول ٣-٣-٢ مثال توضيحي لجدولة جميع التحويلات باستخدام النهج الثاني بما في ذلك الفئات الفرعية المحددة وطنياً ١٢-٢
- الجدول ٤-٣-٢ مثال توضيحي لبيانات النهج الثاني في مصفوفة تغيير استخدامات الأراضي مع تقسيم الفئات إلى فئات فرعية ١٣-٢
- الجدول ٥-٣-٢ مصفوفة مبسطة لتغيير استخدامات الأراضي لمثال النهج الثاني ١٣-٢
- الجدول ٦-٣-٢ مجمل أوجه عدم التيقن في إطار النهج من الأول إلى الثالث ٢٠-٢
- الجدول ١- المرفق ١ مصفوفة استخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي في الولايات المتحدة ٢٩-٢
- الجدول ٢- المرفق ١ مصفوفة تغيير استخدامات الأراضي لاسكتلندا فيما بين عامي ١٩٨٤ و ١٩٩٠ ٣٠-٢

٢-١ مقدمة

يلزم الحصول على المعلومات المتعلقة بمساحة الأراضي لتقدير أرصدة الكربون وانبعاثات غازات الدفيئة وعمليات إزالتها المرتبطة بأنشطة استخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي والحراجة، ويسعى هذا الفصل إلى تقديم إرشادات بشأن اختيار الأساليب الملائمة لتحديد وتمثيل مساحات الأراضي في حسابات الجرد بأكثر قدر ممكن من الاتساق.

ومن الوجهة العملية، تستخدم البلدان أساليب تشمل التعدادات السنوية والمسوح الدورية والاستشعار من بعد للحصول على البيانات المتعلقة بمساحات الأراضي. ومن هذا المنطلق، يقدم الفصل الثاني إرشادات الممارسات السليمة المتعلقة بثلاثة نهج لتمثيل مساحات الأراضي. وترمى هذه النهج إلى توفير المعلومات المتعلقة بمساحات الأراضي والمحددة في الفصلين الثالث والرابع لتقدير قوائم جرد غازات الدفيئة والإبلاغ عنها في مختلف فئات الأراضي. كما ترمى النهج إلى تحقيق أقصى استفادة ممكنة من البيانات والنماذج المتاحة والتقليل، قدر ما ينطبق ذلك عملياً، من التداخلات الممكنة وعمليات السهو في الإبلاغ عن مساحات الأراضي. وينبغي أن تقلل النهج المبينة هنا من فرص إدراج بعض مساحات الأراضي تحت أكثر من نشاط وإغفال بعض مساحات الأراضي الأخرى. وتتيح النهج والإرشادات الواردة هنا للجهات المسؤولة عن إعداد قوائم جرد غازات الدفيئة اتخاذ قرارات عن علم بشأن تلك المسائل، وإن كانت غير نهائية أو حصرية. وينبغي أن تتسم نهج الممارسة السليمة المستخدمة في تمثيل مساحات الأراضي بالخصائص العامة التالية:

- أولاً، ينبغي أن تكون النهج مناسبة، أي قادرة على تمثيل تغيرات أرصدة الكربون وانبعاثات غازات الدفيئة وعمليات إزالتها والعلاقة بينها وبين استخدامات الأراضي وتغييرات استخدام الأراضي.
- ثانياً، ينبغي أن تكون متسقة، أي قادرة على تمثيل إدارة الأراضي وتغيير استخدام الأراضي بشكل متسق على مر الزمن دون أن تتأثر بدون داع بالانقطاع المصطنع في بيانات المتسلسلات الزمنية أو بالتأثيرات الناجمة عن تداخل بيانات المعاينة مع أنماط تعاقب أو دوران استخدام الأراضي (مثل دورة الحصاد - إعادة النمو في الحراجة، أو الدورات المدارية لكثافة الحرث في الأراضي الزراعية).
- ثالثاً، ينبغي أن تكون النهج كاملة، وهو ما يعني ضرورة إدراج جميع مساحات الأراضي في أي بلد، مع مراعاة الزيادة في مساحات بعض الأراضي وما يقابلها من نقص في مساحات بعض الأراضي الأخرى حيثما يحدث ذلك في الواقع، وينبغي إعادة تنظيم مجموعات البيانات المستخدمة في التقدير والإبلاغ وفقاً للتعريف المتفق عليها في اتفاقات مراكز الأطراف في بروتوكول كيوتو.
- وأخيراً، ينبغي أن تتسم النهج بالشفافية، أي لا بد من إجراء وصف واضح لمصادر البيانات والتعاريف والمنهجيات والفرضيات.

٢-٢ فئات استخدام الأراضي

يبين هذا القسم ست فئات واسعة للأراضي^(١) وقد تعتبر هذه الفئات من أكثر النماذج الأكثر عمومية في تمثيل مساحات الأراضي في أي بلد. وتتسق هذه الفئات مع المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي ومع المتطلبات المقررة بمقتضى المادتين ٣-٣ و ٣-٤ من بروتوكول كيوتو، ويمكن تقسيمها إلى فئات فرعية أخرى كما هو مبين في الفصلين الثالث والرابع من هذا التقرير. وتعد هذه الفئات واسعة بدرجة تكفي لتصنيف كل مساحات الأراضي في معظم البلدان واستيعاب الفروق في نظم التصنيف الوطنية.

^(١) تتسق الفئات الأساسية عموماً مع العمل الجاري بشأن مواعمة التعاريف المرتبطة بالأحراج المحددة من منظمة الأغذية والزراعة، والفريق الحكومي الدولي المعنى بتغير المناخ والاتحاد الدولي لمنظمات البحوث الحراجية، ومركز البحوث الحرجية الدولية (منظمة الأغذية والزراعة، ٢٠٠٢)، مع تعاريف الحراجة وغيرها من أنواع استخدامات الأراضي المحددة من مصلحة المساحة الجيولوجية في الولايات المتحدة (٢٠٠١)، ومنظمة الأغذية والزراعة (١٩٨٦، و ١٩٩٥) المبينة من الفريق الحكومي الدولي المعنى بتغير المناخ (٢٠٠٠)، ومع التعاريف المعتمدة لاستخدامات الأراضي بموجب بروتوكول كيوتو واتفاقات مراكز (Fccc/cp/2001/13/Add.1، الصفحة ٥٨).

وينبغي استخدام نظم التصنيف الوطنية بشكل متسق على مر الزمن. والغرض من هذه الفئات هو استخدامها جنباً إلى جنب مع النهج المبينة في الأقسام اللاحقة من هذا الفصل لتيسير الاتساق في تقدير استخدامات الأراضي على مر الزمن. ولا يعنى ذلك أنه ينبغي تقدير تغيرات أرصدة الكربون أو انبعاثات غازات الدفيئة وعمليات إزالتها أو الإبلاغ عنها في الحالات التي لا تنص عليها المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي أو في بعض البلدان بمقتضى اتفاقات مراکش^(٢).

ومن المعترف به أن أسماء تلك الفئات هي مزيج من الغطاء النباتي (مثل الأراضي الحرجية والمروج الطبيعية والأراضي الرطبة) واستخدامات الأراضي (مثل الأراضي الزراعية والمستوطنات). وتسهيلاً للاستخدام، يشار إليها بأنها فئات استخدام الأراضي. وتم اختيار هذه الفئات الخاصة لأنها:

- تتسق بشكل معقول مع المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي؛
- تشكل أساساً قوياً لتقدير الكربون؛
- يمكن بشكل معقول وضع خرائط لها باستخدام أساليب الاستشعار من بُعد؛
- تتسم بالتمام من حيث تمثيل كل مساحات الأراضي في فئة أو أخرى.

وينبغي توخى الحرص عند الاستدلال على استخدامات الأراضي من تلك الفئات. ومثال ذلك استخدام مساحات كبيرة من فئة الأراضي الحرجية للرعي في بعض البلدان، وقد يتم جمع خشب الوقود من الأشجار المتناثرة في أراضى فئة المروج الطبيعية. وهذه المساحات التي تختلف استخداماتها قد تكون كبيرة بما يكفي لأن تنظر فيها البلدان على حدة، ومن الممارسة السليمة في تلك الحالة تصنيف هذه الأنواع الإضافية إلى فئات فرعية من الفئات العالية المستوى وكفالة احتساب كل الأراضي.

وسوف تستخدم البلدان تعاريفها الخاصة بتلك الفئات، وهو ما قد ينطلق بطبيعة الحال من التعاريف المقبولة دولياً، مثل التعاريف المعتمدة من منظمة الأغذية والزراعة، واتفاقية رامسار، وما إلى ذلك. ولذلك فإننا لا نقدم هنا أي تعاريف تتجاوز التوصيفات العامة. وقد تختلف الأراضي المدارة عن الأراضي غير المدارة ليس فقط من حيث الإنتاج وإنما أيضاً من حيث وظائفها الإيكولوجية والاجتماعية. وينبغي توخى الشفافية عند وضع التعاريف التفصيلية والنهج الوطني المستخدم في التمييز بين الأراضي المدارة وغير المدارة.

وفيما يلي فئات الأراضي الرئيسية المستخدمة في الإبلاغ عن قوائم جرد غازات الدفيئة:

١' الأراضي الحرجية

تشمل هذه الفئة كل الأراضي التي تغطيها النباتات الخشبية بما يتماشى مع العتبات المستخدمة في تعريف الأراضي الحرجية في قائمة جرد غازات الدفيئة الوطنية، وتقسّم إلى فئات فرعية تضم الأراضي المدارة وغير المدارة، كما تقسم بحسب نوع النظام الإيكولوجي كما هو محدد في المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي^(٣). كما تشمل هذه الفئة النظم ذات الغطاء النباتي الذي يقل في الوقت الراهن وإن كان من المتوقع أن يزيد على العتبات المحددة لتعريف فئة الأراضي الحرجية.

٢' الأراضي الزراعية

تشمل هذه الفئة الأراضي الصالحة للزراعة وأراضى الحرث، ونظم الحراثة الزراعية عندما يقل الغطاء النباتي عن العتبات المستخدمة في فئة الأراضي الحرجية بما يتماشى مع التعاريف الوطنية المختارة.

^(٢) لا يتم الإبلاغ عن تغيرات أرصدة الكربون وانبعاثات غازات الدفيئة في الأراضي غير المدارة بمقتضى المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي على الرغم من ضرورة الإبلاغ عنها عندما تخضع الأراضي غير المدارة لتحويل في استخدام الأراضي.

^(٣) تنطوي إدارة الأحراج على معنى خاص بمقتضى اتفاقات مراکش وهو ما قد يتطلب تقسيم الأحراج المدارة إلى فئات فرعية كما هو مبين في الفصل الرابع.

٣' المروج الطبيعية

تشمل هذه الفئة المراعى الواسعة وأراضي الرعي التي لا تعتبر أراض زراعية. كما تشمل النظم ذات الغطاء النباتي الذي يقل عن العتبة المستخدمة في فئة الأراضي الحرجية ولا يتوقع أن تتجاوز، بدون تدخل بشري، العتبة المستخدمة في فئة الأراضي الحرجية. كما تشمل هذه الفئة كل المروج الطبيعية التي تتراوح بين الأراضي البرية ومساحات الأراضي المستخدمة في الاستجمام، والنظم الزراعية والرعية الحرجية وتقسّم إلى أراض مدارية وغير مدارية بما يتماشى مع التعاريف الوطنية.

٤' الأراضي الرطبة

تشمل هذه الفئة الأراضي المغطاة أو المشبعة بالمياه طوال العام أو في جزء منه (مثل الأراضي الخثية) والأراضي التي لا تتدرج تحت فئة الأراضي الحرجية أو الأراضي الزراعية أو المروج الطبيعية أو المستوطنات. ويمكن تقسيم هذه الفئة إلى أراض مدارية وغير مدارية تبعاً للتعاريف الوطنية. وتشمل هذه الفئة الخزانات المائية بوصفها فئة فرعية مدارية والأنهار الطبيعية والبحيرات باعتبارها فئة فرعية غير مدارية.

٥' المستوطنات

تشمل هذه الفئة كل الأراضي المستنمرة، بما في ذلك البنية الأساسية اللازمة للنقل والمستوطنات البشرية من أي حجم، ما لم تكن مدرجة بالفعل تحت الفئات الأخرى. وينبغي أن يتماشى ذلك مع اختيار التعاريف الوطنية.

٦' الأراضي الأخرى^(٤)

تشمل هذه الفئة التربة العراء والصخور والجليد وكل مساحات الأراضي غير المدارية التي لا تتدرج تحت الفئات الخمس الأخرى. وتتيح هذه الفئة لمجموع مساحات الأراضي المحددة أن تطابق كامل المساحة الوطنية، بحسب توفر البيانات.

وعند استخدام تلك الفئات، ينبغي على وكالات الجرد أن تصنف الأراضي تحت فئة واحدة فقط لنفاذ ازدواجية الحساب. وإذا لم يكن نظام تصنيف الأراضي في البلد يوافق الفئات من '١' إلى '٦' كما هو مبين أعلاه، فمن الممارسة السليمة تجميع أو تصنيف فئات الأراضي القائمة في هذا النظام من تصنيف استخدامات الأراضي من أجل استخدام الفئات الواردة هنا، والإبلاغ عن الإجراء المستخدم. ومن الممارسة السليمة تحديد التعاريف الوطنية لكل الفئات المستخدمة في الجرد والإبلاغ عن أي عتبات أو قيم البارامترات المستخدمة في التعاريف. وفي حالة تغيير نظم تصنيف الأراضي الوطنية أو في حالة وضعها للمرة الأولى، من الممارسة السليمة كفاءة إمكانية مقارنتها مع فئات استخدامات الأراضي من '١' إلى '٦'.

وتوفر الفئات الواسعة المبينة أعلاه إطار التصنيف إلى فئات فرعية أخرى بحسب النشاط ونظام الإدارة والمنطقة المناخية ونوع النظام الإيكولوجي حسب ما يلزم لتلبية الاحتياجات المطلوبة في أساليب تقدير تغيرات أرصدة الكربون وانبعاثات غازات الدفيئة وعمليات إزالتها المبينة في الفصل الثالث (إرشادات الممارسات السليمة في قطاع تغيير استخدام الأراضي والحراجة) والفصل الرابع (الأساليب التكميلية وإرشادات الممارسات السليمة المنبثقة عن بروتوكول كيوتو)، كما أنها تتيح المقارنة مع الفئات المحددة في المبادئ التوجيهية من ٥- ألف إلى ٥- هاء. ويبين القسم ٣-١-٢ والجدول ٣-١-١ (مقارنة أقسام الفصل الخامس من المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي وأقسام الفصل الثالث من هذا التقرير) كيفية الربط بين هيكل الأساليب المبينة في هذا التقرير وبين الأساليب الواردة في المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي.

(٤) لا يلزم تقدير مستجمعات الكربون في هذه الفئة ولكنها تدرج للتحقق من اتساقها الشامل من حيث مساحة الأراضي.

٢-٣ تمثيل مساحات الأراضي

٢-٣-١ مقدمة

يبين هذا القسم ثلاثة نهج لتمثيل مساحات الأراضي باستخدام الفئات الواسعة المحددة في القسم السابق. ونعرض هذه النهج أدناه مرتبة بحسب الحجم المتزايد لمحتواها من المعلومات. ويحدد النهج الأول مجموع المساحة في كل فئة من فئات استخدامات الأراضي ولكنه لا يوفر معلومات تفصيلية عن تغيرات المساحة فيما بين الفئات كما أنه غير واضح مكانياً إلا على المستوى الوطني أو الإقليمي. ويقدم النهج الثاني طريقة لتعقب تغييرات استخدامات الأراضي فيما بين الفئات. وأما النهج الثالث فإنه يوسع النهج الثاني من خلال السماح بتعقب تغييرات استخدامات الأراضي على أساس مكاني.

ولا نقدم هذه النهج كمستويات هرمية، فهي ليست متعارضة. وينبغي أن يعبر خليط النهج الذي تختاره وكالة الجرد عن احتياجات الحسابات والظروف الوطنية. ويمكن تطبيق أحد هذه النهج باتساق على كل مساحات الأراضي وكل فئات استخدامات الأراضي داخل البلد، أو يمكن تطبيق مختلف النهج على مختلف المناطق أو الفئات أو في مختلف الفترات الزمنية. وفي كل الحالات، من الممارسة السليمة توصيف واحتساب كل مساحات الأراضي ذات الصلة في البلد. وباستخدام الممارسة السليمة في تطبيق أي من تلك النهج، يمكن زيادة دقة وضبط تقديرات المساحة لأغراض الجرد. ويتضمن القسم ٢-٣-٣ (استخدام النهج) مخططات تسلسل قرارات للمساعدة على اختيار النهج الملائم أو الخليط الملائم من النهج.

وتتطلب جميع النهج جمع بيانات لتقدير الاتجاهات التاريخية لاستخدام الأراضي، وهي بيانات مطلوبة لأساليب الجرد المبينة في المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي وفي الفصلين الثالث والرابع من هذا التقرير. ويستند مقدار البيانات التاريخية المطلوبة إلى مقدار الوقت المطلوب للوصول الكربون المخزون إلى حالة التوازن (تبلغ في كثير من الأحيان ٢٠ عاماً وفقاً للأساليب الافتراضية المحددة من الفريق الحكومي الدولي، ولكنها تستغرق وقتاً أطول في النظم المعتدلة والشمالية). وحيثما تتوفر بيانات مستقلة، من الممارسة السليمة التثبت من التقديرات استناداً إلى الاستيفاء أو الاستقراء باستخدام الأساليب المبينة في الفصل الخامس، القسم ٥-٧ من هذا التقرير. ويمكن لكل النهج أن توفر مدخلات لحسابات عدم التيقن التي يتناولها الفصل الخامس (القضايا الشاملة).

ونقدم أدناه مثالا افتراضيا لكل نهج من تلك النهج جنبا إلى جنب مع وصف له، ويتضمن المرفق ١ من الفصل الثاني أمثلة واقعية.

٢-٣-٢ نهج ثلاثة

٢-٣-٢-١ النهج الأول: البيانات الأساسية المتعلقة باستخدام الأراضي

لعل النهج الأول هو أكثر النهج شيوعاً في الوقت الراهن لإعداد تقديرات الانبعاثات وعمليات إزالتها في إطار الفئات من ٥-ألف إلى ٥-هـ المحددة في المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي. ويستخدم هذا النهج قواعد بيانات المساحة التي يرجح أن تكون قد أعدت لأغراض أخرى، مثل إحصائيات الحراجة أو الإحصائيات الزراعية. وقد يتم الجمع في كثير من الأحيان بين العديد من قواعد البيانات لكي تشمل كل تصنيفات الأراضي والمناطق في البلد. ويمكن أن يفرض عدم وجود نظام بيانات موحد إلى ازدواجية الحساب أو السهو، حيث قد تستخدم الوكالات المعنية مختلف تعاريف استخدامات الأراضي المحددة عند تجميع قواعد بياناتها. ويقترح هذا التقرير طرقاً للتعامل مع هذه المسألة. ومن الواضح أنه لا بد أن تكون التغطية كاملة بحيث تشمل كل مساحات الأراضي المتأثرة بالأنشطة المبينة في الفصل الخامس من المبادئ التوجيهية للفريق الحكومي الدولي، ولكنها قد لا تشمل فئات أخرى، مثل النظم الإيكولوجية غير المدارة أو الأراضي الرطبة أو المستوطنات.

وعند تنفيذ النهج الأول، من الممارسة السليمة القيام بما يلي:

- تتسبب التعاريف بين قواعد البيانات المستقلة القائمة وكذلك مع فئات استخدامات الأراضي الواسعة الواردة في القسم ٢-٢ (فئات استخدام الأراضي) لتقليل الثغرات والتداخلات. فالتداخل قد يحدث مثلاً عندما تندمج أراضي الأشجار داخل المزارع في قواعد البيانات المتعلقة بالحراجة والزراعة على السواء. ومن أجل تنسيق البيانات، ينبغي حساب

الأراضي الشجرية مرة واحدة فقط لأغراض جرد غازات الدفيئة مع مراعاة تعاريف الأبحاث المستخدمة على المستوى الوطني. ولأغراض تنسيق التعاريف، ينبغي توافر المعلومات المتعلقة بالتداخلات الممكنة من الوكالات المسؤولة عن المسوح، ولا يعنى تنسيق التعاريف أنه ينبغي على وكالات الجرد أن تتخلى عن التعاريف المفيدة لها. وتماشيا مع الممارسة السليمة، ينبغي إقامة علاقة بين التعاريف المستخدمة بغرض القضاء على ازدواجية الحساب والسهو. وينبغي القيام بذلك في كل مجموعة البيانات للحفاظ على اتساق المتسلسلة الزمنية.

- كفاءة أن فئات استخدامات الأراضي المستخدمة يمكن أن تمثل كل الأنشطة ذات الصلة. ومثال ذلك أنه إذا كان البلد يحتاج إلى تعقب نشاط ما من أنشطة استخدامات الأراضي، مثل إدارة الأبحاث، فينبغي حينئذ أن يكون نظام التصنيف قادرا على التفريق بين مساحات الأبحاث المدارة وغير المدارة.
- كفاءة موثوقية أساليب الحصول على البيانات، وتوثيقها بطريقة منهجية، وفي الوقت المناسب، وبالمقاييس الملائم، ومن مصادر مشهود لها بالثقة. ويمكن تحقيق الموثوقية من خلال استخدام المسوح التي يمكن أن ترتبط بالتعاريف المنسقة. ويمكن التحقق من المسوح الأرضية في الحالات التي تتوفر فيها مصادر البيانات المستقلة وتكون مطلوبة للتحقق من دقة البيانات المستشعرة من بعد، حيثما استخدمت (انظر الفصل ٥-٧ المعنون "التثبت"). ويمكن أيضا إجراء عملية التحقق من خلال مجموعات البيانات الدولية (انظر المرفق ٢).
- كفاءة استخدام نفس تعاريف الفئات في مختلف الفترات الزمنية. ومثال ذلك أنه ينبغي على البلدان التحقق مما إن كان تعريف الحرج قد تغير على مر الزمن من حيث الظلة الحرجية وغيرها من العتبات. وإذا تم تحديد التغيرات، من الممارسة السليمة تصحيح البيانات باستخدام أساليب الاستشراف المبينة في الفصل الخامس من هذا التقرير لكفاءة الاتساق طيلة المتسلسلة الزمنية، والإبلاغ عن الإجراءات المتخذة.
- إجراء تقديرات لعدم التيقن المقترن بمساحات فئات الأراضي والتغيرات التي تطرأ على المساحة التي ستستخدم في تقدير تغيرات أرصدة الكربون، والانبعاثات وعمليات الإزالة (انظر الفصل الخامس، القسم ٥-٣-٤-١).
- تقدير ما إن كان مجموع مساحات الأراضي في قواعد بيانات تصنيف الأراضي لا يتعارض مع مجموع المساحة الإقليمية بالنظر إلى مستوى عدم التيقن المقترن بالبيانات. وإذا كانت التغطية كاملة، لا بد حينئذ أن يكون صافي مجموع كل التغيرات بين فترتين زمنيتين = صفرا في حدود أوجه عدم التيقن المعنية. وفي الحالات التي لا تكون التغطية فيها كاملة، فإن الفرق بين المساحة المغطاة والمساحة الإقليمية ينبغي عموما أن يكون ثابتا أو أن يتفاوت تفاوتاً بطيئاً مع مرور الزمن، وأن يكون مرة أخرى في حدود أوجه عدم التيقن المتوقع اقترانها بالبيانات. وإذا كان حد التوازن يتفاوت تفاوتاً سريعا، أو (في حالة التغطية الكاملة) كانت المجاميع غير متساوية، من الممارسة السليمة بحث وشرح وإجراء أي تصحيحات تكون ضرورية. وعند التحقق من مجموع المساحة، ينبغي مراعاة أوجه عدم التيقن المتوقعة في المسوح السنوية أو الدورية أو التعدادات المعنية. وينبغي الحصول على المعلومات المتعلقة بأوجه عدم التيقن المتوقعة من الوكالات المسؤولة عن المسوح. وسوف تظل في العادة فروق بين مجموع المساحات المحسوبة باستخدام البيانات المتاحة والمساحة الوطنية. ومن الممارسة السليمة تعقب تلك الفروق وشرح أسبابها المرجحة وقد يتسبب تغيير استخدام الأراضي في تغييرات أرصدة الكربون وانبعاثات غازات الدفيئة وعمليات إزالتها المرتبطة ضمنا بتفاوت هذه الفروق باستمرار، ولذلك قد يلزم أخذها بالحسبان في قائمة جرد انبعاثات غازات الدفيئة وفقا للأساليب المبينة في الفصلين الثالث والرابع.

ويتضمن الجدولان ٢-٣-٢ و ١-٣-٢ مجمل بيانات مساحة الأراضي في بلد افتراضي (مجموع المساحة = ١٤٠ مليون هكتار) باستخدام تصنيفات الأراضي المحلية ذات الصلة. وقد تم إعداد الجدول ١-٣-٢ على مستوى الفئات من '١' إلى '٦'، ويبين الجدول ٢-٣-٢ نفس المعلومات ويتضمن أمثلة لتقسيمات فرعية مستخدمة في تقدير أثر مختلف الأنشطة باستخدام الأساليب المبينة في الفصل الثالث. كما يشير الجدول ٢-٣-٢ إلى المواضع التي يمكن الرجوع إليها في الفصل الثالث لمعرفة أساليب الجرد. ومن الممارسة السليمة إعداد جداول شبيهة بالجدول ١-٣-٢ أو الجدول ٢-٣-٢ كجزء من إجراءات ضمان ومراقبة الجودة كما هو مبين في الفصل الخامس.

الجدول ٢-٣-١ مثال للنهج الأول: بيانات استخدامات الأراضي المتاحة في ظل التغطية الإقليمية الكاملة		
الزمن ١	الزمن ٢	تغير استخدام الأراضي بين الزمن ١ والزمن ٢
F = ١٨	F = ١٩	= ١+ الأحرار
G = ٨٤	G = ٨٢	= ٢- المروج الطبيعية
C = ٣١	C = ٢٩	= ٢- الأراضي الزراعية
W = ٠	W = ٠	= ٠ الأراضي الرطبة
S = ٥	S = ٨	= ٣+ المستوطنات
O = ٢	O = ٢	= ٠ الأراضي الأخرى
المجموع = ١٤٠	المجموع = ١٤٠	= ٠ المجموع

ملحوظة: F = الأراضي الحرجية، G = المروج الطبيعية، C = الأراضي الزراعية، W = الأراضي الرطبة، S = المستوطنات، O = الأراضي الأخرى. وتمثل الأرقام وحدات المساحة (بملايين الهكتارات في هذا المثال).

الجدول ٢-٣-٢ مثال توضيحي للتقسيم الفرعي لبيانات النهج الأول					
فئة استخدام الأراضي الفئة الفرعية لاستخدام الأراضي	مساحة الأراضي الأولية بملايين الهكتارات	مساحة الأراضي النهائية بملايين الهكتارات	صافي التغير في المساحة بملايين الهكتارات	رقم القسم الذي ترد فيه أساليب الممارسة السليمة في الفصل الثالث من هذا التقرير	التعليق على التقسيم الفرعي بحسب النشاط (توضيحي فقط)
مجموع الأراضي الحرجية	١٨	١٩	١		
الأراضي الحرجية (غير المدارة)	٥	٥	صفر		غير مدرجة في تقديرات الجرد
منطقة الأراضي الحرجية-ألف (مع إزالة الأحرار)	٧	٤	٣-	٦-٣/٢-٤-٣/١-٢-٣	
منطقة الأراضي الحرجية-باء	٦	٦	صفر	١-٢-٣	لا يوجد أي تغيير في استخدام الأراضي. يمكن أن تتطلب تقسيما فرعيا لمختلف نظم الإدارة، الخ.
التحريج	صفر	٤	٤	٢-٢-٣	يمكن أن يتطلب تقسيما فرعيا ، وذلك مثلا بحسب نوع النظام الإيكولوجي.
مجموع المروج الطبيعية	٨٤	٨٢	٢-		
المروج الطبيعية غير المحسنة	٦٥	٦٣	٢-	٦-٣/٢-٢-٣/١-٤-٣	يشير انخفاض المساحة إلى تغيير استخدام الأراضي. يمكن أن تتطلب تقسيما فرعيا لمختلف نظم الإدارة، الخ.
المروج الطبيعية المحسنة	١٩	١٩	صفر	١-٤-٣	لا يوجد أي تغيير في استخدام الأراضي. يمكن أن تتطلب تقسيما فرعيا لمختلف نظم الإدارة، الخ.
مجموع الأراضي الزراعية	٣١	٢٩	٢-		
جميع الأراضي الزراعية	٣١	٢٩	٢-	٦-٣/٢-٢-٣/١-٣-٣	يشير انخفاض المساحة إلى تغيير استخدام الأراضي. يمكن أن تتطلب تقسيما فرعيا لمختلف نظم الإدارة، الخ.
مجموع الأراضي الرطبة	صفر	صفر	صفر		
مجموع المستوطنات	٥	٨	٣		
المستوطنات القائمة	٥	٥	صفر	٦-٣	
المستوطنات الجديدة	صفر	٣	٣	٦-٣	
مجموع الأراضي الأخرى	٢	٢	صفر	١-٧-٣	غير المدارة- غير مدرجة في تقديرات الجرد
حد التوازن	صفر	صفر	صفر		
المجموع	١٤٠	١٤٠	صفر		

ملحوظة: المساحة "الأولية" هي الفئة قبل تاريخ التقدير، والمساحة "النهائية" هي الفئة في تاريخ التقدير. وينبغي تحديد الأنشطة التي لا تتوافر بيانات عنها وذلك بتقسيم فئة الأراضي الملائمة إلى فئات فرعية.

ويستند تحديد مساحة تغير استخدام الأراضي في كل فئة إلى الفرق في المساحة عند نقطتين زمنيتين، سواء في التغطية الجزئية أو الكاملة لمساحة الأراضي. وعند استخدام النهج الأول، لا يمكن إجراء أي تحديد للتغيرات المشتركة بين الفئات ما لم تتوفر بيانات تكاملية (والتي ستقدم بطبيعة الحال خليطاً مع النهج الثاني). وقد تستمد بيانات توزيع استخدامات الأراضي في الأصل من بيانات مسوح العينات أو الخرائط أو التعدادات (مثل مسوح ملاك الأراضي)، ولكنها قد لا تكون محددة مكانياً^(٥) بالشكل المستخدم. وقد لا يساوي مجموع جميع فئات استخدامات الأراضي مجموع مساحة البلد أو المنطقة قيد النظر، وقد لا يساوي صافي ناتج تغيرات استخدامات الأراضي صفراً. والنتيجة النهائية لهذا النهج هي جدول لاستخدام الأراضي في أوقات معينة.

٢-٣-٢-٢ النهج الثاني: مسح استخدام الأراضي وتغير استخدام الأراضي

السمة الأساسية للنهج الثاني هي أنه يتيح إجراء تقدير على نطاق وطني أو إقليمي ليس فقط للزيادة أو النقص في مساحة فئات الأراضي المحددة، وإنما أيضاً لما تمثله تلك التغييرات (مثل التغييرات من وإلى فئة ما). وهكذا فإن النهج الثاني يشمل مزيداً من المعلومات عن التغيرات بين الفئات. وتعقب تغييرات استخدام الأراضي على هذا النحو الواضح يتطلب في العادة تقدير الفئات الأولية والنهائية لاستخدامات الأراضي، فضلاً عن مجموع مساحة الأراضي غير المتغيرة بحسب الفئة. والنتيجة النهائية لهذا النهج يمكن تمثيلها كمصفوفة غير محددة مكانياً لتغير استخدامات الأراضي. وتتخذ المصفوفة شكلاً متراساً لتمثيل المساحات التي تندرج تحت مختلف عمليات التحويل بين كل فئات استخدامات الأراضي الممكنة. وقد يتوفر في قواعد بيانات استخدامات الأراضي القائمة تفاصيل كافية للاستفادة منها في هذا النهج، أو قد يلزم الحصول على البيانات من خلال أخذ العينات. وقد تكون البيانات المدخلة أو قد لا تكون في الأصل بيانات محددة مكانياً (أي أن تكون مرسومة على الخرائط أو مسندة في غيرها من المراجع الجغرافية). ويتم استقراء بيانات العينات باستخدام النسبة إلى مجموع المساحة ذات الصلة أو مجموع السكان. وسوف تتطلب البيانات إعادة إجراء مسح دوري لعينة صحيحة إحصائياً ومكانياً من المواقع المختارة وفقاً للمبادئ المبينة في القسم ٣-٥ (المعينة) من الفصل الخامس.

وعلى الرغم من أن النهج الثاني يتسم بكثافة استخدام البيانات أكثر من النهج الأول، يمكن باستخدام هذا النهج تمثيل كل عمليات تحويل استخدامات الأراضي. ويعنى ذلك أن معاملات الانبعاث والإزالة أو البارامترات المتعلقة بمعدل تغير الكربون يمكن اختيارها لتعبر عن الفروق في معدل تغيرات الكربون في الاتجاهات العكسية للتحويلات بين أي فئتين، والفروق في أرصدة الكربون الأولية المقترنة بمختلف استخدامات الأراضي يمكن أخذها في الحسبان. ومثال ذلك أن معدل فقد الكربون العضوي في التربة يكون أكبر كثيراً من خلال الحرث عن معدل إعادة التراكم إذا أهملت الزراعة بعد ذلك، وقد تكون أرصدة الكربون الأولية في حالة التحويل من الأراضي الزراعية أقل منها في حالة التحويل من المراعى.

وتتطبق أيضاً نقاط الممارسة السليمة المحددة للنهج الأول على النهج الثاني وإن كان على مستوى تفصيلي أكبر، بالنظر إلى إمكانية معرفة نمط تغير استخدام الأراضي، وليس فقط صافي التغير إلى أو من كل فئة أو كل فئة فرعية من فئات الأراضي.

وبوضوح الجدول ٢-٣-٣ النهج ٢ باستخدام البيانات المستمدة من مثال النهج الأول (الجدول ٢-٣-٢) عن طريق إضافة المعلومات المتعلقة بكل عمليات التحويل التي تحدث. ويمكن قيد تلك البيانات في مصفوفة مدمجة يعرضها الجدول ٢-٣-٤. ولتوضيح القيمة المضافة للنهج الثاني وشكل مصفوفة تغير استخدامات الأراضي، يتضمن الجدول ٢-٣-٥ بيانات الجدول ٢-٣-٤ بدون تقسيم فئات استخدامات الأراضي إلى فئات فرعية، ويمكن مقارنة ذلك مع المعلومات المحدودة المستمدة من الجدول ٢-٣-١ المستخدم في النهج الأول. وفي الجدول ٢-٣-٥، يمكن تعقب التغييرات إلى ومن فئات الأراضي، وأما في الجدول ٢-٣-١ فلا يمكن اكتشاف إلا التغيرات الصافية في فئة واسعة. وعند استخدام النهج الثاني، من الممارسة السليمة إعداد جدول مثل الجدول ٢-٣-٤ أو ٢-٣-٥ كجزء من إجراءات ضمان ومراقبة الجودة كما هو مبين في الفصل الخامس.

(٥) عند النظر في إمكانية استخدام النهج ٢ أو النهج ٣، من المفيد إجراء بحث مع الوكالات المعنية بجمع البيانات فيما إن كانت مصادر البيانات الأصلية تتضمن بيانات محددة مكانياً. ومثال ذلك أن قوائم جرد الأبحاث تشق في العادة من مصادر البيانات المحددة مكانياً.

الجدول ٢-٣-٣			
مثال توضيحي لجدولة جميع التحويلات باستخدام النهج الثاني بما في ذلك الفئات الفرعية المحددة وطنياً			
الاستخدام الأولي للأراضي	الاستخدام النهائي للأراضي	مساحة الأراضي بملايين الهكتارات	رقم القسم الذي يتضمن أساليب إرشادات الممارسات السليمة في الفصل الثالث من هذا التقرير
الأراضي الحرجية (غير المدارة)	الأراضي الحرجية (غير المدارة)	٥	تستبعد من قائمة جرد غازات الدفيئة
الأراضي الحرجية (المدارة)	الأراضي الحرجية (المدارة)	١٠	١-٢-٣
	(المنطقة الحرجية-ألف، الجدول ٢-٣-٢)	٤	
	(المنطقة الحرجية-باء، الجدول ٢-٣-٢)	٦	
الأراضي الحرجية (المدارة)	المروج الطبيعية (الرعي الخشن)	٢	٢-٤-٣
الأراضي الحرجية (المدارة)	المستوطنات	١	٦-٣
المروج الطبيعية (الرعي الخشن)	المروج الطبيعية (الرعي الخشن)	٥٦	١-٤-٣
المروج الطبيعية (الرعي الخشن)	المروج الطبيعية (المحسنة)	٢	١-٤-٣
المروج الطبيعية (الرعي الخشن)	الأراضي الحرجية (المدارة)	١	٢-٢-٣
المروج الطبيعية (الرعي الخشن)	المستوطنات	١	٦-٣
المروج الطبيعية (المحسنة)	المروج الطبيعية (المحسنة)	٢٢	١-٤-٣
المروج الطبيعية (المحسنة)	الأراضي الحرجية (المدارة)	٢	٢-٢-٣
الأراضي الزراعية	الأراضي الزراعية	٢٩	١-٣-٣
الأراضي الزراعية	الأراضي الحرجية (المدارة)	١	٢-٢-٣
الأراضي الزراعية	المستوطنات	١	٦-٣
الأراضي الرطبة	الأراضي الرطبة	٠	
المستوطنات	المستوطنات	٥	٦-٣
الأراضي الأخرى	الأراضي الأخرى	٢	مستبعدة من قائمة جرد غازات الدفيئة
المجموع		١٤٠	

ملحوظة: البيانات الواردة في هذا الجدول هي نسخة مقسمة من تلك البيانات الواردة في الجدول ٢-٣-٢. وأما الفئات الفرعية فهي محددة على المستوى الوطني وهي مجرد فئات فرعية إشارية. وتشير المساحة "الأولية" إلى الفئة قبل تاريخ التقدير، وتشير المساحة "النهائية" إلى الفئة في تاريخ التقدير.

الجدول ٢-٣-٤										
مثال توضيحي لبيانات النهج الثاني في مصفوفة تغير استخدامات الأراضي مع تقسيم الفئات إلى فئات فرعية										
المساحة النهائية	الأراضي الأخرى	المستوطنات	الأراضي الرطبة	الأراضي الزراعية	المروج الطبيعية (المحسنة)	المروج الطبيعية (الرعي) (الخشن)	الأراضي الحرجية (المدارة)	الأراضي الحرجية (غير المدارة)	الأولية	النهائية
٥								٥		الأراضي الحرجية (غير المدارة)
١٤				١	٢	١	١٠			الأراضي الحرجية (المدارة)
٥٨						٥٦	٢			المروج الطبيعية (الرعي) (الخشن)
٢٤					٢٢	٢				المروج الطبيعية (المحسنة)
٢٩				٢٩						الأراضي الزراعية
٠			٠							الأراضي الرطبة
٨		٥		١		١	١			المستوطنات
٢	٢									الأراضي الأخرى
١٤٠	٢	٥	٠	٣١	٢٤	٦٠	١٣	٥		المساحة الأولية
٠	٠	٣+	٠	٢-	٠	٢-	١+	٠		صافي التغير

ملحوظة: تبين المجاميع الواردة في الأعمدة والصفوف صافي التغيرات في استخدامات الأراضي كما هي واردة في الجدول ٢-٣-٤ ولكنها مقسمة إلى فئات فرعية وطنية كما في الجدول ٢-٣-٤. وتشير كلمة "الأولية" إلى الفئة قبل تاريخ التقدير، وأما كلمة "النهائية" فتشير إلى الفئة في تاريخ التقدير. وتمثل التغيرات الصافية (الصف الأخير) المساحة النهائية مخصصاً منها المساحة الأولية في كل فئة رئيسية أو فئة فرعية في أعلى العمود المقابل. وتشير الخانات الخالية إلى عدم حدوث تغيير في استخدامات الأراضي أثناء ذلك التحويل.

الجدول ٢-٣-٥							
مصفوفة مبسطة لتغير استخدامات الأراضي لمثال النهج الثاني							
مصفوفة استخدام الأراضي							
المجموع النهائي	O	S	W	C	G	F	الأولية / النهائية
١٩				١	٣	١٥	F
١٢					٨٠	٢	G
٢٩				٢٩			C
							W
١		٥		١	١	١	S
٢	٢						O
١٤٠	٢	٥		٣١	٨٤	١٨	المجموع الأولى

ملحوظة: F = الأراضي الحرجية، G = المروج الطبيعية، C = الأراضي الزراعية، W = الأراضي الرطبة، S = المستوطنات، O = الأراضي الأخرى.

تمثل الأرقام وحدات المساحة (بملايين الهكتارات في هذا المثال).

لا يتضمن هذا المثال أي أراضٍ رطبة. وتشير الخانات الخالية إلى عدم حدوث أي تغيير في استخدام الأراضي.

ومن المرجح أن تحتاج بلدان كثيرة إلى تصنيفات فرعية أخرى، مثل تصنيفاتها بحسب أنواع الأجراس أو مجموعات الأنواع ونوع التربة، عندما تقوم بتطبيق هذا النهج من أجل توفير البيانات المتعلقة بمساحات الأراضي المطلوبة لتقدير تغيرات أرصدة الكربون،

مع مراعاة الإرشادات الواردة في الفصل الثالث. ويبين الجدول ٢-٣-٣ التصنيفات الفرعية الممكنة ويشير إلى مواضع الفصل الثالث التي تتضمن إرشادات منهجية بشأن استخدامات أو تحويلات معينة للأراضي.

٢-٣-٢-٣ النهج الثالث: بيانات استخدامات الأراضي المحددة جغرافيا

يتطلب النهج الثالث (الذي يلخصه الشكل ٢-٣-١) مشاهدات محددة مكانيا لاستخدامات الأراضي وتغيير استخدام الأراضي. ويمكن الحصول على تلك البيانات عن طريق أخذ عينات من نقاط محددة جغرافيا أو من رقعة كاملة (وضع الخرائط الشاملة) أو من الجمع بين الاثنين.

ويعتبر النهج الثالث شاملا وبسيطا نسبيا من الناحية المفاهيمية، ولكنه يتسم بكثافة استخدام البيانات. وتقسّم المساحة المستهدفة إلى وحدات مكانية، مثل الخلايا الشبكية أو المضلعات الملائمة لنطاق تغيير استخدامات الأراضي وحجم الوحدة المطلوبة لأخذ العينات أو الحساب الكامل. ولا بد من استخدام الوحدات المكانية بشكل متسق على مر الزمن لتفادي التحيز عند جمع العينات. وينبغي جمع عينات الوحدات المكانية باستخدام بيانات الخرائط المحددة سلفا (في العادة داخل نظام معلومات جغرافية و/أو في الميدان، وينبغي ملاحظة استخدامات الأراضي أو الاستدلال عليها وتسجيلها في الفترات الزمنية المطلوبة في الأساليب المحددة في الفصلين الثالث أو الرابع. وفي حالة استخدام الخرائط الشاملة، يمكن استخدام نهج يقوم على رسم المضلعات بدلا من نهج الخلايا الشبكية، انظر الشكل ٢-٣-١. وقد تستند المشاهدات إلى الاستشعار من بعد أو الزيارات الموقعية أو المقابلات الشفهية أو الاستبيانات. وقد تكون وحدات المعاينة نقاط أو مساحات تتراوح بين ٠,١ هكتار إلى كيلو متر مربع أو أكثر، تبعا لتصميم العينة. ويمكن جمع عينات الوحدات إحصائيا بصورة أقل كثافة مما هو مستخدم في التغطية الكاملة، ويتم اختيارها على مسافات منتظمة أو غير منتظمة ويمكن تركيزها في المساحات التي يتوقع أن يحدث فيها تغيير في استخدام الأراضي. ويمكن أن تشمل البيانات المسجلة استخدام الأراضي في نقطة معينة أو ضمن حدود وحدة معاينة في كل مناسبة، ولكن يمكن أن تشمل أيضا بيانات تغيير استخدامات الأراضي في وحدة معاينة بين سنوات المعاينة.

ولتنفيذ النهج الثالث بفعالية، يلزم أخذ عينات كافية بما يتيح الاستيفاء المكاني ومن ثم إعداد خريطة لاستخدامات الأراضي. ويتناول القسم المتعلق بالمعاينة في الفصل الخامس (القسم ٥-٣) أساليب المعاينة وما يقترن بها من أوجه عدم التيقن. ويتم بعد ذلك تعقب جميع أنشطة استخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي والحراجه في كل وحدة مكانية أو في كل مجموعة من الوحدات على مر الزمن (دوريا وإن لم يكن بالضرورة سنويا) ويتم تسجيل كل منها على حدة، داخل نظام للمعلومات الجغرافية. وبالنظر إلى أن النهج الثالث يشبه النهج الثاني، ينبغي إعداد الجدول الموجز ٢-٣-٤ أو ٢-٣-٥ كما هو مبين في إطار النهج الثاني لاستخدامه مع هذا النهج كجزء من إجراءات ضمان ومراقبة الجودة المبينة في الفصل الخامس.

الشكل ٢-٣-١ عرض مجمل للنهج الثالث: التقديرات المباشرة والمتكررة لاستخدامات الأراضي المستمدة من التغطية المكانية الكاملة

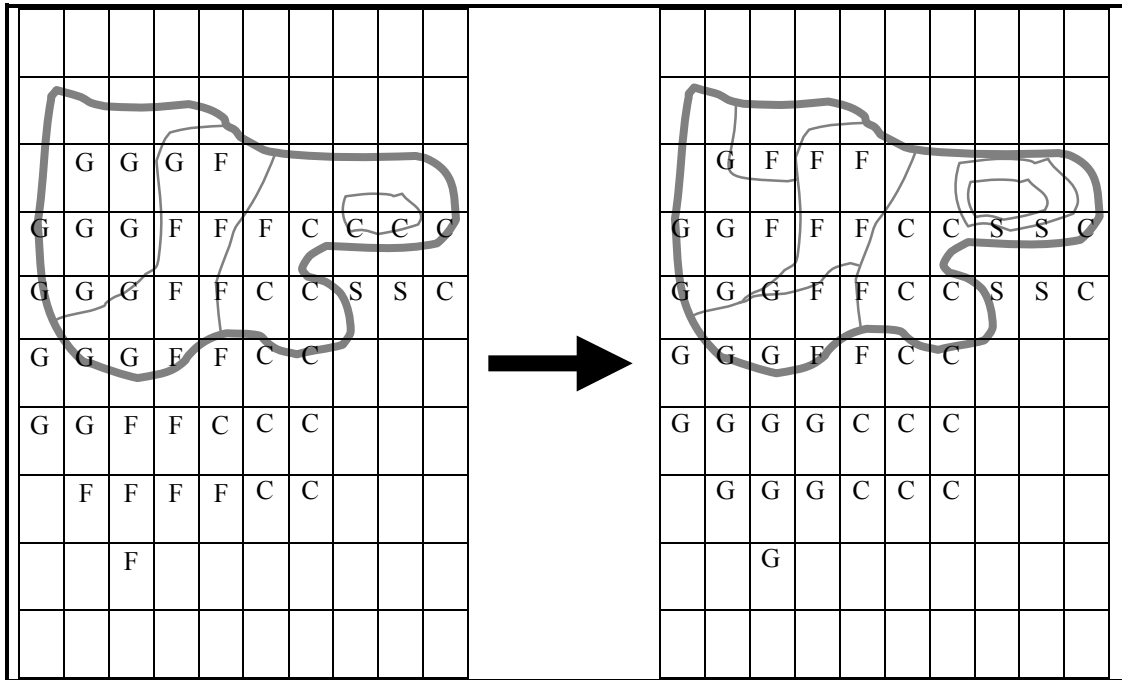
الوصف

في إطار النهج الثالث، يتم تقسيم البلد إلى وحدات مكانية، مثل الخلايا الشبكية أو المضلعات الصغيرة. وفي هذا المثال، تستخدم الخلايا الشبكية لتقسيم المساحة إلى وحدات فرعية. ويتم معاينة الخلايا الشبكية من خلال الاستشعار من بعد والمسوح الأرضية وذلك من أجل تحديد مساحات استخدامات الأراضي التي تظهر حدودها التقديرية في الخطوط الرمادية تحت الشبكة. ويمكن الاستشعار من بعد على التغطية الكاملة لكل الخلايا الشبكية (الشكل ٢-٣-١-ألف) عند تفسير استخدامات الأراضي. ويتم تنفيذ المسوح الأرضية في عينة من الخلايا الشبكية، ويمكن استخدامها لتحديد استخدامات الأراضي مباشرة وللمساعدة على تفسير البيانات المستشعرة من بعد. ويمكن توزيع عينة الخلايا الشبكية بانتظام (الشكل ٢-٣-١-باء) أو بصورة غير منتظمة (الشكل ٢-٣-١-جيم) وذلك مثلا لزيادة التغطية في الحالات التي من الأرجح أن تحدث فيها تغييرات في استخدامات الأراضي. ويمكن إعداد الخرائط باستخدام الخلايا الشبكية التي يمكن أيضا تجميعها إلى مضلعات (الشكل ٢-٣-١-دال). وتتمثل النتيجة النهائية لهذا النهج في الحصول على مصفوفة تغيير استخدامات الأراضي المحددة مكانيا.

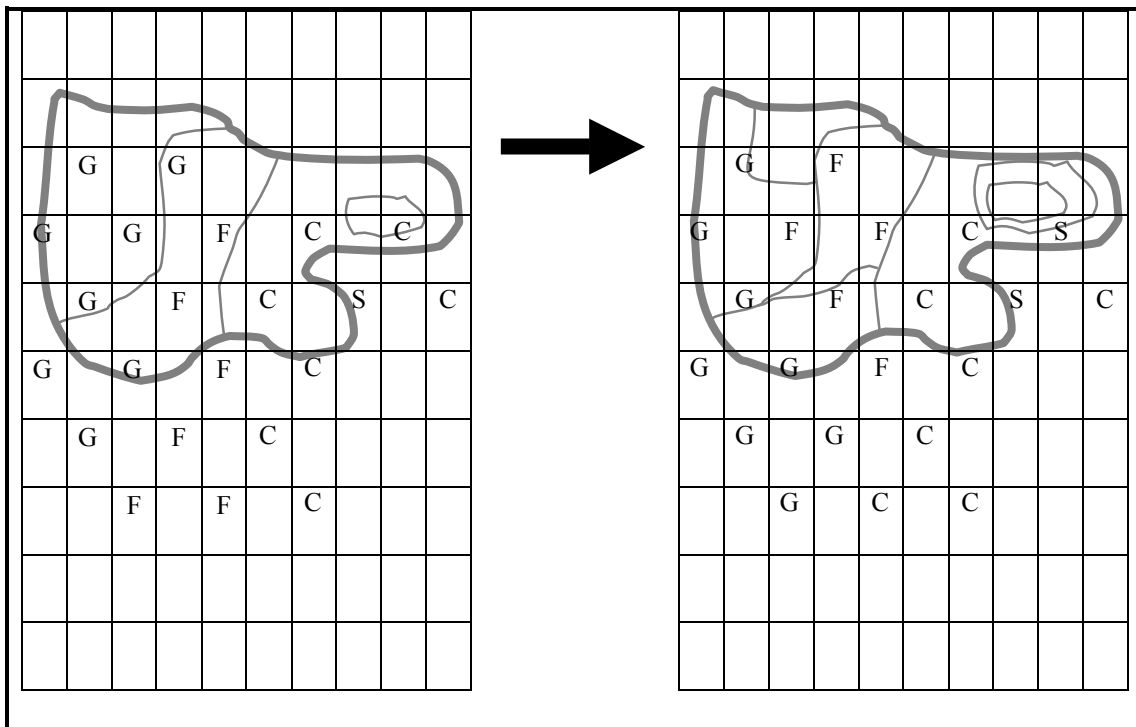
الزمن ١

الزمن ٢

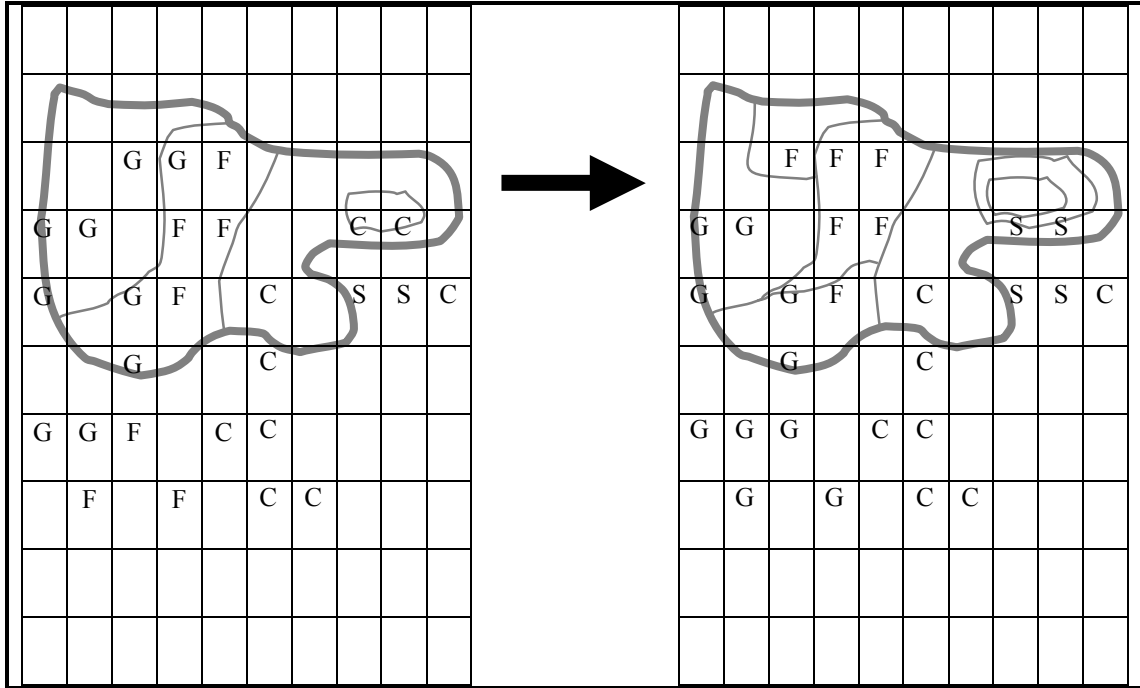
الشكل ٢-٣-١ ألف



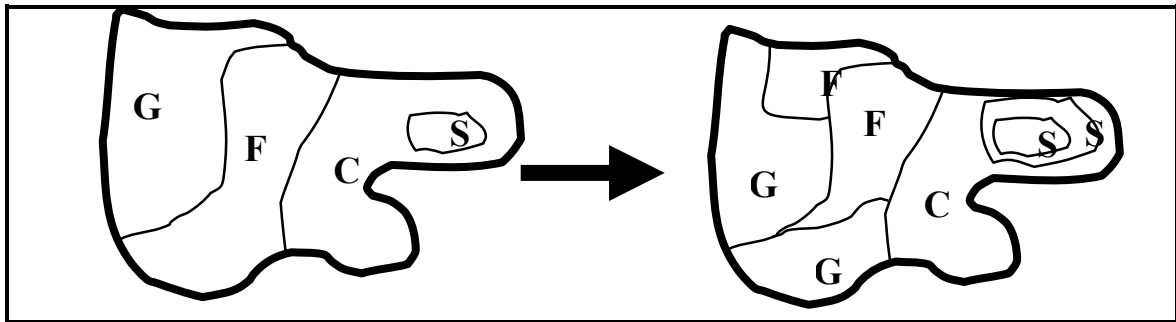
الشكل ٢-٣-١ باء



الشكل ٢-٣-١ جيم



الشكل ٢-٣-١ دال



ملحوظة: F = الأراضي الحرجية، G = المروج الطبيعية، C = الأراضي الزراعية، W = الأراضي الرطبة، S = المستوطنات، O = الأراضي الأخرى.

وعند استخدام الشبكات أو المضلعات، يمكن للبيانات ذات المقياس الدقيق أن تمثل مباشرة وحدات الأراضي التي يحدث فيها التحريج أو إعادة التحريج أو إزالة الأجرار بمقتضى المادة ٣-٣. وقد تتوافر بيانات الشبكات من البيانات المستشعرة من بعد والتي يتم في العادة الجمع بينها وبين بيانات الخرائط الإضافية (مثل قوائم جرد الأجرار أو خرائط التربة) لتحسين دقة تصنيف استخدامات الأراضي. وتعد عملية إنشاء النماذج المستخدمة في ربط البيانات المستشعرة من بعد بالبيانات الأرضية الواقعية عملية تتطلب مهارات عالية، ومن ثم فإننا نتناولها بمزيد من التفصيل في القسم ٢-٤-٤-١ (تقنيات الاستشعار من بعد).

ومن الممارسة السليمة عند استخدام النهج الثالث أن يتم القيام بما يلي:

- استخدام استراتيجية معاينة بما يتماشى مع النهج والمشورة الواردة في القسم ٢-٤-٢ والقسم ٣-٥ من الفصل الخامس. وينبغي أن تكفل هذه الاستراتيجية عدم تحيز البيانات وإمكانية توسيعها عند اللزوم. وقد يلزم تغيير عدد وموقع وحدات المعاينة على مر الزمن للحفاظ على صفة الشمول التمثيلي. ويتضمن القسم ٣-٣-٥ (تصميم المعاينة) في الفصل الخامس مشورة بشأن التطوير الزمني.
- في حالة استخدام البيانات المستشعرة من بعد، يتم إعداد أسلوب لتفسير تلك البيانات على ضوء فئات الأراضي باستخدام البيانات المرجعية الأرضية كما هو مبين في القسم ٢-٤-٤-١ (تقنيات الاستشعار من بعد). ويمكن استخدام

قوائم جرد الأبحاث التقليدية أو غيرها من بيانات المسوح. ويلزم تفادي الأخطاء الممكنة في تصنيف أنواع الأراضي، إذ قد يتعذر مثلا التمييز بين الأراضي الرطبة وبين الأراضي الحرجية باستخدام البيانات المستشعرة من بعد وحدها، وهو ما يتطلب بيانات إضافية، مثل نوع التربة أو التضاريس. ومن ثم، يمكن تحقيق الدقة عن طريق البيانات المرجعية الأرضية كما هو مبين في نفس القسم. وتتمثل التقنية التقليدية في إنشاء مصفوفة^(٦) تبين احتمالات أخطاء تصنيف معين للأراضي كإحدى التصنيفات الأخرى الممكنة.

- تحديد فترات الثقة لمساحات فئات الأراضي وتغييرات المساحة المستخدمة في تقدير تغيرات أرصدة الكربون والانبعاثات وعمليات الإزالة (انظر الفصل الخامس، القسم ٣-٤-١).
- اشتقاق الجداول الإجمالية للمساحات الوطنية التي تخضع لمختلف تغييرات استخدامات الأراضي (الشبيهة بالجدول المبينة في إطار النهج الثاني لأغراض ضمان ومراقبة الجودة).

٢-٣-٣ استخدام النهج

يتضمن الشكلان ٢-٣-٢ و ٣-٣-٢ شجريتي قرارات للمساعدة على اختيار النهج الملائم أو خليط النهج المستخدمة في تحديد مساحات استخدامات الأراضي. ويمكن تطبيق النهج الثلاثة، إذا استخدمت بما يتماشى مع المتطلبات المحددة في الفصول من الثالث إلى الخامس، لتقدير انبعاثات غازات الدفيئة وعمليات إزالتها وفقا للممارسة السليمة. ويتيح النهج الثالث عموما التمثيل المكاني المطلوب كمداخل لنماذج الكربون المكانية (المبينة في الفصل الثالث).

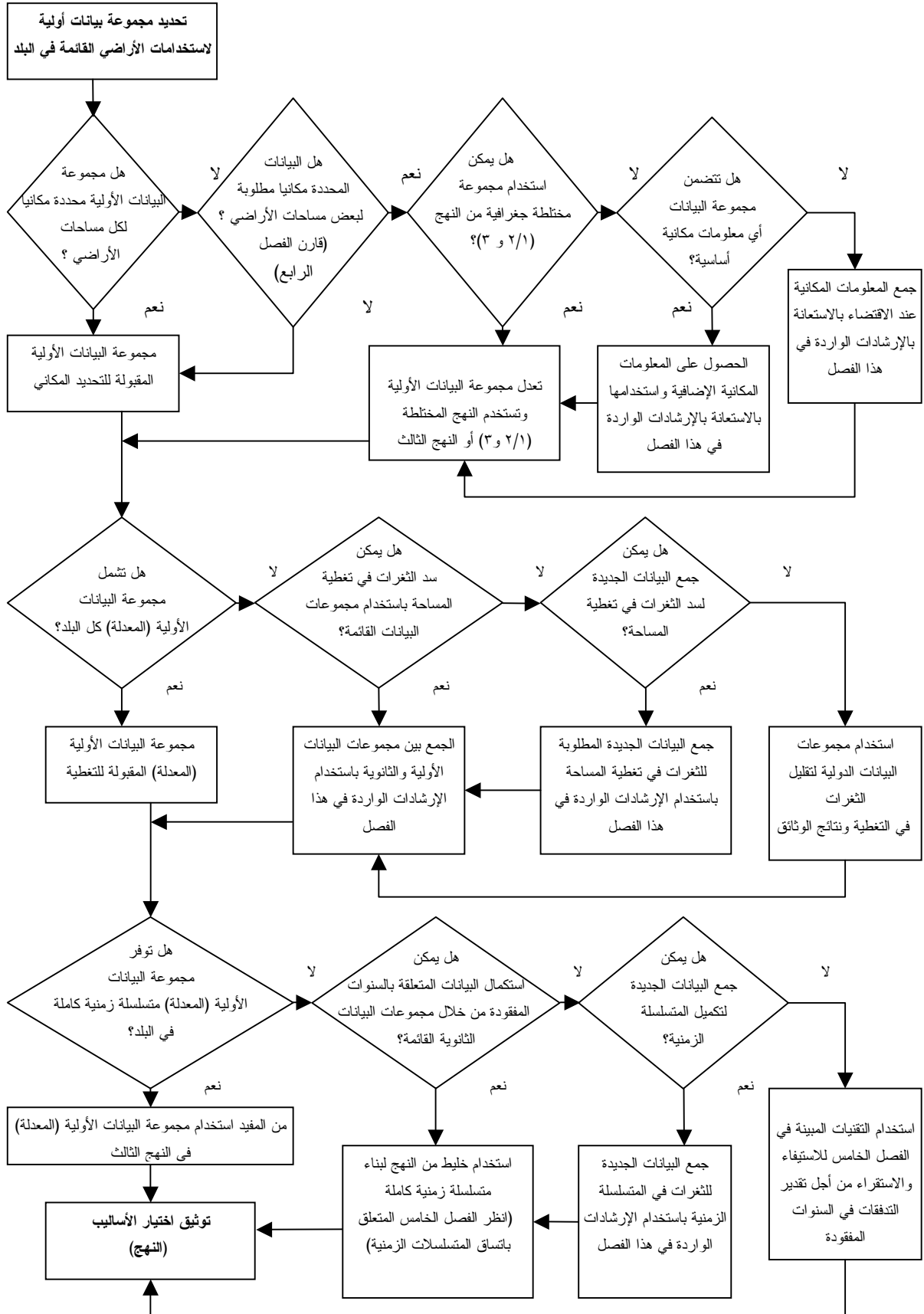
ويتوقف استخدام واحد أو أكثر من النهج في بلد ما، من بين جملة عوامل، على التغييرية المكانية وحجم المساحات النائية وإمكانية الوصول إليها، وتاريخ جمع البيانات البيولوجية الجغرافية، وتوافر موظفي الاستشعار من بعد والموارد اللازمة لذلك (الاستعانة بالمصادر الخارجية عند اللزوم) وتوافر بيانات و/أو نماذج الكربون المحددة مكانيا. وتتوافر لدى معظم البلدان بعض بيانات استخدامات الأراضي القائمة، ونقدم مخطط تسلسل القرارات المبين في الشكل ٢-٣-٢ للمساعدة على استخدام تلك البيانات وفقا للإرشادات الواردة في هذا الفصل. وهناك ثلاثة قرارات رئيسية يتعين اتخاذها: هل البيانات المحددة مكانيا مطلوبة للإبلاغ بمقتضى بروتوكول كيوتو، وهل تغطي البيانات كل البلد، وهل تتيح متسلسلة زمنية ملائمة؟

وفيما يتعلق بالبلدان القليلة التي ليست لديها أية بيانات قائمة، نقدم مخطط تسلسل القرارات المبين في الشكل ٣-٣-٢ للمساعدة على اختيار نهج ملائم أو خليط من النهج. وبشكل عام، فإن إمكانية الوصول إلى كل البيانات المتعلقة بمساحة الأراضي و/أو قلة موارد الاستشعار من بعد تمثل مؤشرات للتشديد بقوة أكبر على أهمية أساليب المسح الميداني لإعداد قواعد بيانات استخدام الأراضي. وفيما يتعلق بالبلدان التي يتعذر عليها الوصول إلى بعض المواقع وإن كانت تتاح لها فرصة طيبة للحصول على البيانات المستشعرة من بعد، ينبغي النظر في استخدام النهج الثالث مع التشديد على الاستشعار من بعد. وقد يكون النهج الثاني ملائما أكثر في البلدان التي تكون فيها مساحة الأراضي كبيرة ولكن لا تتوفر فيها الموارد المطلوبة لمعالجة البيانات الواسعة ذات الاستبانة العالية التي يتطلبها النهج الثالث. وأما البلدان التي لا تتمتع بفرصة طيبة للوصول إلى البيانات ولا تتوفر لها موارد الاستشعار من البعد، لا يرجح أن تتمكن من إعداد قواعد بيانات ملائمة للنهج الثاني أو النهج الثالث، ولكن ينبغي أن تتمكن من استخدام النهج الأول سواء من خلال بيانات منظمة الأغذية والزراعة (قاعدة بيانات استخدام الأراضي والغطاء الأرضي) أو غيرها من قواعد البيانات المتاحة دوليا (انظر مثلا المرفق ٢).

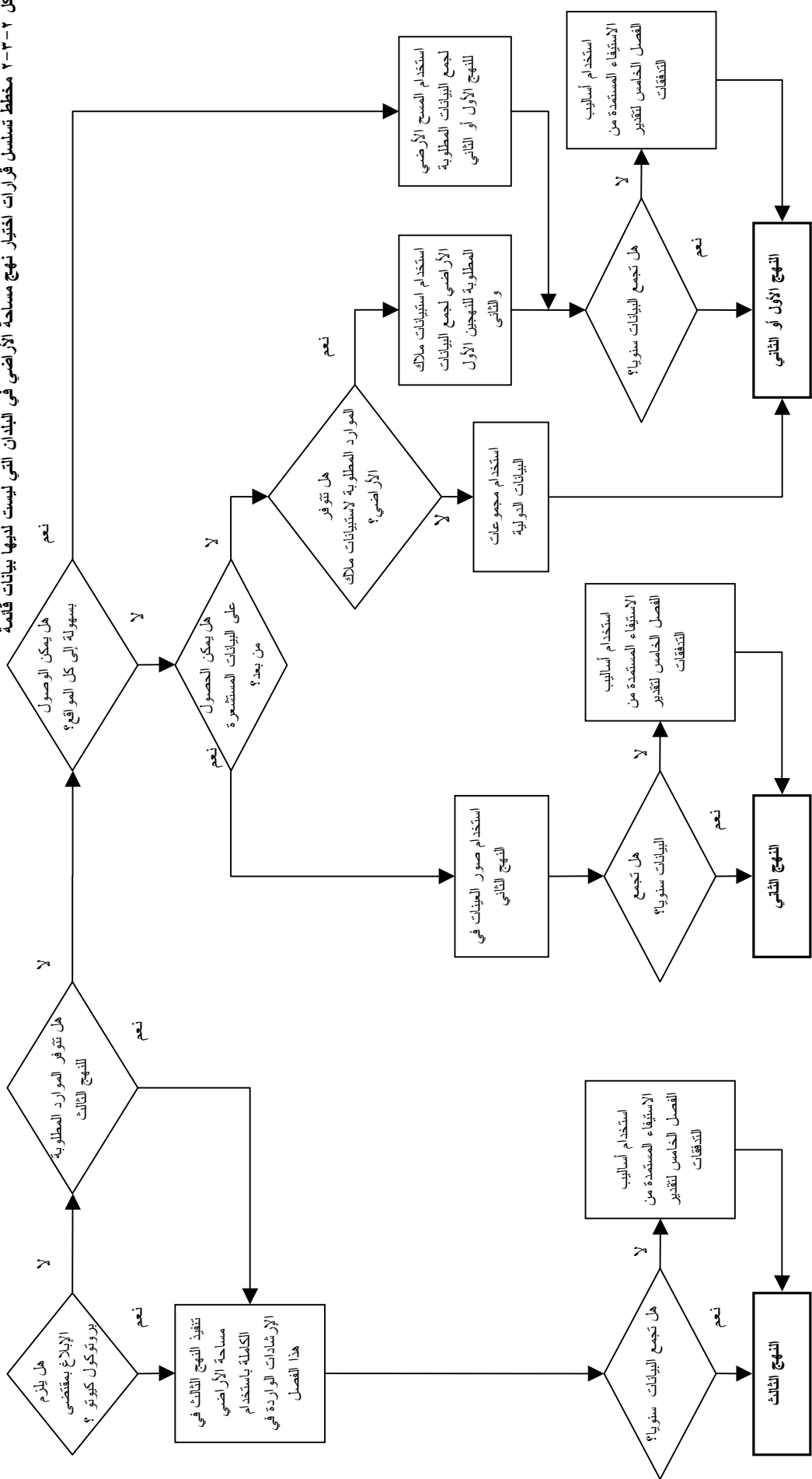
واستخدام مختلف النهج في الفترات الزمنية المختلفة قد يحقق فعالية أكبر أو قد يكون مطلوبا لمختلف أغراض الإبلاغ. ويتضمن الفصل الخامس الأساليب المستخدمة في تنسيق المتسلسلات الزمنية فيما بين مختلف الفترات الزمنية أو في مختلف الاستخدامات التي يرجح أن تكون ضرورية.

(٦) يطلق عليها في بعض الأحيان اسم مصفوفة التشويش.

الشكل ٢-٣-٢ مخطط تسلسل قرارات استخدام البيانات القائمة في نهج مساحة الأراضي



الشكل ٢-٣-٢ مخطط تسلسل قرارات اختيار نهج مساحة الأراضي في البلدان التي ليست لديها بيانات قائمة



٢-٣-٤ أوجه عدم التيقن المقترنة بالنهج

تتطلب الممارسة السليمة تقليل أوجه عدم التيقن بالقدر الممكن عمليا، ويبين الفصل ٥-٢ (تحديد وقياس أوجه عدم التيقن أساليب قياس أوجه عدم التيقن. وتتطلب هذه الأساليب تقدير عدم التيقن المقترن بالمساحة واستخدامه كمدخلات. وعلى الرغم من أن من الواضح أن عدم التيقن المقترن بالنهج من الأول إلى الثالث يتوقف على طريقة تنفيذ تلك النهج وعلى جودة البيانات المتاحة، من الممكن الإشارة إلى ما يمكن تحقيقه عمليا. ويبين الجدول ٢-٣-٦ مصادر عدم التيقن المقترنة بتلك النهج والأساس الذي يمكن الاستناد إليه في تقليل أوجه عدم التيقن، والمستويات الإشارية لعدم التيقن في ظل الظروف التي قد تطرأ عمليا.

وتتزرع مصادر عدم التيقن المقترن بالمساحة إلى الزيادة من النهج الأول إلى النهج الثالث بسبب الزيادة المتتالية في البيانات المستخدمة في التقدير. على أن ذلك لا يعني زيادة عدم التيقن بالنظر إلى عمليات التحقق الإضافية الممكنة من خلال البيانات الجديدة وبسبب التناقص العام في أوجه عدم التيقن بسبب إلغاء الأخطاء المعروفة في الإحصائيات. ويتمثل الفرق الرئيسي بين النهج الأول والنهجين الثاني والثالث في أن النسبة المئوية لعدم التيقن المقترن بتغيرات مساحة الأراضي قد تكون أكبر في النهج الأول. ويرجع ذلك إلى أن تغييرات استخدامات الأراضي تشتق في النهج الأول من الفروق في مجموع المساحات. وفي إطار النهج الأول، يتراوح عدم التيقن المقترن بهذا الفرق بين ضعف واحد و ١,٤ ضعف عدم التيقن المقترن بالمساحة الخاضعة للمقارنة تبعا لدرجة الارتباط بين المسوح. وينتج عن النهج الثالث معلومات تفصيلية محددة مكانيا قد تكون مطلوبة مثلا في بعض نهج النمذجة، أو في الإبلاغ عن الأنشطة المضطع بها بمقتضى بروتوكول كيوتو. وفي تلك الحالات، يلزم الحصول على معلومات مكانية إضافية إذا استخدم النهج الأول أو النهج الثاني لتحديد مساحة الأراضي. ويحدد القسم ٤-٢-٢ من الفصل الرابع متطلبات بروتوكول كيوتو.

الجدول ٢-٣-٦ مجمّل أوجه عدم التيقن في إطار النهج من الأول إلى الثالث			
عدم التيقن الإشاري بعد التحقق	طرق تقليل عدم التيقن	مصادر عدم التيقن	
يتراوح بين بضع نقاط مئوية و ١٠ في المائة فيما يتعلق بمجموع مساحة الأراضي في كل فئة. نسبة مئوية أكبر من عدم التيقن المقترن بتغيرات المساحة المشتقة من المسوح المتتالية. قد تكون الأخطاء المنتظمة كبيرة عند استخدام البيانات المعدة لأغراض أخرى.	<ul style="list-style-type: none"> التحقق من اتساق العلاقة مع المساحة الوطنية تصحيح الفروق في التعاريف التشاور مع الوكالات الإحصائية بشأن أوجه عدم التيقن المحتملة المقارنة مع مجموعات البيانات الدولية 	<ul style="list-style-type: none"> قد تشمل مصادر عدم التيقن بعض أو كل ما يلي، تبعا لطبيعة مصدر البيانات: الخطأ في بيانات التعداد الفروق في التعاريف فيما بين الوكالات تصميم المعاينة تفسير العينات بالإضافة إلى أنه: لا يمكن إجراء اختبارات التحقق المتعلقة بتغيرات المساحة فيما بين الفئات في إطار النهج الأول وهو ما من شأنه أن يؤدي إلى زيادة أوجه عدم التيقن. 	النهج الأول
يتراوح بين بضع نقاط مئوية و ١٠ في المائة فيما يتعلق بمجموع مساحة الأراضي في كل فئة، ونسبة أكبر للتغيرات في المساحة بالنظر إلى اشتقاقها	كما هو وارد أعلاه بالإضافة إلى اختبارات التحقق من الاتساق في التغيرات المشتركة بين الفئات داخل المصنوفة	مثل النهج الأول ولكن مع القدرة على تنفيذ اختبارات للتحقق	النهج الثاني
مثلما في النهج الثاني، ولكن يمكن تحديد المساحات المعنية جغرافيا. على أنه باستخدام النهج الثالث، يمكن تحديد مقدار عدم التيقن بدقة أكبر مما في النهج الثاني.	مثلما في النهج الثاني، بالإضافة إلى التحليل المنظم لأوجه عدم التيقن باستخدام المبادئ المبينة في الفصل الخامس	مثل النهج الثاني بالإضافة إلى ارتباط أوجه عدم التيقن بتفسير البيانات المستشعرة من بعد إن وجدت	النهج الثالث

٢-٤ وضع قواعد بيانات استخدامات الأراضي

توجد ثلاث طرق واسعة لوضع قواعد بيانات استخدامات الأراضي المطلوبة لجرد غازات الدفيئة:

- استخدام قواعد البيانات القائمة المعدة للأغراض الأخرى؛
- استخدام المعاينة؛
- استخدام القوائم الكاملة لجرد الأراضي.

وتتضمن الأقسام الفرعية التالية مشورة عامة بشأن الممارسة السليمة في استخدام تلك الأنواع من البيانات لتتظر فيها وكالات الجرد بالتشاور مع الوكالات الأخرى المسؤولة عن توفير البيانات الإحصائية على المستوى الوطني. وقد لا يشترك القائمون بإعداد قوائم الجرد في الجمع التفصيلي للبيانات المستشعرة من بعد أو بيانات المسوح الأرضية، ولكن يمكنهم استخدام الإرشادات الواردة هنا للمساعدة على تخطيط تحسين قوائم الجرد والاتصال مع الخبراء في تلك المجالات.

٢-٤-١ استخدام البيانات المعدة لأغراض أخرى

يمكن استخدام نوعين من قواعد البيانات المتاحة لتصنيف الأراضي. وفي كثير من البلدان، تتوفر مجموعات البيانات الوطنية من هذا النوع الذي نتناوله أدناه. وإذا لم يكن الأمر كذلك، يمكن لوكالات الجرد أن تستخدم مجموعات البيانات الدولية. ونتناول أدناه كلا النوعين من قواعد البيانات.

قواعد البيانات الوطنية

يستند النهجان الأول والثاني في العادة إلى البيانات القائمة المحدثة سنوياً أو دورياً. وتشمل المصادر النمطية من البيانات قوائم جرد الأجرار، والتعدادات الزراعية وغيرها من المسوح، والإحصاءات المتعلقة بالأراضي الحضرية والطبيعية، وبيانات وخرائط المساحة. وتوضح الأمثلة الواردة في المرفق ١ استخدام تلك المعلومات: أمثلة للنهج المستخدمة في بعض البلدان. ويبين القسم ٢-٣-١ الممارسة السليمة في استخدام هذا النوع من البيانات.

قواعد البيانات الدولية

تم إجراء مشاريع عديدة لإعداد مجموعات البيانات الدولية المتعلقة باستخدام الأراضي والغطاء الأرضي بمقاييس تتراوح بين إقليمية وعالمية (يتضمن المرفق ٢ بعض هذه المجموعات من البيانات). ويخزن معظم هذه البيانات كبيانات شبكة خطوط المسح^(٧) يتم توليدها باستخدام مختلف أنواع الصور الساتلية المستشعرة من بعد، وتستكمل بالبيانات الإسنادية الأرضية التي يتم الحصول عليها من خلال المسوح الميدانية أو من خلال المقارنة مع الإحصائيات القائمة/الخرائط. ويمكن استخدام مجموعات البيانات تلك في الأغراض التالية:

- تقدير التوزيع المكاني لاستخدامات الأراضي. ولا توفر قوائم الجرد التقليدية في العادة إلا مجموع مساحة استخدامات الأراضي بحسب الفئات. ويمكن إعادة إنشاء التوزيع المكاني باستخدام البيانات الدولية المتعلقة باستخدامات الأراضي والغطاء الأرضي كبيانات مساعدة في الحالات التي لا تتوفر فيها البيانات الوطنية.

(٧) يقصد ببيانات خطوط المسح المعلومات المخزنة في شبكة منتظمة من النقاط في مقابل بيانات المضلعات التي تمثل معلومات مخزنة كإحداثيات في منطقة محددة لها خصائص مشتركة.

- تقدير موثوقية مجموعات البيانات القائمة المتعلقة باستخدامات الأراضي. ويمكن أن تشير المقارنة بين مجموعات البيانات الوطنية والدولية المستقلة إلى تضارب ظاهر، وفهم ذلك قد يزيد من الثقة في البيانات الوطنية و/أو يحسن إمكانية استخدام البيانات الدولية إن كانت مطلوبة لأغراض من قبيل الاستقراء.

وعند استخدام مجموعات البيانات الدولية، من الممارسة السليمة النظر فيما يلي:

- مخطط التصنيف (مثل تعريف فئات استخدامات الأراضي والعلاقات بينها) قد يختلف عن مخطط التصنيف في النظام الوطني. ولذلك يلزم تحديد التماثل بين نظم التصنيف المستخدمة في البلد والنظم المبينة في القسم ٢-٢ (فئات استخدامات الأراضي) عن طريق الاتصال بالوكالة الدولية ومقارنة التعاريف المستخدمة فيها مع التعاريف المستخدمة على المستوى الوطني.
- الاستبانة المكانية (في العادة كيلومترا اسما ولكنها في بعض الأحيان تبلغ حجما يزيد عند التطبيق العملي) قد تكون غير دقيقة، ولذلك قد يلزم تجميع البيانات الوطنية من أجل تحسين إمكانية مقارنتها.
- قد توجد مشاكل في دقة التصنيف وأخطاء في الإسناد الجغرافي، ولهذا لا بد في العادة من إجراء اختبارات عديدة للدقة في عينات من المواقع. وينبغي أن تحصل الوكالات المسؤولة على التفاصيل المتعلقة بقضايا التصنيف والاختبارات التي يتم إجراؤها.
- ومثلما في حالة البيانات الوطنية، قد يلزم إجراء استيفاء أو استقراء لإعداد التقديرات في فترات زمنية تناسب التواريخ المطلوب فيها تقديم البلاغات إلى اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغير المناخ أو في إطار بروتوكول كيوتو.

٢-٤-٢ جمع البيانات الجديدة باستخدام أساليب المعاينة

تستخدم تقنيات المعاينة لتقدير المساحات وتغييرات المساحات في الحالات التي لا يكون فيها من المفيد عمليا استخدام مجموع الأرقام التي يتم الحصول عليها من خلال القياسات الميدانية المباشرة أو من خلال التقديرات باستخدام تقنيات الاستشعار من بعد وإلا فإنها ستعطي نتائج غير دقيقة. ومن الممارسة السليمة استخدام مفاهيم المعاينة التي تستند إلى المعاينة المبينة في القسم ٣ من الفصل الخامس، مما يتيح استخدام إجراءات التقدير المنسقة والتي لا تنطوي على أي تحيز والتي تسفر عن تقديرات دقيقة.

وكما جاء في القسم ٣ من الفصل الخامس، تشمل الممارسة السليمة في أخذ العينات في العادة مجموعة من وحدات المعاينة التي تقع على شبكة منتظمة في مساحة الجرد. وتوزع فئة استخدام الأراضي بعد ذلك على كل وحدة من وحدات المعاينة. ويمكن استخدام وحدات المعاينة لاشتقاق نسب فئات استخدامات الأراضي داخل مساحة الجرد. ويمكن الحصول على تقدير لمساحة كل فئة من فئات استخدامات الأراضي عن طريق ضرب تلك النسب في مجموع المساحة. وإذا كان مجموع المساحة غير معلوم، يفترض أن كل وحدة معاينة تمثل مساحة محددة. ويمكن بعد ذلك تقدير مساحة فئة استخدام الأراضي من خلال عدد من وحدات المعاينة التي تدرج تحت هذه الفئة.

وعند تكرار معاينة المساحات في مساحات متعاقبة، يمكن اشتقاق التغييرات على مر الزمن لإنشاء مصفوفة تغيير استخدامات الأراضي.

ويساعد استخدام نهج قائم على العينات في تحليل الأراضي على حساب أخطاء المعاينة وفترات الثقة التي تقيس موثوقية تقديرات المساحة في كل فئة. ومن الممارسة السليمة استخدام فترة الثقة للتثبت من أن تغييرات مساحة الفئة الخاضعة للملاحظة تكون كبيرة إحصائيا وأنها تعبر عن تغييرات مهمة.

٢-٤-٣ جمع البيانات الجديدة في قوائم الجرد الكاملة

يتطلب الجرد الكامل لاستخدامات الأراضي في كل المساحات الواقعة في البلد الحصول على خرائط استخدامات الأراضي في كل أنحاء البلد على فترات منتظمة.

ويمكن تحقيق ذلك باستخدام تقنيات الاستشعار من بعد. وكما هو مبين في إطار النهج الثالث (القسم ٢-٣-٣)، يمكن استخدام تلك البيانات بسهولة في نظام للمعلومات الجغرافية يستند إلى مجموعة من الخلايا الشبكية أو المضلعات التي تدعمها البيانات الواقعية الأرضية المطلوبة لتحقيق التفسير غير المتحيز. وإذا كانت استبانة تلك البيانات دقيقة بدرجة كافية، فقد يتسنى استخدامها مباشرة للإبلاغ عن الأنشطة ذات الصلة في إطار بروتوكول كيو.تو. ويمكن استخدام البيانات ذات الاستبانة غير الدقيقة لبناء بيانات النهج الأول أو النهج الثاني على مستوى البلد بأسره أو في مناطق ملائمة.

كما يمكن إعداد جرد كامل عن طريق إجراء مسح لكل ملاك الأراضي وسوف يتعين على كل واحد منهم أن يقدم بيانات مناسبة عندما يكون في حوزتهم أكثر من قطعة مختلفة من الأراضي. وتشمل المشاكل المتأصلة في هذا الأسلوب الحصول على البيانات بمقاييس أصغر من حجم الأراضي التي في حوزة المالك، فضلا عن صعوبة كفاءة التغطية الكاملة دون حدوث أي تداخلات.

٢-٤-٤ أدوات جمع البيانات

٢-٤-٤-١ تقنيات الاستشعار من بعد

كما جاء هنا فإن البيانات المستشعرة من بعد هي تلك البيانات التي يتم الحصول عليها باستخدام أجهزة الاستشعار (البصرية أو الرادارية) على متن السواتل، أو باستخدام أجهزة التصوير المزودة بأفلام بصرية أو تحت الحمراء، المركبة في الطائرات. وتصنف هذه البيانات في العادة لتقديم تقديرات للغطاء الأرضي وما يقابله من مساحة وهي تتطلب في العادة بيانات من المسوح الأرضية لتقدير دقة التصنيف. ويمكن إجراء التصنيف إما من خلال التحليل البصري للصور، أو بالأساليب الرقمية (باستخدام الحاسوب). وتتسأ قوة الاستشعار من بعد من قدرته على توفير معلومات محددة مكانيا والتغطية المتكررة التي تشمل إمكانية تغطية مساحات كبيرة فضلا عن المساحات النائية التي يتعذر الوصول إليها بدون ذلك. كما يغطي أرشيف البيانات المستشعرة من بعد عدة عقود ويمكن لذلك استخدامه في إعادة بناء المتسلسلات الزمنية السابقة للغطاء الأرضي واستخدامات الأراضي. وترتبط صعوبة الاستشعار من بعد بمشكلة التفسير: إذ ينبغي ترجمة الصور إلى معلومات مفيدة عن استخدامات الأراضي وإدارة الأراضي. وتبعا لجهاز الاستشعار الساتلي، فإن وجود السحب والضباب قد يعوق الحصول على البيانات. وهناك مسألة أخرى مهمة خاصة عند مقارنة البيانات خلال فترات زمنية طويلة وهو أن نظم الاستشعار من بعد قد تتغير. ويفيد الاستشعار من بعد على وجه الخصوص في الحصول على تقديرات مساحة الغطاء الأرضي/فئات استخدامات الأراضي، وفي المساعدة على تحديد المساحات المتجانسة نسبيا التي يمكن أن تساعد على اختيار مخططات المعاينة وعدد العينات التي يتم جمعها. ولمزيد من المعلومات عن الاستشعار من بعد والإحصائيات المكانية، انظر Cressie (١٩٩٣)، و Lillesand وآخرين (١٩٩٩).

أنواع البيانات المستشعرة من بعد

من أهم أنواع البيانات المستشعرة من بعد: (١) الصور الجوية، (٢) الصور الساتلية باستخدام النطاقات المرئية و/أو القريبة من تحت الحمراء، و (٣) الصور الرادارية الساتلية أو المحمولة جوا (انظر الجدول ٥-٧-٢) للاطلاع على السمات المميزة لمنصات الاستشعار من بعد الرئيسية). وقد يكون من المفيد استخدام مجموعات من مختلف أنواع البيانات المستشعرة من بعد (مثل المرئية/تحت الحمراء والرادارية؛ مختلف أنواع الاستبانة المكانية أو القطاعية) لتقدير مختلف فئات أو مناطق استخدامات الأراضي. ويمكن أن يشمل النظام الكامل للاستشعار من بعد المستخدم في تعقب تغيير استخدامات الأراضي الكثير من أجهزة الاستشعار ومجموعات أنواع البيانات ذات الاستبانة المتنوعة.

وفيما يلي المعايير المهمة لاختيار بيانات ونتائج الاستشعار من بعد:

- المخطط الملائم لتصنيف استخدامات الأراضي؛

- الاستبانة المكانية الملائمة (أصغر وحدة مكانية لتقدير تغيرات استخدامات الأراضي بمقتضى بروتوكول كيوتو هي ٠,٠٥ هكتار)؛
- الاستبانة الزمنية الملائمة لتقدير استخدام الأراضي وتغيرات أرصدة الكربون؛
- توافر تقدير الدقة؛
- استخدام الأساليب الشفافة في الحصول على البيانات ومعالجتها؛
- اتساق البيانات وتوافرها على مر الزمن.

١- الصور الجوية

يمكن أن يكشف تحليل الصور الجوية عن الأنواع الشجرية الحرجية والهيكل الحرجي للاستدلال على توزيع العمر النسبي وصحة الأشجار (مثل فقد الأوراق الإبرية في الغابات الصنوبرية، وخسائر وجهد الأوراق في الغابات النفضية). وفي تحليل الزراعة، يمكن للاستشعار من بعد أن يبين أنواع المحاصيل وجهد المحاصيل والغطاء الشجري في النظم الحرجية الزراعية. وتتوقف أصغر وحدة مكانية ممكنة على نوع الصور الجوية المستخدمة، ولكن المنتجات القياسية تبلغ في كثير من الأحيان مترا واحدا مربعا.

٢- الصور الساتلية باستخدام الترددات المرئية والقريبة من تحت الحمراء

يساعد استخدام الصور الساتلية على التقدير الكامل لاستخدامات الأراضي أو الغطاء الأرضي في المساحات الكبيرة (الوطنية أو الإقليمية) إذا لم تتوفر البيانات المتعلقة بها بطريقة أخرى. وهناك إمكانية للحصول على متسلسلات زمنية طويلة للبيانات من المساحة المطلوبة بالنظر إلى أن الساتل يمر باستمرار وبصورة منتظمة فوق تلك المساحة. وتولد الصور في العادة فسيءا تفصيلية للفئات المميزة، ولكن تصنيفها إلى فئات سليمة من الغطاء الأرضي/استخدامات الأراضي يتطلب في العادة بيانات مرجعية أرضية من الخرائط أو المسوح الميدانية. وتتوقف أصغر وحدة يمكن تحديدها على الاستبانة المكانية لجهاز الاستشعار ونطاق العمل. وتتسم نظم الاستشعار الأكثر استخداما باستبانة مكانية تتراوح بين ٢٠ و ٣٠ مترا. وعندما تبلغ الاستبانة المكانية ٣٠ مترا مثلا، يمكن تحديد الوحدات الصغيرة التي تبلغ هكتارا واحدا. كما يمكن الحصول على بيانات من السواتل ذات الاستبانة الأعلى.

٣- الصور الرادارية

تُستمد أكثر البيانات الرادارية شيوعا من النظم التي يطلق عليها اسم الرادار ذي الفتحة التركيبية التي تعمل بتردد الموجات المتناهية الصغر. وتتمثل الميزة الرئيسية لتلك النظم في إمكانية اختراقها السحب والضباب، والحصول على البيانات أثناء الليل. ولذلك فإنها قد تعد المصدر الموثوق الوحيد للحصول على البيانات المستشعرة من بعد في كثير من مناطق العالم التي تغطيها السحب بشكل شبه دائم. وباستخدام مختلف أجزاء الطيف ومختلف الاستقطابات، يمكن لنظم الرادار ذات الفتحة التركيبية أن تميز بين فئات الغطاء الأرضي (مثل الأراضي الحرجية وغير الحرجية) أو محتوى الكتلة الحيوية للغطاء النباتي، على الرغم من وجود بعض القيود حاليا في حالة الكتلة الحيوية العالية بسبب تشعب الإشارة.

البيانات المرجعية الأرضية

للاستفادة من البيانات المستشعرة من بعد في قوائم الجرد، خاصة من أجل ربط الغطاء الأرضي باستخدامات الأراضي، من الممارسة السليمة تكميل البيانات المستشعرة من بعد بالبيانات المرجعية الأرضية (التي يطلق عليها في كثير من الأحيان البيانات الميدانية الفعلية). ويمكن جمع البيانات المرجعية الأرضية بشكل مستقل أو يمكن الحصول عليها من قوائم جرد الأحراج أو الأراضي الزراعية. وينبغي زيادة تكثيف استخدام البيانات الميدانية الفعلية في فترة تقدير استخدامات الأراضي السريعة التغير أو ذات الغطاء النباتي المعروف عنه سهولة وقوع أخطاء في تصنيفه. ولا يمكن إجراء ذلك إلا باستخدام البيانات المرجعية الأرضية، ويفضل الحصول عليها من المسوح الأرضية الفعلية التي يتم جمعها بشكل مستقل وإن كان من المفيد أيضا استخدام الصور الفوتوغرافية العالية الاستبانة.

دمج الاستشعار من البعد ونظام المعلومات الجغرافية

يستخدم في كثير من الأحيان التفسير البصري للصور لتحديد مواقع أخذ العينات المطلوبة لقوائم جرد الحراجة، وهو أسلوب بسيط ويمكن الاعتماد عليه. ومع ذلك، فإن هذا الأسلوب يتطلب عمالة كثيفة ولذلك فهو يقتصر على مساحات محدودة، وقد يتأثر بالتفسيرات الذاتية لمختلف القائمين بالتشغيل.

والاستخدام الكامل للاستشعار من بعد يتطلب عموماً دمج التغطية الواسعة التي يوفرها الاستشعار من بعد مع القياسات الميدانية أو بيانات الخرائط لتمثيل المساحات المرتبطة باستخدامات معينة من استخدامات الأراضي مكانياً وزمانياً. ويتحقق ذلك عموماً بأقل تكلفة ممكنة عند استخدام نظام المعلومات الجغرافية.

تصنيف الغطاء الأرضي باستخدام البيانات المستشعرة من بعد

يمكن تصنيف الغطاء الأرضي باستخدام البيانات المستشعرة من البعد من خلال التحليل البصري أو الرقمي (باستخدام الحاسوبات). ولكل نوع من هذه التحليلات مزايا وعيوب. فالتحليل البصري للصور يتيح الاستدلال البشري من خلال تقييم السمات الشاملة للمنظر (تحليل السمات السياقية في الصورة). وأما التصنيف الرقمي فيتيح التعامل مع البيانات بطرق متعددة، مثل دمج مختلف البيانات الطيفية التي يمكن أن تساعد على تحسين نمذجة البيانات الأرضية الفيزيائية الحيوية (مثل قطر الشجرة، والارتفاع، والمساحة القاعدية، والكتلة الحيوية) باستخدام البيانات المستشعرة من بعد. وبالإضافة إلى ذلك، يتيح التحليل الرقمي إجراء حساب فوري للمساحات المرتبطة بمختلف فئات الأراضي. وقد تطور هذا النوع من التحليل تطوراً سريعاً على مدى العقد الماضي، جنباً إلى جنب مع ما يقترن به من تطور تقني في الحاسوبات، مما أتاح الحصول على معدات الحاسوبات والبرامج الحاسوبية وكذلك البيانات الساتلية بتكلفة زهيدة في معظم البلدان، على الرغم من أن القدرة على استخدام تلك البيانات والتسهيلات قد تتطلب الاستعانة بمصادر خارجية، خاصة في وضع الخرائط على المستوى الوطني.

اكتشاف تغير استخدام الأراضي باستخدام الاستشعار من بعد

يمكن استخدام الاستشعار من البعد لاكتشاف المواقع التي يصيبها التغير المرتبط بقطاع استخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي والحراجة. ويمكن تقسيم أساليب اكتشاف تغير استخدامات الأراضي إلى فئتين (Singh, 1989).

اكتشاف التغيرات اللاحقة للتصنيف

يشير ذلك إلى التقنيات المستخدمة في الحالات التي يوجد فيها اثنان أو أكثر من التصنيفات المحددة سلفاً للغطاء الأرضي/استخدامات الأراضي في أوقات مختلفة، وفي الحالات التي تكتشف فيها التغيرات في العادة بطرح مجموعات البيانات. وتعد هذه التقنيات مباشرة ولكنها تتسم أيضاً بحساسية شديدة لتضارب تفسيرات وتصنيفات فئات الأراضي.

اكتشاف التغيرات السابقة للتصنيف: يشير ذلك إلى النهج المتقدمة والفيزيائية الحيوية المستخدمة في اكتشاف التغيرات. وتُقارن الفروق بين بيانات الاستجابة الطيفية المأخوذة في نقطتين زمنيتين أو أكثر باستخدام الأساليب الإحصائية، وتستخدم هذه الفروق للحصول على معلومات عن تغيرات الغطاء الأرضي/استخدامات الأراضي. ويتسم هذا النهج بحساسية أقل لتضارب التفسيرات، وهو أقدر من نهج التصنيف اللاحق على اكتشاف التغيرات الأقل وضوحاً ولكنه مباشر بدرجة أقل ويتطلب الوصول إلى البيانات الأصلية المستشعرة من بعد.

تقييم دقة وضع الخرائط

عندما تستخدم خرائط الغطاء الأرضي/استخدامات الأراضي، من الممارسة السليمة الحصول على المعلومات المتعلقة بموثوقية الخريطة. وعندما يتم وضع تلك الخرائط اعتماداً على تصنيف البيانات المستشعرة من بعد، ينبغي الاعتراف باحتمال تفاوت موثوقية الخريطة فيما بين مختلف فئات الأراضي. وتتسم بعض الفئات بخصائص فريدة مميزة لها في حين أن بعضها الآخر قد يختلط بسهولة مع الفئات الأخرى. ومثال ذلك أن الغابات الصنوبرية تصنف في كثير من الأحيان بدقة أكبر من الغابات النفضية لأن خصائص الانعكاس التي تتسم بها تكون أكثر وضوحاً، وأما الغابات النفضية فقد يكون من السهل الخلط بينها وبين المروج

الطبيعية أو الأراضي الزراعية مثلاً. وبالمثل، يتعذر في كثير من الأحيان التأكد من حدوث تغييرات في ممارسات إدارة الأراضي من خلال الاستشعار من بعد. ومثال ذلك أنه قد يتعذر اكتشاف حدوث تغير من الحرث التقليدي إلى حرث الصون في مساحة محددة من الأراضي.

ولذلك فإن من الممارسة السليمة تقدير دقة خرائط استخدامات الأراضي/الغطاء الأرضي على أساس كل فئة على حدة. ويستخدم عدد من نقاط العينات على الخريطة وما يقابلها من الفئات الواقعية لوضع مصفوفة تشويش (انظر النهج الثالث؛ الحاشية ٦) ويبين فيها قطرها احتمالات التحديد الصحيح وتبين العناصر الخارجة عن القطر الاحتمال النسبي لأخطاء تصنيف فئات الأراضي ضمن واحدة من الفئات الممكنة الأخرى. وتعتبر مصفوفة التشويش ليس فقط عن دقة الخريطة ولكن من الممكن أيضاً أن تحدد الفئات التي قد يسهل اختلاط بعضها ببعض. واستناداً إلى مصفوفة التشويش، يمكن اشتقاق عدد من مؤشرات الدقة (Congalton, 1991). ومن الممارسة السليمة تقديم تقدير لدقة خرائط استخدام الأراضي/الغطاء الأرضي بحسب كل فئة على حدة، ويمكن استخدام مصفوفة تشويش لهذا الغرض في حالة استخدام الاستشعار من بعد. كما يمكن استخدام التحليل الزمني المتعدد (تحليل الصور المأخوذة في مختلف الأوقات لتحديد ثبات تصنيف استخدام الأراضي) لتحسين دقة التصنيف، خاصة في الحالات التي تكون فيها البيانات الميدانية الفعلية محدودة.

٢-٤-٤-٢ المسوح الأرضية

يمكن استخدام المسوح الأرضية لجمع وتسجيل البيانات المتعلقة باستخدامات الأراضي والاستفادة منها كبيانات ميدانية فعلية مستقلة للتصنيف المعتمد على الاستشعار من بعد. وقبل ظهور تقنيات الاستشعار من البعد، مثل التصوير الجوي والصور الساتلية كانت المسوح الأرضية هي الوسيلة الوحيدة لوضع الخرائط. وتتمثل هذه العملية أساساً في زيارة المنطقة موضوع الدراسة وتسجيل سمات المواقع الظاهرة و/أو الطبيعية لأغراض وضع الخرائط. ويستخدم ترقيم الحدود وترميز السمات لإعداد نسخة ورقية من الملاحظات الميدانية والخرائط التاريخية المفيدة في نظم المعلومات الجغرافية. ويتم ذلك من خلال قواعد ترسيم مساحات الأراضي الدنيا وتصنيف السمات المرتبطة بمقياس الخريطة الناتجة والأغراض المزمع استخدامها فيها.

ويمكن إجراء قياسات بالغة الدقة للمساحة والموقع باستخدام مجموعة من معدات المسح، مثل أجهزة التيودوليت، وشرائط القياس، وعجلات قياس المسافات، والأجهزة الإلكترونية المستخدمة في قياس المسافات. ويعنى تطوير النظم العالمية لتحديد المواقع أنه يمكن تسجيل المعلومات المتعلقة بالمواقع في الميدان مباشرة في شكل إلكتروني باستخدام أجهزة الحاسوب المحمولة. ويمكن تنزيل البيانات إلى حاسوب مكتبي لتسجيلها وتنسيقها مع طبقات المعلومات الأخرى المستخدمة في التحليل المكاني.

وتستخدم مقابلات واستبيانات ملاك الأراضي لجمع المعلومات الاقتصادية الاجتماعية والمعلومات المتعلقة بإدارة الأراضي، ولكنها يمكن أن توفر أيضاً بيانات عن استخدامات الأراضي وتغيير استخدام الأراضي. وباستخدام هذا النهج القائم على التعداد، تعتمد وكالة جمع البيانات على المعرفة والسجلات المتوفرة لدى ملاك الأراضي (أو المنتفعين) للحصول على بيانات موثوقة. ويقوم في العادة ممثل لوكالة جمع البيانات بزيارة ومقابلة الشخص المقيم، ويتم تسجيل البيانات في شكل محدد سلفاً، أو يتم تقديم استبيان للشخص المنتفع بالأراضي لاستيفائه. ويتم في العادة تشجيع الشخص المستجيب على استعمال أي سجلات أو خرائط ذات صلة قد تكون لديه، وقد تستخدم أيضاً الأسئلة لاستخلاص المعلومات مباشرة (Swanson *et al.*, 1997).

وقد تكون مسوح التعدادات من أقدم أشكال جمع البيانات (Darby, 1970). ويمكن إجراء مسوح المنتفعين بالأراضي بين جميع الأفراد أو بين أفراد عينة معقولة الحجم. وتستخدم التطبيقات الحديثة مجموعة كاملة من تقنيات التثبيت وتقدير الدقة. وقد يتم إجراء المسح من خلال الزيارات الشخصية، والمكالمات الهاتفية (التي تعتمد في كثير من الأحيان على الإشارات الصوتية بمعاونة الحاسب) أو الاستبيانات المرسله بالبريد. وتبدأ مسوح المنتفعين بالأراضي بصياغة احتياجات البيانات والمعلومات في مجموعة من الأسئلة البسيطة والواضحة التي يمكن من خلالها الحصول على إجابات موجزة وقاطعة. ويتم اختبار الأسئلة على عينة من السكان لكفالة سهولة فهمها ولتحديد التفاوت في المصطلحات التقنية على المستوى المحلي. وفيما يتعلق بتطبيقات العينات، تصنف كل المساحة الخاضعة للدراسة مكانياً بحسب وحدات الأراضي الإيكولوجية و/أو الإدارية الملائمة، وبحسب الفروق المهمة في الفئات بين السكان (مثل المساحات الخاصة في مقابل المساحات العامة، والمساحات الكبيرة في مقابل المساحات الصغيرة، واللب في مقابل كتل الأخشاب، وما إلى ذلك). وفيما يتعلق بالإجابات المتعلقة بمساحات الأراضي وممارسات الإدارة، يطلب من الشخص

المستجيب تقديم بعض البيانات عن الموقع الجغرافي، حيثما وجدت إحدائيات دقيقة، أو وصف تحديدي أو على الأقل بيانات عن الوحدات الإيكولوجية أو الإدارية. ويتم التثبيت من النتائج بعد الانتهاء من المسح من خلال البحث عن التضارب الإحصائي، والمقارنة مع مصادر البيانات المستقلة، وإجراء عينة من استبيانات التثبيت لأغراض المتابعة أو إجراء عينة من مسح التثبيت الموقعية. وأخيراً، لا بد من عرض النتائج وفقاً لبارامترات التصنيف الأولية.

المرفق ١ أمثلة للنهج المستخدمة في بعض البلدان

المرفق ١-١ استخدام قوائم جرد الموارد القائمة في الولايات المتحدة

(النهج الأول والثاني والثالث)

الغرض من جرد الموارد الوطنية في الولايات المتحدة هو تقدير التربة والمياه وما يرتبط بهما من موارد بيئية في الأراضي غير الفيدرالية (Nusser and Goebel, 1997; Fuller, 1999)^(٨) ويستخدم جرد الموارد الطبيعية البيانات المستمدة من مصادر متعددة للتثبت من التقديرات. ويستخدم نظام للمعلومات الجغرافية للولايات المتحدة وذلك لإجراء الجرد وهو يشمل مجموع المساحة السطحية ومساحة المسطحات المائية والأراضي الفيدرالية. ويمكن أن ترتبط بالجرد البيانات المستمدة من مصادر أخرى، مثل قواعد بيانات التربة وغيرها من قوائم الجرد، مثل جرد وتحليل الغابات^(٩). وعلى الرغم من تشابه تقنيات المعاينة المستخدمة في جرد الموارد الطبيعية وجرد وتحليل الغابات، تتطلب الأهداف المختلفة استخدام مختلف شبكات المعاينة وإجراء التقديرات اعتماداً على نظم الجرد المستقلة إحصائياً. على أنه يمكن استخدام بيانات العينات الأولية لتكون أساساً للنهج الثالث.

وتكفي البيانات (انظر الجدول ١-١ التذييل ١-١ الفصل الثاني) لتوفير مصفوفة لتغير استخدامات الأراضي (النهج الثاني) توضح العديد من السمات المهمة لاستخدامات الأراضي وتغيير استخدامات الأراضي في الولايات المتحدة. فأولاً، يمكن عن طريق مقارنة مجموع مساحة فئات استخدامات الأراضي الواسعة في عام ١٩٩٧ مع مجموع مساحة الفئات في عام ١٩٩٢ أن يعطى صورة عن صافي تغير استخدامات الأراضي. ومثال ذلك أن مقدار الأراضي الزراعية قد انخفض بنحو ٢,١ مليون هكتار من عام ١٩٩٢ إلى عام ١٩٩٧، ليصل إلى ١٥٢,٦ مليون هكتار بعد أن كان ١٥٤,٧ مليون هكتار، في حين أن مقدار المراعى والغابات غير المملوكة فيدرالياً ظل ثابتاً نسبياً. وكان يمكن أيضاً الحصول على تلك السمات المميزة لاستخدامات الأراضي من خلال قاعدة البيانات المتعلقة بالنهج الأول. وبالإضافة إلى ذلك، فإن مجموع مساحة الولايات المتحدة ظل ثابتاً منذ عام ١٩٩٢ وحتى عام ١٩٩٧ حيث بلغ نحو ٨٠٠ مليون هكتار تقريباً، ولذلك فإن أي زيادة في المساحة في أحد فئات استخدامات الأراضي لا بد أن يقابلها انخفاض في المساحة في الفئات الأخرى بنفس الطريقة التي كان يمكن استخدامها في هيكل النهج الثاني.

ومع ذلك، يمكن أيضاً للبيانات أن تصف ديناميات تغير استخدامات الأراضي باستخدام هيكل النهج الثاني. وتبين العناصر القطرية وغير القطرية في الجدول ١-١ التذييل ١ مقدار سائر الأراضي في فئة من فئات الأراضي ومقدار الأراضي التي تغيرت استخداماتها على التوالي. وقد يكون من الأهمية البالغة إجراء قياسات شاملة لتغيرات استخدامات الأراضي (العناصر الخارجة عن القطر) لتقدير الكربون والإبلاغ عنه. ومثال ذلك أن مجموع مقدار الأراضي الحرجية غير الفيدرالية ظل ثابتاً نسبياً في الفترة من ١٩٩٢ إلى ١٩٩٧، حيث بلغت الزيادة فيه نحو ٤٠٠.٠٠٠ هكتار. على أن عناصر تغير استخدام الأراضي تبين أن ١,٩ مليون هكتار من الأراضي الحرجية غير الفيدرالية قد تحولت إلى مستوطنات بينما تحول ٢,٥ مليون هكتار من أراضي المراعى إلى أراض حرجية. ولذلك، فإن الاستدلال على حدوث تغييرات طفيفة في رصيد الكربون استناداً إلى التغييرات الطفيفة في الاستخدام الشامل للأراضي يمكن أن يكون غير صحيح إذا كانت ديناميات استخدامات الأراضي الفردية (مثل تحويل الأراضي الحرجية إلى مستوطنات وتحويل أراضي المراعى إلى أحراج) كبيرة نسبياً.

(٨) تتولى دائرة صون الموارد الطبيعية التابعة لوزارة الزراعة الأمريكية إجراء جرد الموارد الوطنية بالتعاون مع المعمل الإحصائي في جامعة أيوا. ولمزيد من المعلومات عن جرد الموارد الطبيعية يمكن الرجوع إلى الموقع التالي:
http://www.nhq.nrcs.usda.gov/technical/NRI/1997

(٩) تتولى هيئة البحوث والتنمية في دائرة الغابات التابعة لوزارة الزراعة الأمريكية إدارة جرد وتحليل الغابات، بالتعاون مع نظم الحراجة العامة والخاصة ونظم الغابات الوطنية. ولمزيد من المعلومات عن جرد وتحليل الغابات يمكن الرجوع إلى هذا الموقع: <http://fia.fs.fed.us/>.

الجدول ١ المرفق ١									
مصفوفة استخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي في الولايات المتحدة									
المجموع في عام ١٩٩٧	المياه والأراضي والفيديرالية	المستوطنات	الريفية الأخرى	الغابات (NF)	المراعى الواسعة (NF)	المراعى	CRP	المحاصيل	النهائية الأولية
١٥٢,٦	--	--	٠,٣	٠,٣	٠,٨	٣,٥	٠,٩	١٤٦,٨	المحاصيل
١٣,٢	--	--	--	--	--	--	١٢,٣	٠,٨	CRP
٤٨,٦	--	--	٠,٣	٠,٨	٠,٣	٤٣,٢	٠,٣	٣,٧	المراعى
١٦٤,٤	--	--	٠,٢	٠,٥	١٦٢,٣	٠,٦	٠,١	٠,٦	المراعى الواسعة (NF)
١٦٤,٥	--	--	٠,٦	١٦٠,١	٠,٦	٢,٥	--	٠,٨	الغابات (NF)
٢٠,٧	--	--	١٨,٩	٠,٤	٠,٣	٠,٤	--	٠,٧	الريفية الأخرى
٣٩,٨	--	٣٥,٢	٠,٢	١,٩	٠,٥	٠,٨	--	١,٢	المستوطنات
١٨٣,١	١٨٢,٦	--	--	٠,٢	٠,١	--	--	٠,١	المياه والأراضي الفيدرالية
٧٨٧,٤	١٨٢,٨	٣٥,٢	٢٠,٥	١٦٤,١	١٦٥	٥١,٠	١٣,٨	١٥٤,٧	المجموع في ١٩٩٢

ملحوظة: '١' البيانات الواردة في هذا الجدول مستمدة من جرد الموارد الطبيعية لعام ١٩٩٧ وهي تستثنى ألاسكا. '٢' يعني الرمز (NF) 'غير الفيدرالية'. ويعبر عن المساحات بملايين الهكتارات. '٣' CRP تمثل الأراضي المدرجة في برنامج احتياطي الصون. '٤' لا تتطابق مجاميع بعض الصفوف والأعمدة بسبب أخطاء التقريب.

المرفق ١-٢ استخدام البيانات الزراعية في سهول الأرجنتين (النهجان الأول والثاني)

أجريت منذ عام ١٨٨١ تعدادات زراعية وطنية مختلفة شملت ١٠٠ في المائة من المزارع في سهول الأرجنتين. ونظمت البيانات المتعلقة باستخدامات الأراضي على مستوى الأقسام السياسية في كل واحدة من المقاطعات الأربع والعشرين. ونشرت مؤخرا دراسة خاصة عن تغيير استخدامات الأراضي في السهول على مدى قرن واحد من عمليات التحويل الزراعي (Viglizzo et al., 2001). وتبين النتائج اللاحقة أن سهول الأرجنتين كانت تمثل مصدرا صافيا لانبعاثات غازات الدفيئة في جزء كبير من تلك الفترة استجابة لتحويل المروج الطبيعية إلى أراض للرعي وإلى أراض زراعية. على أن الانبعاثات تتجه إلى الانخفاض منذ عام ١٩٦٠ بسبب استخدام تقنيات إدارة صون التربة، خاصة أساليب الحرث المنخفض وعدم استخدام الحرث (Bernardos et al., 2001). ويمكن استخدام تلك البيانات في تنفيذ النهج الأول أو النهج الثاني.

المرفق ١-٣ استخدام بيانات سجلات الأراضي في الصين (النهج الأول)

تستخدم الصين النهجين الأول والثاني لتجميع البيانات المتعلقة بتغيير استخدامات الأراضي، بما في ذلك قوائم جرد الغابات كل خمس سنوات، والتعدادات الزراعية وغيرها من المسوح. وتقوم الصين على وجه الخصوص بتنفيذ نظام للعقود الأسرية لإعادة تحويل الأراضي المزروعة إلى أراض مشجرة. ويجرى العمل على تطبيق نظام للعقود الفردية تكلف الأسر بمقتضاه بمهام وتحصل على إعانات وتمتلك الأشجار وغيرها من النباتات التي تقوم بزراعتها. ويرمي هذا البرنامج إلى زراعة نحو خمسة

ملايين هكتار بالأشجار منذ عام ٢٠٠٠ وحتى عام ٢٠١٠. واستخدمت عقود هذا المخطط في إنشاء قاعدة بيانات تتعلق بتغييرات استخدامات الأراضي المحددة.

المرفق ١-٤ مصفوفات استخدامات الأراضي في المملكة المتحدة (النهج الأول والثاني والثالث)

تم وضع مصفوفات تغيير استخدامات الأراضي في المملكة المتحدة استنادا إلى بيانات المسوح الميدانية (Barr, et al., 1993; Haines-Young, 2000). وتم الانتهاء من إجراء ثلاثة مسوح في عام ١٩٨٤ و ١٩٩٠ و ١٩٩٨. وشملت كل عينة مساحة تغطي كيلو مترا واحدا من الأراضي واستخدم ٣٨٤ من تلك المساحات في عام ١٩٨٤ لتوفير عينة مصنفة من ٣٢ منطقة مناخية إيكولوجية. وأعيد النظر في هذه العينات في عامي ١٩٩٠، و ١٩٩٨، وأضيف زهاء ١٤٠ قطعة أخرى إلى الحملة في عام ١٩٩٠، و ٥٠ قطعة أخرى في عام ١٩٩٨ لتحسين تغطية المناطق المناخية الإيكولوجية. وتم بصفة أولية تطوير فئات استخدامات الأراضي الغطاء الأرضي المحددة في هذا المسح، ولكن في عام ١٩٩٨ استخدمت أنواع بديلة معروفة لدى الوكالات الأخرى. وأعيد تصنيف البيانات المخزنة لعام ١٩٨٤ لعام ١٩٩٠ وقاموا بوضع مخططات لمختلف فئات الغطاء الأرضي/استخدامات الأراضي، وترقيم الفئات وتسجيل مجموعة من المعلومات المتعلقة بكل فئة. وتم بعد ذلك تحويل الخرائط إلى نظام رقمي وحساب مساحة كل فئة استنادا إلى البيانات الرقمية. وعندما أعيد النظر في كل مربع بعد بضع سنوات، باتت الخرائط الرقمية، وما تتضمنه من حدود قديمة لمساحات الفئات، تمثل المنطلق لتسجيل تغييرات الفئات. وتم تجميع البيانات المتعلقة ليس فقط بمساحات فئات الغطاء الأرضي/استخدامات الأراضي في كل سنة من سنوات المعاينة، بل وكذلك فيما يتعلق بعمليات التحويل التي حدثت فيما بين الفئات. وأجريت بعد ذلك تقديرات إقليمية ووطنية للغطاء الأرضي/استخدامات الأراضي وما تعرضت له من تغييرات من خلال حساب المتوسط المرجح للعينات في مقابل حدوث التغييرات في مختلف المناطق المناخية الإيكولوجية.

وتم وضع مصفوفات تغيير استخدامات الأراضي في مجموعة مبسطة من فئات استخدامات الأراضي في إنجلترا واسكتلندا وويلز فيما بين عامي ١٩٨٤ و ١٩٩٠ (أراضي المزارع، الأراضي الطبيعية، الأراضي الحضرية، الأجراس، الأخرى) واستخدمت لتقدير الانبعاثات وعمليات إزالتها في الفئة ٥- دال (انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وامتصاصها في التربة جراء تغيير استخدام الأراضي وممارسات الإدارة) في قائمة جرد غازات الدفيئة في المملكة المتحدة. ويبين الجدول ٢ مثالا لذلك.

الجدول ٢- المرفق ١						
مصفوفة تغيير استخدامات الأراضي لاسكتلندا فيما بين عامي ١٩٨٤ و ١٩٩٠						
١٩٩٠	المزارع	الأراضي الطبيعية	الأراضي الحضرية	الأجراس	أخرى	مجموع ١٩٩٠
١٩٨٤	١٩٦٧	٨١	٦	٦	٠	٢٠٦٠
المزارع	١١٣	٤٧٧٩	٥	٣٢	٠	٤٩٢٩
الأراضي الطبيعية	١٤	٤	٢٧٦	١	٠	٢٩٥
الأراضي الحضرية	٩	٧٧	١	٩٨١	٠	١٠٦٨
أخرى	٠	٠	٠	٠	١٤١	١٤١
مجموع ١٩٨٤	٢١٠٣	٤٩٤١	٢٨٨	١٠٢٠	١٤١	٨٤٩٣

ملحوظة: يعبر عن المساحات بالآلاف الهكتارات.

وقد بين Barr وآخرون (١٩٩٣) عدم التيقن المرتبط بتقدير استخدام الأراضي وتغيير استخدام الأراضي في مناطق باستخدام أسلوب المعاينة هذا. وإذا كان التفاوت في استخدام الأراضي أو تغيير استخدام الأراضي عبر منطقة ما معلوما أو يمكن تقديره

بقيمة تقريبية، يمكن حينئذ تقدير عدد العينات المطلوبة لمستوى معين من الثقة في مجموع المساحة الإقليمية لاستخدام الأراضي أو تغيير استخدام الأراضي، وذلك استناداً إلى النظرية الإحصائية (Cochran, 1977)

المرفق ١-٥ مثال لتنفيذ قاعدة بيانات استخدامات الأراضي/

الغطاء الأرضي من الاستشعار من البعد في نيوزيلندا (النهج الثالث)

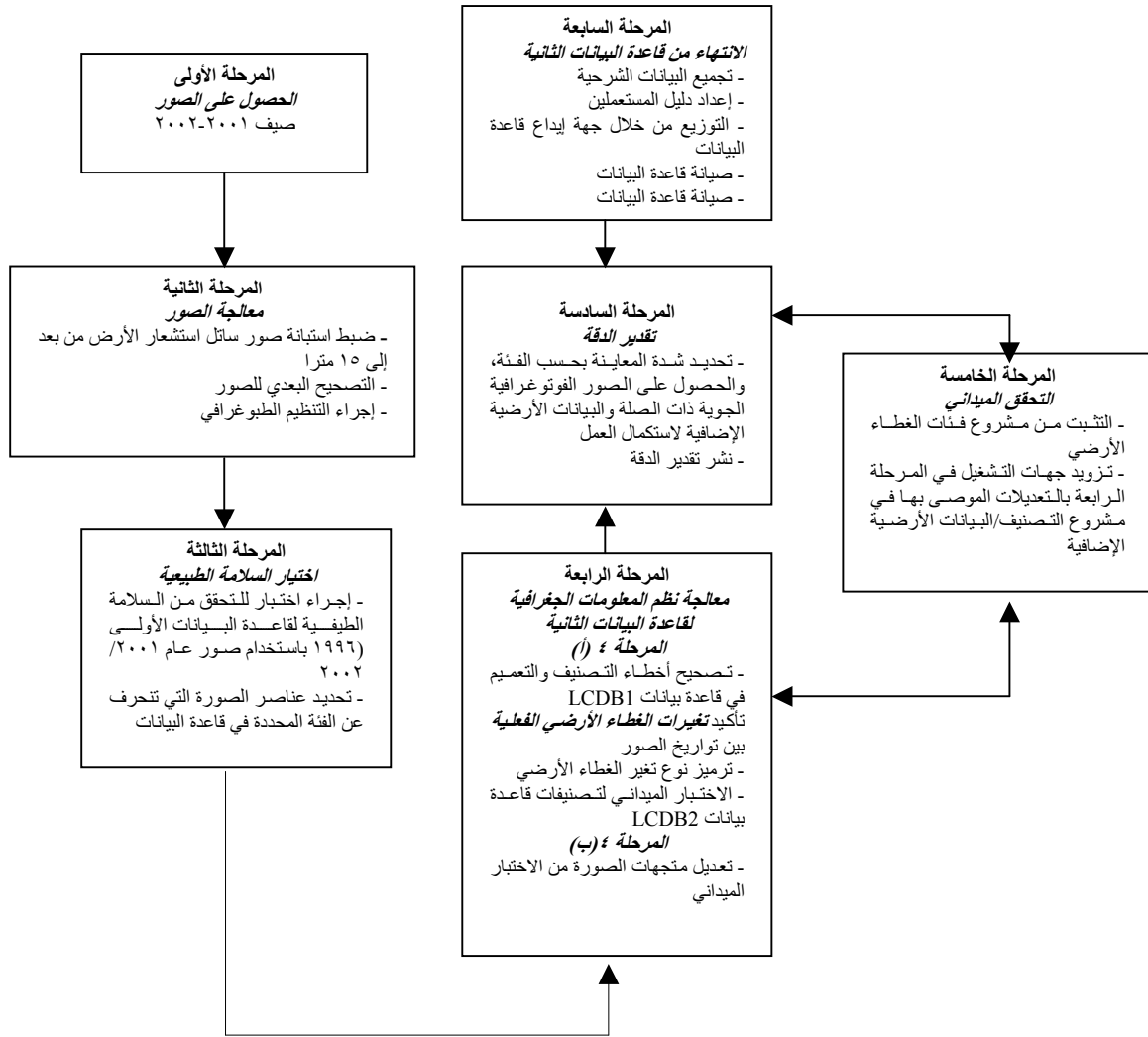
تم الانتهاء من وضع أول قاعدة بيانات تتعلق باستخدامات الأراضي/الغطاء الأرضي في نيوزيلندا (NZLCDB) في يونيو/حزيران ٢٠٠٠ استناداً إلى الصور الساتلية التي تم الحصول عليها، خاصة أثناء صيف ١٩٩٦/١٩٩٧. وفي نيوزيلندا، تعتبر المدة الزمنية الملائمة لاكتشاف تغييرات الغطاء الأرضي الكبيرة خمس سنوات. وجهاز الاستشعار المفضل هو سائل استشعار الأرض من بعد (لاندسات)، مع استكماله بنظام رصد الأرض (SPOT) عند اللزوم. واستهل العمل في عام ٢٠٠١/٢٠٠٢ في الحصول على الصور وتحليلها، وسوف يستمر ذلك العمل حتى ٢٠٠٣/٢٠٠٤ لإعداد قاعدة البيانات الثانية المتعلقة باستخدامات الأراضي/الغطاء الأرضي في نيوزيلندا (NZLCDB2) باتباع المراحل المبينة أدناه.

وتبلغ تكلفة قاعدة بيانات الغطاء الأرضي الثانية (NZLCDB2) زهاء ١ ٥٠٠ ٠٠٠ دولار أمريكي لمساحة تغطي ٢٧٠ ٠٠٠ كيلو متر مربع، أي ٥,٦ دولار أمريكي للمتر المربع وسوف يوفر ذلك ما يلي:

- مجموعة كاملة من الصور الساتلية المتعددة الأطياف و المصححة الأبعاد تغطي نيوزيلندا باستبانة مكانية مداها ١٥ متراً؛
- خريطة رقمية منقحة لنظام المعلومات الجغرافية في قاعدة بيانات NZLCDB1 لفئات الغطاء الأرضي مع تصحيح أخطاء التصنيف والتعميم المحددة؛
- خريطة رقمية جديدة لنظام المعلومات الجغرافية في قاعدة بيانات NZLCDB2 لفئات الغطاء الأرضي بما يتواءم مع "الفئات الأم" في قاعدة بيانات NZLCDB1؛
- خريطة رقمية لنظام المعلومات الجغرافية تسجل التغيرات المحددة في الغطاء الأرضي في نيوزيلندا في أقل وحدة خرائطية تبلغ هكتاراً واحداً؛
- تقدير دقة قاعد بيانات NZLCDB2 ، بما في ذلك مصفوفة أخطاء لتقدير جودة البيانات مكانياً وبحسب الفئات على السواء.

ويمكن الاطلاع على وصف أكمل لمشروع قاعدة بيانات الغطاء الأرضي لنيوزيلندا والتي سيتم تحديثها مع تقدم المشروع، في هذا الموقع <http://www.mfe.govt.nz/issues/land/land-cover-dbase/index.html> . ويبين الشكل ١ في المرفق ١، مراحل الانتهاء من قاعدة البيانات.

الشكل ١ - المرفق ١: مراحل إعداد قاعدتي بيانات الغطاء الأرضي لنيزولندا



المرفق ١-٦ قاعدة بيانات لاندسات الأسترالية المتعددة الأزمنة

لمحاسبة الكربون (النهج الثالث)

قام المكتب الأسترالي المعني بظاهرة الدفيئة من خلال نظامه الوطني لمحاسبة الكربون بوضع برنامج وطني متعدد الأزمنة للاستشعار من بعد، ويمثل هذا البرنامج مثالا للنهج الثالث، على الرغم من أن الغرض الرئيسي منه هو تحديد مساحات الأراضي المتأثرة بتغيير الغطاء الحرجي وليس وضع خرائط كاملة لاستخدامات الأراضي. وباستخدام بيانات لاندسات في ١٢ جولة وطنية فيما بين عامي ١٩٧٢ و ٢٠٠٢، يتم رصد حالة الغطاء الحرجي لوحدات الأراضي على مر الزمن، باستبانة يزيد مداها على هكتار واحد. وفي البداية، تم وضع صورة لعام ٢٠٠٠ مؤلفة من مشاهد للقارة بأسرها (٣٦٩ منظرًا) كمجموعة بيانات أساسية لتسجيل المتسلسلات الزمنية الأخرى.

وتتيح الاستبانة الجغرافية المتسقة والمعايرة الطيفية للبيانات الساتلية إجراء تحليل إحصائي موضوعي باستمرار على أساس وحدات الأراضي المنفردة (بكسل) وقام خبراء الاستشعار من بعد من ذوي الخبرة في تفسير الغطاء النباتي الأسترالي بتطوير الأساليب التحليلية (Furbury, 2002) التي أعيد تحسينها خلال جولتين من الاختبار التجريبي (Furbury & Woodgate).

كما استخدم الاختبار التجريبي لتدريب جهات التوريد من القطاع الخاص التي تقدمت بعد ذلك ببعثاتها لهذا العمل على أساس تنافسي.

وبالإضافة إلى المنهجية المحددة بدقة ومعايير الأداء، تم تنفيذ برنامج مستقل لضمان الجودة من أجل كفاءة اتساق معايير المخرجات. كما يتم أيضا مراقبة جودة النتائج وتقديم الإرشادات المتعلقة بالتحسينات المقبلة من خلال برنامج للتحسين والتثبيت المستمر. وبالنظر إلى أن هذه المنهجية تعتمد على نهج احتمالي شرطي، فإن المتسلسلة الزمنية بأكملها تخضع بسهولة لأي تحسينات يتم تحديدها.

وبفضل كفاءة أساليب المعالجة التي تم تطويرها لهذا البرنامج، أضيفت جولات وطنية جديدة للمتسلسلة الزمنية بتكلفة تبلغ نصف مليون دولار أمريكي تقريبا.

وَأدمجت بيانات تغير الغطاء الحرجي في نموذج دورة الكربون/النيتروجين الذي يدار مكانيا من خلال نظام للمعلومات الجغرافية. وبهذه الطريقة، يتم حساب الكربون في هذا القطاع.

ولمزيد من المعلومات، يمكن الرجوع إلى مختلف التقارير التقنية الصادرة عن النظام الوطني لمحاسبة الكربون في الموقع الشبكي للمكتب الاسترالي المعني بظاهرة الدفيئة: <http://www.greenhouse.gov.au/ncas>.

المرفق ٢: أمثلة لمجموعات بيانات الغطاء الأرضي الدولية

أمثلة لمجموعات بيانات الغطاء الأرضي الدولية		اسم مجموعة البيانات
مجموعة بيانات الغطاء الأرضي العالمي	مجموعة بيانات الغطاء الأرضي العالمي ذات الاستبانة التي يبلغ مداها كيلو مترا ، نظام البيانات والمعلومات للبرنامج الدولي للغطاء الأرضي والغطاء الحيوي	الغطاء الأرضي العالمي باستبانة ٤ دقائق، الرابطة الأسيوية للاستشعار عن بعد
مرفق الغطاء الأرضي العالمي	نظام البيانات والمعلومات للبرنامج الدولي للغطاء الأرضي والغطاء الحيوي	مركز الاستشعار من بعد الخاص بالبيئة، جامعة تشيبا
طبقت النظم المترية التي تصف الديناميات الزمنية للغطاء النباتي على بيانات PA لعام ١٩٨٤ باستبانة مداها ٨ كيلو مترا لاشتقاق تصنيف الغطاء الأرضي العالمي باستخدام مخطط تسلسل قرارات التصنيف	يشترك هذا التصنيف من بيانات الاستبانة التي يبلغ مداها كيلو مترا والبيانات الإضافية المستمدة من المقياس الإحصائي المتقدم ذي الاستبانة العالية جدا	تحدد فئات الغطاء الأرضي من خلال البيانات الشهيرة التي يتم جمعها من المقياس الإحصائي المتقدم ذي الاستبانة العالية جدا التابع للإدارة الوطنية لدراسات المحيطات والغطاء الجوي بالولايات المتحدة الأمريكية
اشترك التصنيف عن طريق اختبار العديد من النظم المترية التي تبيّن الديناميات الزمنية للغطاء النباتي خلال دورة سنوية	يتألف من ١٧ فئة	استخدام مخطط التصنيف الأصلي بما يتواءم مع مخطط التصنيف المستخدم في نظام بيانات ومعلومات البرنامج الدولي للغطاء الأرضي والغطاء الحيوي
خطوط المسح	خطوط المسح	خطوط المسح
عالمي	عالمي	عالمي
١٩٨٧	١٩٩٢-١٩٩٣ أبريل/نيسان - مارس/آذار ١٩٩٣	١٩٩٠
٨ كيلو مترات X ٨ كيلو مترات	كيلو متر واحد X كيلو متر واحد	٤ دقائق X ٤ دقائق
غير منطقتة	غير منطقتي	غير منطقتي
لا يوجد أي وصف	دقة نقطة العينة: ٥٩,٤ % من المساحة الدقة المرجحة: ٦٦,٩ % (Scepan, 1999)	مقارنة البيانات الميدانية الفعلية في مقابل مجموعة البيانات
http://glcf.umnacs.umd.edu/data.html	alan.belward@jrc.it http://www.ngdc.noaa.gov/paleo/igbp-dis/frame/coreprojects/index.html	tateishi@rsirc.cf.chiba-u.ac.jp http://ceres.cf.chiba-u.ac.jp:8080/usr-dir/you/IHP/index.html

تتابع (تابع) لمئة لمجموعات بيانات الغطاء الأرضي الدولية	
اسم مجموعة البيانات	خريطة الغطاء الأرضي عند درجة واحدة من المقياس الإشعاعي المتقدم ذي الاستبانة العالية جدا
المؤلف	الدكتور Ruth Defries، جامعة ميريلاند، كوليدج بارك، الولايات المتحدة
وصف موجز للمحتويات	تبيين مجموعة البيانات التوزيعات الجغرافية لأحد عشر نوعا رئيسيا من أنواع الغطاء الأرضي استنادا إلى التعديلات ما بين السنوية في الرقم القياسي للبيانات
مخطط للتصنيف	يتألف من خريطة رقمية للغطاء الثلاث عشر يتألف من خطوط المسح
شكل البيانات (المتجهات / خطوط المسح)	خطوط المسح
نطاق التغطية المكانية	عالمي
سنة الحصول على البيانات	١٩٨٧
الاستبانة المكانية أو حجم الشبكة	درجة واحدة X درجة واحدة
فترة التتبع (مجموعات بيانات المتسلسلات الزمنية)	غير منطوق
وصف الجودة	لا يوجد اي وصف
عنوان الاتصال والموقع الشبكي	landcov@geog.umd.edu http://www.geog.umd.edu/landcover/landcov.html
الخريطة العالمية	قاعدة بيانات الغطاء الأرضي التابعة لبرنامج تنسيق المعلومات البيئية في أوروبا الوكالة الأوروبية للبيئة
من إنتاج منظمات رسم الخرائط الوطنية وتجميع من اللجنة التوجيهية الدولية لرسم الخرائط العالمية	توفر جردا لغطاء الأرضي الفيزيائي الجوي لعموم أوروبا، ويمثل الغطاء الأرضي المحدد في برنامج تنسيق المعلومات البيئية في أوروبا قاعدة بيانات رئيسية للتقدير البيئي الموحد
المعلومات الجغرافية الرقمية باستبانة مداها كيلو متر وتغطي كل الأراضي ذات الموصفات المحددة والمتاحة لكل شخص بتكلفة هاشبية	يستخدم تسمية للغطاء الأربع والأربعين
يمكن الرجوع إلى هذا الموقع: http://www.iscgm.org/gm-specifications1.pdf	خطوط المسح
خطوط المسح والمتجهات	النساء، وبلجيكا، وبخاريا، والجمهورية التشيكية، والدانمرك، وفلندا، وفرنسا، وألمانيا، واليونان، والمجر، وأيرلندا، وإيطاليا، ولوكسمبرغ، وهولندا، وبولندا، والبرتغال، ورومانيا، وسلوفاكيا، وأسبانيا، والمملكة المتحدة، وأجزاء من المغرب وتونس
البلدان المشاركة (بلغ عددها ٩٠ بلدا)	تتوقف على البلد (المدى الزمنية الشاملة تغطي تقريبا عام ١٩٨٥-١٩٩٥)
شبكة تبلغ أبعادها ١ كيلو متر X ١ كيلو متر	قاعدة بيانات شبكة تبلغ ٢٥٠ مترا X ٢٥٠ مترا تم تجميعها من بيانات المتجهات الأصلية بمقياس رسم ١: ١٠٠٠٠٠٠
فترات زمنية تستغرق خمس سنوات تقريبا	مشروع عام ٢٠٠٠ لتحديث الغطاء الأرضي المحدد في برنامج تنسيق المعلومات البيئية في أوروبا لتحديث البيانات إلى عام ١٩٩٠
يمكن الرجوع إلى هذا الموقع: http://www.iscgm.org/gm-specifications1.pdf http://www.iscgm.org/sec@iscgm.org	لا تتوفر اي معلومات محدده. وللحصول على معلومات خاصة بالبلد، يمكن الرجوع إلى هذا الموقع: http://dataservice.eea.eu.int/dataservice/other/land_cover/icsource.asp dataservice@eea.eu.int http://dataservice.eea.eu.int/dataservice/metadata/details.asp?table=landcover and l=1
	http://www.esri.com/data/index.html

المراجع

- Barr C.J., Bunce R.G.H., Clarke R.T., Furse M.T., Gillespie M.K., Groom G.G., Hallam C.J., Hornung M., Howard D.C. and Ness M.J. (1993). Countryside Survey 1990, Main Report. Department of the Environment, London.
- Bernardos J.N., Viglizzo E.F., Jouvet V., Lértora F.A., Pordomingo S.J., and Aid F.D. (2001). The use of EPIC model to study the agroecological change during 93 years of farming transformation in the Argentine pampas. *Agricultural Systems*, 69: pp. 215-234.
- Cochran W.G. (1977). Sampling Techniques. J. Wiley and Sons, New York, 428 p 9.
- Congalton R.G. (1991). A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. *Remote Sensing of Environment*, Vol 37: No 1, pp. 35-46.
- Cressie N.A.C. (1993). Statistics for Spatial Data. John Wiley and Sons, New York.
- Darby H.C. (1970). Doomsday Book – The first land utilization survey. *The Geographical Magazine*, Vol. 42: No.6, pp. 416 – 423.
- FAO (1986). Programme for the 1990 World Census of Agriculture. FAO Statistical Development Series 2, Food and Agriculture Organisation, Rome Italy, 90 pp.
- FAO (1995). Planning for Sustainable use of Land Resources: Towards a New Approach. Land and Water Bulletin 2, Food and Agriculture Organisation, Rome Italy, 60 pp.
- FAO (2002) Proceedings of Expert Meeting on Harmonizing forest-related definitions for use by various stakeholders. Food and Agriculture Organisation, Rome Italy. Available at <http://www.fao.org/forestry/fop/fopw/Climate/doc/Y3431E.pdf>.
- Fuller W.A. (1999). Estimation procedures for the United States National Resources Inventory, 1999. Proceedings of the Survey Methods Section, Statistical Society of Canada. Available at http://www.nhq.nrcs.usda.gov/NRI/1997/stat_estimate.htm.
- Furby S. (2002). Land Cover Change: Specification for Remote Sensing Analysis. National Carbon Accounting System Technical Report No. 9, Australian Greenhouse Office, Canberra, Australia (402pp).
- Furby S. and Woodgate P. (2002). Remote Sensing Analysis of Land Cover Change – Pilot Testing of Techniques (Furby and Woodgate ed.) National Carbon Accounting System Technical Report No. 16, Australian Greenhouse Office, Canberra, Australia (354pp).
- Haines-Young R.H. and 23 others (2000). Accounting for nature: assessing habitats in the UK countryside. Department of the Environment, Transport and the Regions, London. ISBN 1 85112 460 8.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2000). 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.
- Lillesand T.M. and Kiefer R. W., (1999). Remote Sensing and Image Interpretation, John Wiley and Sons, New York, 2.29
- Nusser S. M., and Goebel J.J. (1997). The National Resources Inventory: A Long-Term Multi-Resource Monitoring Programme. Environmental and Ecological Statistics. Vol. 4, pp. 181-204.
- Singh A., (1989). Digital change detection techniques using remotely sensed data. *Int. J. Remote Sensing*, 10 no. 6: 989 – 1003.
- Swanson B.E., R.P. Bentz and A.J., Sofranco (Eds.). (1997). *Improving agricultural extension. A reference manual*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- USGS (2001) http://edcdaac.usgs.gov/glcc/globe_int.html
- Viglizzo E.F., Lértora F., Pordomingo S.J., Bernardos J.N., Roberto Z.E. and Del Valle H. (2001). Ecological lessons and applications from one century of low external-input farming in the pampas of Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 83: 65-81.