ST/ESA/STAT/SER.F/79

إدارة الشؤون الاقتصادية والاجتماعية
الشعبة الإحصائية

دراسات في الطرق **السلسلة واو العدد ٧٩**

دليل أنظمة المعلومات الجغرافية ورسم الخرائط الرقمية

الأمـــم المتحـــدة
نيويورك، ٢٠٠٣

ملاحظـة

لا تعني التسميات وطريقة عرض المواد في هذا المنشور الإعراب عن أي رأي على الإطلاق من جانب الأمانة العامة للأمم المتحدة بشأن الوضع القانوني لأي بلد أو إقليم أو مدينة أو منطقة أو سلطاتها أو بشأن تحديد حدودها أو تخومها.

وكذلك تشير لفظة ''بلد'' المستخدمة في هذا المنشور إلى أقاليم أو مناطق حسب الاقتضاء.

ولا يقصد من استخدام عبارتي ''مناطق متقدمة النمو'' و ''مناطق نامية'' إلاّ التيسير الإحصائي، ولا يعبر هذا الاستخدام بالضرورة عن حكم على المرحلة التي بلغها بلد ما أو منطقة ما في عملية التنمية.

وتتألف رموز وثائق الأمم المتحدة من حروف كبيرة وأرقام. ويعني إيراد أحد هذه الرموز الإحالة إلى إحدى وثائق الأمم المتحدة.

ST/ESA/STAT/SER.F/79

منشـورات الأمـم المتحـدة
رقم المبيع: A.00.XVII.12

حقوق المؤلف © مسجلة للأمم المتحدة، ٢٠٠٣
جميع الحقوق محفوظة
جُهّز في الأمم المتحدة، نيويورك

المحتويـــات

الصفحة

تصديـر ..... ح
الاختصارات والأسماء المختصرة ..... ط
أولاً- مقدمة وعرض عام ١
ألف - دور الخرائط في التعداد ١
باء - "ثورة" رسم الخرائط ١
جيم - الطلب المتزايد على البيانات الإحصائية الخاصة بالمناطق المحلية ٢
دال - نطاق الدليل والغرض منه وخطوطه الرئيسية ٤
ثـانيـاً- المرحلة السابقة للعد ٥
ألف - مقدمة ٥
باء - تحليل التكاليف والفوائد للاستثمار في رسم الخرائط الرقمية/الجغرافية ٥
١ - التكاليف ٦
٢ - الفوائد ١٠
(أ) فوائد الكفاءة ١٠
(ب) فوائد الفعالية ١٢
٣ - العوامل الحاسمة للنجاح ١٤
جيم - تخطيط العملية الخرائطية للتعدادات ١٤
١ - عرض عام ١٤
٢ - تقدير الاحتياجات وتحديد خيارات رسم الخرائط ١٥
(أ) تقدير احتياجات المستعملين ١٥
(ب) تحديد نواتج المخرجات ١٦
(ج) خيارات رسم الخرائط ١٦
٣ - القضايا المؤسسية في إعداد برنامج لرسم الخرائط الرقمية ١٦
(أ) تعيين الموظفين والمسؤوليات ومتطلبات التدريب ١٦
(ب) التعاون بين المؤسسات ١٨
(ج) المعدات والبرامجيات الخاصة بتطبيقات رسم خرائط التعدادات ٢١
(د) لامركزية نشاطات رسم الخرائط الخاصة بالتعدادات ٢٧
(هـ) توقيت نشاطات رسم الخرائط الخاصة بالتعدادات ٢٧
(و) ضبط العملية ٢٩
٤ - تعريف جغرافية التعدادات الوطنية ٣٠
(أ) التنظيم الهرمي الإداري ٣٠

الصفحة

(ب) العلاقة بين الوحدات الإدارية ووحدات الإبلاغ الإحصائية أو وحدات الإدارة الأخرى ٣١
(ج) تحديد مناطق العد ٣١
(د) تحديد المناطق الإشرافية (رئيس المجموعة) ٣٢
(هـ) الاتساق مع التعدادات السابقة ٣٢
(و) خطة الترميز ٣٣
٥ – تصميم قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية ٣٣
(أ) نطاق نشاطات رسم الخرائط ٣٣
(ب) اختيارات التطبيق ٣٧
(ج) تحديد هيكل قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية ٣٩
(د) إعداد البيانات الواصفة للبيانات ٤٢
(هـ) القضايا المتعلقة بنوعية البيانات ٤٤
(و) تقسيم الإقليم إلى مناطق تشغيلية ٤٦
(ز) الخريطة القاعدية الإدارية الرقمية ٤٧
(ح) معالجة وحدات المناطق المنفصلة ٤٧
(ط) مناطق الحساب ٤٨
دال – إعداد قاعدة البيانات الخرائطية الرقمية ٤٨
١ – عرض عام ٤٨
٢ – مصادر البيانات الخرائطية لرسم خرائط مناطق العد (الحصول على البيانات الثانوية) . ٥١
(أ) أنواع الخرائط المطلوبة ٥١
(ب) جرد المصادر الموجودة ٥٢
(ج) استيراد البيانات الرقمية القائمة ٥٢
٣ – جمع بيانات جغرافية إضافية (الحصول على البيانات الأوّلية) ٥٣
(أ) عرض عام للتقنيات الميدانية ٥٣
(ب) الأنظمة العالمية لتحديد المواقع ٥٣
(ج) التصوير الجوي ٥٩
(د) الاستشعار من بعد عن طريق السواتل ٦٤
٤ – تحويل البيانات الجغرافية ٦٧
(أ) تحويل الخرائط الورقية المطبوعة إلى بيانات رقمية ٦٧
(ب) التحويل إلى شكل رقمي ٦٧
(ج) الاستنساخ بالماسحات الضوئية ٦٩
(د) التنقيح ٧٢
(هـ) تكوين الطبولوجيا ٧٣

الصفحة

٥ – تكامل الخريطة الرقمية ٧٣
(أ) مقدمة ٧٣
(ب) الإسناد الجغرافي..... ٧٣
(ج) تغيير الإسقاط ومرجع الإسناد..... ٧٥
(د) الترميز ٧٥
(هـ) إدماج الأجزاء المنفصلة للخرائط..... ٧٦
هاء – ضمان النوعية، وإنتاج خرائط مناطق العد، وحفظ قواعد البيانات..... ٧٧
١ – عرض عام ٧٧
٢ – إنتاج مسودات الخرائط ووضع إجراءات ضمان النوعية..... ٧٧
(أ) تحقيق مواءمة الحدود، وملفات الخصائص، وطباعة خرائط العرض العام..... ٧٧
(ب) ضمان النوعية ٧٨
(ج) تدقيق السلطات المحلية والمراجعة النهائية للوحدة الإدارية ٧٩
٣ – طباعة خرائط مناطق العد..... ٧٩
واو – استخدام أنظمة المعلومات الجغرافية خلال مرحلة العد في التعداد..... ٨٣
١ – استخدام الخرائط الرقمية في الخدمات الإدارية الخاصة بالتعدادات ٨٣
٢ – رصد تقدم عمليات التعداد ٨٣
٣ – تحديث وتصحيح خرائط مناطق العد خلال العد ٨٤
ثـالثـاً– المرحلة التالية للعد..... ٨٥
ألف – مقـدمـة ٨٥
باء – مهام بعد التعداد وخلال الفترة الواقعة بين التعدادات..... ٨٥
١ – مهام فورية..... ٨٥
(أ) إدخال التحديثات والتغييرات التي يقترحها العدّادون ٨٥
(ب) التوفيق بين وحدات الجمع ووحدات الجدولة أو الوحدات الإحصائية..... ٨٥
٢ – حفظ قاعدة البيانات..... ٨٦
(أ) حفظ قاعدة البيانات ٨٦
(ب) حفظ قاعدة البيانات: مزايا برنامج مستمر لرسم الخرائط ٨٧
جيم – نشر منتجات التعداد الجغرافية ٨٧
١ – تخطيط نشر البيانات ٨٧
٢ – المنتجات المطلوبة ٨٨
(أ) ملفات المعادلة والمقارنة..... ٨٨
(ب) مكتبة الخرائط المرجعية ٨٨
(ج) ملفات المعاجم الجغرافية والمستجمعات السكانية ٨٩

الصفحة

٣ – الخرائط المواضيعية المعدة للنشر ٨٩
(أ) قوة الخرائط ٨٩
(ب) رسم الخرائط المواضيعية لبيانات التعداد ٨٩
(ج) إنتاج الخرائط المواضيعية وقضايا النشر ٩١
(د) خيارات المخرجات ٩٢
٤ – قواعد البيانات الجغرافية الرقمية للنشر ٩٧
(أ) تعريف مضمون البيانات ٩٧
(ب) صيغ البيانات ٩٨
(ج) الوثائق وبيانات المعاجم ١٠٠
(د) إعداد البيانات القابلة للتطبيق ١٠١
(هـ) القضايا القانونية وقضايا الاستغلال التجاري ١٠١
(و) تسويق المنتجات الخرائطية الرقمية ١٠٤
(ز) الانتشار ١٠٥
٥ – أطالس التعداد الرقمية ١٠٥
(أ) أطالس التعداد الثابتة ١٠٥
(ب) أطالس التعداد الدينامية ١٠٦
٦ – رسم خريطة الإنترنت ١٠٨
(أ) الـنُهُج المتصلة بحواسيب خدمة الشبكة ١٠٨
(ب) الـنُهُج المتصلة بالعملاء ١٠٩
(ج) الـنُهُج المختلطة ١١٠
(د) فرص توزيع بيانات التعداد ١١٠
دال – موضوعات متقدمة: التحليل الجغرافي لبيانات التعداد ١١٢
١ – تعريف المناطق الحضرية وتحديدها ١١٢
٢ – التوفيق بين إحصاءات المناطق الصغيرة والمعلومات المماثلة المستقاة من تعدادات سابقة ١١٢
(أ) ضم مناطق العد القديمة إلى حدود مقاطعات جديدة ١١٣
(ب) الاستقراء الداخلي المساحي حيث لا تتوافق الحدود ١١٣
(ج) قواعد البيانات الزمنية لنظام المعلومات الجغرافية ١١٧
٣ – بيانات السكان بخلايا الشبكة ١١٨
بيان المصادر والمراجع ١٢١
المرفق أولاً– أنظمة المعلومات الجغرافية ١٢٩
المرفق ثانياً– أنظمة الإحداثيات والإسقاطات الخرائطية ١٤١
المرفق ثالثاً– نمذجة البيانات ١٥٣

الصفحة

المرفق رابعاً- مثال لمعجم البيانات للتوزيع ١٥٧

المرفق خامساً- تصميم الخرائط المواضيعية ١٦١

المرفق سادساً- قائمة المصطلحات ومعانيها ١٨٩

المرفق سابعاً- عناوين مفيدة، ومحددات عالمية للمصادر ٢٠٣

تصديـــر

على مر السنين أصدرت الأمم المتحدة سلسلة من الأدلة والتقارير التقنية التي تستهدف مساعدة البلدان في تخطيط وتنفيذ تعدادات محسنة للسكان والمساكن، تتناسب تكلفتها مع فعاليتها. وتتم مراجعة هذه الأدلة والتقارير من وقت إلى آخر كي تعكس التطورات والقضايا التي تنشأ في إجراء التعدادات. والدليل الحالي جزء من سلسلة أصدرت لمساعدة البلدان في إعدادها لجولات تعداد عام ٢٠٠٠ وتعدادات المستقبل. وتشمل الأدلة الأخرى في السلسلة:

(أ) دليل حول تنقيح تعدادات السكان والمساكن (ST/ESA/STAT/SER.F/82)؛

(ب) دليل عن إدارة تعدادات السكان والمساكن (ST/ESA/STAT/SER F/83).

تشير المبادئ والتوصيات الخاصة بتعدادات السكان والمساكن – التنقيح١ (الأمم المتحدة، ١٩٩٨) إلى ظهور تكنولوجيات جديدة لعمليات التعداد. ومن بين التكنولوجيات الجديدة تطبيق أنظمة المعلومات الجغرافية (GIS) ورسم الخرائط الرقمية في التعدادات، حيث إن التطورات التقنية في مجال المعدات الحاسوبية وبرمجيات رسم الخرائط قد شجعت بالفعل الكثير من مكاتب الإحصاء والتعداد على التحول من الطرق الخرائطية التقليدية إلى رسم الخرائط الرقمية وإلى أنظمة المعلومات الجغرافية.

والغرض من هذا المنشور هو مساعدة البلدان، وذلك بتوفير وثيقة مرجعية تركز على جانب رسم الخرائط الرقمية عند القيام بتعدادات السكان والمساكن. والدور التقليدي للخرائط في التعداد هو دعم العد وتقديم نتائج المجاميع الكبيرة للتعداد على شكل خرائطي، بالإضافة إلى التمكين من الإنتاج الكفْ للخرائط الخاصة بالعدادين والخرائط المواضيعية. ويلعب نظام المعلومات الجغرافية الآن دوراً رئيسياً في نشر بيانات التعدادات وفي تحليل بيانات السكان والأسر المعيشية.

وبصفة خاصة، فإن أهداف المنشور هي توفير دليل يهدي البلدان حول كيفية:

(أ) ضمان الاتساق وتسهيل عمليات التعدادات ولا سيما في مرحلة العد؛

(ب) دعم عمليات جمع البيانات والمساعدة في رصد نشاطات التعداد خلال العد؛

(ج) تسهيل عرض نتائج التعداد وتحليلها ونشرها خلال المرحلة التالية للعد.

وينقسم هذا المنشور إلى ثلاثة فصول. ويعكس هيكله بأقرب ما يكون دورة التعداد. فيشمل الفصل الأول مقدمة وعرضاً عاماً لأنظمة المعلومات الجغرافية ورسم الخرائط الرقمية. ويناقش الفصل الثاني – بين أشياء أخرى – تحليلاً حول تناسب التكلفة مع جدوى الاستثمار في رسم الخرائط الرقمية وأنظمة المعلومات الجغرافية، والخطط الخاصة بالعملية الخرائطية للتعداد، وإعداد قاعدة بيانات الخرائط الرقمية، وضمان النوعية، والحفاظ على قواعد البيانات، واستخدام أنظمة المعلومات الجغرافية خلال العد الخاص بالتعداد. ويحدد الفصل الأخير دور أنظمة المعلومات الجغرافية ورسم الخرائط الرقمية في المرحلة التالية للتعداد ويناقش المهام اللازمة بعد التعداد وخلال الفترات التي تفصل بين التعدادات، مثل الحفاظ على قواعد البيانات، ونشر منتجات التعدادات الجغرافية، والتحليل الجغرافي لبيانات التعدادات.

والدليل شامل بأكبر قدر ممكن، دون الإثقال على القارئ بالإفراط في تقديم العروض التقنية التي تقدم في المرفقات. وتقدم المرفقات الجوانب التقنية مثل النظرة الشاملة إلى أنظمة المعلومات الجغرافية، وأنظمة الإحداثيات والإسقاطات الخرائطية، ونمذجة البيانات الجغرافية، ورسم الخرائط المواضيعية.

وخلال عملية التنقيح، استشارت الأمانة العامة للأمم المتحدة خبراء الخرائط وأنظمة المعلومات الجغرافية الذين يمثلون كل مناطق العالم لاستعراض الدليل وإعداده في صيغته النهائية. ويقدم الدليل أيضاً بعض الأمثلة على ممارسات البلدان في مجال تطبيق أنظمة المعلومات الجغرافية ورسم الخرائط الرقمية التي تستخدم في التعدادات ساهم فيها بعض هؤلاء الخبراء. وأعد المنشور الحالي السيد أوي دايتشمان، وهو مستشار بالشعبة الإحصائية التابعة للأمم المتحدة.

الاختصارات والأسماء المختصرة

ASCII	نظام الرموز القياسية الأمريكية لتبادل المعلومات
BMP	خريطة بتات
BPS	بتات في الثانية
BUCEN	مكتب الولايات المتحدة للتعداد
CAD/CADD	التصميم بمساعدة الحاسوب/لتصميم والرسم بمساعدة الحاسوب
CCD	جهاز مقرن بالشحنات
CD-ROM	القرص المتراص – ذاكرة للقراءة فقط
CGM	ملف حاسوبي واصف لبيانات الرسوم البيانية
CLA	منطقة رئيس المجموعة
CMY	أزرق داكن/أحمر مزرق/أصفر
CMYK	أزرق داكن/أحمر مزرق/أصفر/أسود
CSDGM	معايير المضمون الخاصة بالبيانات الواصفة للبيانات المكانية الجغرافية الرقمية
DEM	النموذج الرقمي للارتفاعات
DGPS	النظام التفاضلي العالمي لتحديد المواقع
DHS	المسح الديمغرافي والصحي
DPI	نقطة في البوصة
DVD	قرص الفيديو الرقمي
DXF	صيغة تبادل الرسوم
EA	منطقة عد
ED	مقاطعة عد
ESRI	معهد بحوث أنظمة البيئة
GB	جيجابايت
GIF	ملف تفاعل الرسوم البيانية
GIS	نظام المعلومات الجغرافية
GLONASS	الشبكة العالمية لملاحة السواتل
GPS	النظام العالمي لتحديد المواقع
HLS	درجة الإشباع باللون الفاتح
HPGL	لغة شركة هيولت – باكارد للرسوم البيانية
HTML	لغة تصفح الإنترنت المعيارية
HVS	درجة الإشباع بقيمة تدرج اللون
ISO	المنظمة الدولية لتوحيد المقاييس
JPEG	المجموعة المشتركة لخبراء التصوير الفوتوغرافي
LAN	شبكة المناطق المحلية
MB	ميجابايت
NSDI	الهياكل الأساسية للبيانات المساحية الوطنية
PDF	صيغة الوثائق المحمولة
PES	الدراسة الاستقصائية التالية للعد
RDBMS	نظام إدارة قواعد البيانات العلاقاتية
RGB	أحمر/أخضر/أزرق
SPOT	الساتل الخاص برصد الكرة الأرضية
SQL	لغة استفسار مصممة الهيكل
TCP	بروتوكول تنظيم النقل
TIFF	صيغة ملف الصور المميزة بأشكال
UPS	مصدر طاقة مستمر
UTM	مسقط باركاتور العالمي المستعرض
VPF	صيغة منتجات المتجهات
WMF	ملفات النوافذ الواصفة للبيانات
WWW	الشبكة العالمية

أولاً – مقدمة وعرض عام

ألف – دور الخرائط في التعداد

١ – ١ يعكس الكثير من التغيرات التي أُدخلت على المبادئ والتوصيات لتعدادات السكان والمساكن (الأمم المتحدة، ١٩٩٨) ظهور تكنولوجيات جديدة لعمليات التعداد. وليس هناك من شك في أن التطورات التقنية الكبيرة ستفيد جمع بيانات التعدادات ومعالجتها وتوزيعها. وفي مجال الخرائط شجعت جوانب التقدم التي وقعت في مجال معدات الحاسوب وبرمجيات رسم الخرائط بالفعل الكثير من المكاتب الإحصائية ومكاتب التعداد على التحوّل من الطرق التقليدية لإعداد الخرائط إلى رسم الخرائط الرقمية ونظام المعلومات الجغرافية (GIS) (انظر على سبيل المثال، Rhind, 1991؛ وBen-Moshe,1997؛ والأمم المتحدة، ١٩٩٧ أ).

١ – ٢ كان الدور التقليدي للخرائط في التعدادات هو دعم عمليات العد وعرض النتائج الإجمالية للتعدادات في صورة خرائط. وقد وسّع رسم الخرائط آلياً من هذا الدور بدرجة عظيمة. فبالإضافة إلى التمكين من المزيد من الإنتاج المتسم بالكفاءة لخرائط العد والخرائط المواضيعية لنتائج التعدادات، فإن نظام المعلومات الجغرافية يلعب الآن دوراً رئيسياً في نشر بيانات التعدادات وفي تحليل بيانات السكان والأسر المعيشية.

١ – ٣ كان رسم الخرائط جزءًا لا يتجزأ من عمل التعداد لزمن طويل. وأُجري القليل جداً من عمليات العد خلال جولات التعداد العديدة الماضية – دون الاستعانة بالخرائط التفصيلية. وبصورة عامة، يخدم رسم الخرائط الرقمية أغراضاً عدة في عملية التعداد:

- تضمن الخرائط الاتساق، وتُسهّل عمليات التعداد (السابقة للعد).

  يحتاج مكتب التعداد إلى ضمان عد كل أسرة معيشية وشخص في البلد، وعدم عد الأسر المعيشية أو الأفراد مرتين. ولهذا الغرض يقسّم جغرافيو التعداد، الأراضي الوطنية إلى وحدات إبلاغ صغيرة. وهكذا توفر الخرائط أداة ضبط أساسية تضمن اتساق التعداد ودقته.

- تدعم الخرائط جمع البيانات ويمكن أن تساعد في رصد نشاطات التعداد (خلال العد).

  تضمن الخرائط، خلال التعداد، أن يحدد العدادون بسهولة مجموعات الأسر المعيشية المكلّفين بها. وتصدّر الخرائط إلى المشرفين على التعداد أيضاً لدعم مهام التخطيط والرقابة. كما تلعب الخرائط دوراً في رصد تقدم عمليات التعداد. ويتيح هذا للمشرفين أن يتعرفوا على مواضع المشكلات وأن يطبقوا إجراءات لعلاجها بسرعة.

- تسهل الخرائط عرض نتائج التعداد وتحليلها ونشرها (المرحلة التالية للعد).

  يوفر العرض الخرائطي لنتائج التعداد وسيلة قوية للاطلاع على نتائج التعداد بصرياً. ويدعم هذا التعرّف على الأنماط المحلية للمؤشرات الديمغرافية والاجتماعية الهامة. وهكذا تمثل الخرائط جزءًا لا يتجزأ من تحليل السياسة في القطاعين العام والخاص.

١ – ٤ توفر الأقسام المتبقية من المقدمة عرضاً عاماً موجزاً لأهداف الدليل. ويلخص القسم التالي التطورات السريعة في رسم الخرائط الرقمية، وكانت أيضاً حافزاً على إعداد الدليل الحالي. ويناقش القسم التالي لماذا تخضع مكاتب التعداد لضغط متزايد لتقديم بيانات التعداد في حينها في شكل إسناد جغرافي. وأخيراً، تلخص محتويات الدليل بصورة موجزة.

باء – "ثورة" رسم الخرائط

١ – ٥ استخدم الناس الخرائط على مدى قرون لتمثيل بيئاتهم. وتستخدم الخرائط لبيان الموقع، والمسافات، والاتجاهات، ومساحات المناطق. وتعرض الخرائط أيضاً العلاقات والاختلافات والتجمعات والأنماط الجغرافية. وتستخدم الخرائط في الملاحة، والاستكشافات، والتصوير، والاتصالات في القطاعين العام والخاص. ويستخدم كل مجال من مجالات البحوث العلمية تقريباً الخرائط في شكل أو آخر. وباختصار، فإن الخرائط أداة لا يمكن الاستغناء عنها بالنسبة لجوانب كثيرة من الأعمال المهنية والأكاديمية.

١ – ٦ تأثر رسم الخرائط بثورة المعلومات نوعاً ما في وقت متأخر عن ميادين أخرى. فقد كانت الحواسيب المبكرة جيدة في تخزين الأرقام والنصوص. ولكن الخرائط،، على النقيض من ذلك، معقدة. ويتطلب رسم الخرائط الرقمية قدرة تخزين بيانات كبيرة ومصادر حساب سريعة. وفضلاً عن ذلك، فإن رسم الخرائط بصفة أساسية تطبيق من تطبيقات الرسوم البيانية، وكانت للحواسيب الأولى قدرات محدودة في مخرجاتها من الرسوم البيانية. ولهذا، فإن أبكر تطبيقات لرسم الخرائط التي تمت على الحاسوب في الستينات لم تجد تطبيقاً يتجاوز عدداً قليلاً من المشروعات الحكومية والأكاديمية. واستغرقت أنظمة المعلومات الجغرافية المستغلة تجارياً حتى الثمانينات لتصل إلى مستوى من القدرة يمكن أن يؤدي مثلاً إلى اعتمادها السريع في الحكومات المحلية والإقليمية، وتخطيط المدن، والوكالات الخاصة بالبيئة، واستكشافات المعادن، وقطاعات المرافق والتسويق التجاري وشركات العقارات.

١ – ٧ استفاد نظام المعلومات الجغرافية بدرجة كبيرة من التطورات التي حدثت في الميادين المختلفة للحساب. فتتيح البرمجيات

الأفضل لقواعد البيانات إدارة كميات ضخمة من المعلومات التي تسند إلى خرائط رقمية. وتوفر مناهج الرسوم البيانية بالحاسوب نماذج بيانات للتخزين والاستعادة والعرض الخاص بالأجسام الجغرافية. وتتيح لنا مناهج العرض البصري المتقدم تقديم عروض متقدمة بصورة متزايدة لبيئاتنا. وتتجاوز وظائف عرض بيانات نظام المعلومات الجغرافية بكثير العروض الثابتة ذات البعدين وتوفر قدرات للرسوم المتحركة والنمذجة بأبعاد ثلاثة. وكما يسر التعرف البصري على الرمز إدخال معلومات النصوص فإن الاستنساخ البصري بالماسحات الضوئية الحاد الوضوح والبرمجيات المتقدمة عجلت من تحويل البيانات الخرائطية التي كانت تعتمد من قبل بصورة مطلقة على التحويل اليدوي إلى صيغة رقمية.

١ – ٨ تقصر المصادر الجديدة للمعلومات أيضاً من الوقت الواقع بين تخطيط المشروع وإعداد قواعد البيانات التشغيلية. وقد حدثت أهم التطورات الحديثة الهامة في مجال الملاحة والاستشعار من بعد. وقد أحدث النظام العالمي لتحديد المواقع (GPS) ثورة في مجال جمع البيانات الميدانية في مجالات تتراوح بين المسح والرصد المتعلق بالبيئة وإدارة النقل. ويبشر ظهور جيل جديد من السواتل التجارية التي تلتقط صوراً حادة الوضوح بتصوير كل جزء تقريباً على سطح الأرض على درجة من التفصيل كافية لدعم تطبيقات عديدة لرسم الخرائط. وسوف تنخفض تكلفة رسم الخرائط الرقمية الدقيق بدرجة كبيرة نتيجة الإدماج الوثيق لمناهج نظام المعلومات الجغرافية والكاميرات الرقمية في التصوير من الجو.

١ – ٩ يحدث تقدم مماثل في مجالات نشر البيانات الجغرافية. فيوفر كل بائعي نظام المعلومات الجغرافية الآن أدوات للتمكين من الوصول إلى قواعد البيانات الجغرافية عن طريق الإنترنت على شبكة الحاسوب العالمية (WWW). وتتبنى الوكالات الحكومية على كافة المستويات هذه التكنولوجيا لتتيح وصول الجمهور إلى كم هائل من المعلومات المكانية بصورة رخيصة وسريعة. ومن المحتمل أن تحل الإنترنت محل الخرائط المطبوعة والوسائط الرقمية كأهم واسطة لتوزيع المعلومات.

١ – ١٠ تقدم برامج رسم خريطة الإنترنت دليلاً على أن أدوات الانتفاع بالمعلومات المكانية الرقمية تصبح بصورة مستمرة أرخص وأسهل في الاستخدام. وفيما تحتاج مجموعات نظام المعلومات الجغرافية الرفيعة قدراً كبيراً من التدريب حتى يمكن استخدامها بفعالية، فإن أنظمة رسم الخرائط على الحاسوب المنضدي لم تعد معقدة في استخدامها بدرجة أكبر من البرمجيات العادية لقطاع الأعمال. كما يصبح رسم الخرائط الرقمية مدمجاً بدرجة أوثق في تطبيقات الحاسوب العادية مثل برمجيات الجداول الإلكترونية والرسوم البيانية وإدارة الأعمال.

١ – ١١ كانت مكاتب الإحصاء بعض من تبنّى مبكراً نظام المعلومات الجغرافية وتعتبر إحصاءات السكان والإحصاءات الاجتماعية والاقتصادية أساساً للتخطيط والإدارة العامّين. وتهدي المؤشرات الاجتماعية – الاقتصادية للتوزيعات المكانية صانعي قرارات سياسات التنمية الإقليمية وتقديم الخدمات وغيرهما من المجالات الكثيرة الأخرى. وتتيح المناهج الرقمية تحقيق إدارة أفضل واستعادة أسرع وعرضاً محسناً لمثل هذه البيانات. ولهذا كان هناك دائماً ربط وثيق بين الجغرافيا والإحصاء، كما تعكس ذلك على سبيل المثال الحقيقة التي مفادها أن الوكالات الوطنية الخاصة بالإحصاء ورسم الخرائط في دول أمريكية لاتينية كثيرة توجد في نفس المبنى (انظر أيضاً EUROSTAT, 1996). ويحقق هذا الإدماج الوثيق لنظام المعلومات الجغرافية في التطبيقات الإحصائية فوائد كبيرة لمكاتب الإحصاء الوطنية حيث إنه يخفض من التكاليف والوقت اللازمين لجمع وتصنيف وتوزيع المعلومات. ويتيح نظام المعلومات الجغرافية لمكاتب الإحصاء أن تنتج قدراً أكبر من الخدمات، ومن ثم تزيد بدرجة كبيرة من عائد الاستثمار في مجال جمع البيانات.

جيم – الطلب المتزايد على البيانات الإحصائية الخاصة بالمناطق المحلية

١ – ١٢ يتقاسم المستعملون لبيانات التعداد والمسح فوائد البيانات الجغرافية الآلية في الإحصاء. فقد أدت وظائف إدماج البيانات التي وفرها نظام المعلومات الجغرافية، والتي تتيح ربط المعلومات من مناطق كثيرة مختلفة موضع الدراسة، إلى استخدام أوسع بكثير للمعلومات الإحصائية. وهذا، بدوره، زاد من الضغط على المكاتب الإحصائية لإنتاج معلومات مسندة مكانياً عالية النوعية للوحدات الجغرافية الصغيرة. وليس هناك حد تقريباً لأنواع التطبيقات الخاصة بمثل هذه البيانات. وهذه بعض الأمثلة:

- تخطيط الخدمات الاجتماعية والتعليمية. من الأهداف الرئيسية لأي حكومة محلية وإقليمية أن تضمن تساوي فرصة كل أجزاء البلد في الوصول إلى الخدمات الحكومية مثل الرعاية الصحية والتعليم. وتتيح بيانات التعداد حول السن والخصائص الاجتماعية للمخططين أن يتنبأوا بالطلب على الخدمات المتباينة. ويتيح الجمع بين هذه البيانات وبيانات نظام المعلومات الجغرافية عن البنية الأساسية للنقل توزيعاً أفضل للموارد بين مراكز الخدمات القائمة، كما يتيح صدور المزيد من القرارات الرشيدة المتعلقة بمواقع المرافق الجديدة.
- تحليل الفقر. في البلدان التي لا يتم فيها جمع بيانات عن الدخل أو الاستهلاك خلال التعداد، تعتبر خواص الأسر المعيشية مؤشراً هاماً لرفاهية المجموعات السكانية المتباينة. ويمكن استخدام بيانات التعداد الخاصة بالمناطق الصغيرة مع المعلومات المسندة

مكانياً عن البنية الأساسية والأحوال الزراعية البيئية لتقدير حالة الفقر ومواقف المجتمعات الفقيرة. وتحسّن هذه المعلومات من عملية الاستهداف في خطط تخفيف الفقر وذلك بتوجيه الموارد إلى المناطق الأكثر احتياجاً في الوقت الذي يتم فيه تجنب تسرب الدعم المادي إلى المجتمعات غير الفقيرة.

- تخطيط خدمات المرافق. لا تستخدم مرافق المياه والغاز والكهرباء والاتصالات اللاسلكية للقطاعين العام والخاص، نظام المعلومات الجغرافية لإدارة بنيتها الأساسية المادية فحسب، بل تستخدم أيضاً التحليل المكاني للبيانات الديمغرافية لتقدير الطلب الحاضر والمستقبلي على الخدمات. وكانت بيانات التعداد الرقمية إلى جانب النماذج الرقمية عن الأرض عنصراً رئيسياً في تصميم أنظمة التلفونات المحمولة في جميع أنحاء العالم، وذلك لمساعدتها في العثور على المواقع المثلى لأبراج الإرسال.
- تحليل القوة العاملة. سواء كان الأمر أن شركة خاصة تبحث عن موقع ملائم لإنشاء مصنع أو أن وكالة حكومية تحاول تحقيق التواؤم بين العرض والطلب على العمّال، فإن بيانات التعداد الخاصة بالمناطق الصغيرة تعتبر عنصراً هاماً في التحليل المتعلق بالتوظف وتحليل الرحلة إلى مكان العمل الذي تكون فيه المقارنة موقع الوظائف بمحال إقامة الموظفين مسألة بالغة الأهمية بالنسبة لتخطيط النقل.
- تحليل التسويق. تستخدم الشركات بيانات التعداد الخاصة بالمناطق الصغيرة لتخطيط مواقع المحال والمستودعات الجديدة لإدارة معلومات خدمة العملاء واستهداف الإعلان. وقد ظهر فرع كامل لنظام المعلومات الجغرافية يسمى بصورة متباينة المنظور البياني الجغرافي أو المنظور البياني الديمغرافي للأعمال. وفي الواقع فإن الطلب القوي على هذه الأنواع من التحليلات كان قوة دافعة رئيسية لتطوير أنظمة رخيصة وسهلة الاستخدام لرسم الخرائط باستخدام الحاسوب المنضدي.
- تحديد دوائر التصويت. في الأنظمة الديمقراطية يبنى تمثيل الشعب في البرلمان على مبدأ الوزن المتساوي لكل صوت. ولضمان تطبيق هذا المبدأ، تستخدم أرقام السكان الخاصة بالمناطق الصغيرة لتحديد دوائر التصويت ذات الحجم المتعادل. وفي الواقع، يعتبر هذا أساساً رئيسياً في الولايات المتحدة للتعداد الذي يجري كل عشر سنوات طبقاً لما يقتضيه الدستور. وتستخدم بيانات نظام المعلومات الجغرافية والتعداد في تصميم الدوائر الانتخابية.
- التخطيط الخاص بالطوارئ. يرشد تحديد المناطق الكثيفة السكان التي يصعب إجلاء سكانها في حالات الحرائق أو الزلازل أو الفورات البركانية أو الموجات السنامية، عمليات التخطيط لخدمات الطوارئ ويتيح التخلص المبكر من الاختناقات. وتعتبر بيانات التعداد المسندة جغرافياً إلى جانب خرائط الارتفاعات والنقل الرقمية أدوات أساسية في مثل هذا التحليل.
- التحليل الخاص بالأوبئة. تتيح بيانات التعداد الخاصة بالمناطق الصغيرة إلى جانب البيانات الخاصة بالحالة الصحية والبيانات البيولوجية الفسيولوجية للمسؤولين عن الصحة أن يقدِّروا عدد السكان الذين يتعرضون لخطر الإصابة بأمراض معدية معيّنة والأمراض التي تحملها وسائط ناقلة. ويتيح التعرف على عدد السكان في البلد الذين يحتمل إصابتهم بالملاريا أو البلهارسيا مثلاً للمخططين أن يقدروا الموارد اللازمة لإجراءات القضاء عليها. ويدعم التعرف على مواقع المجموعات المعرضة للخطر تحديد الأولويات وتطبيق نشاطات التدخل.
- نمذجة السهول الفيضية. يبدو أن الفيضانات الرئيسية تمثل خطراً متزايداً في الكثير من مستجمعات المياه في العالم. وتتيح البيانات الرقمية الخاصة بالارتفاعات والهيدرولوجيا، إلى جانب إحصاءات التعداد الخاصة بالمناطق الصغيرة، للمخططين أن يضعوا تقديرات تفصيلية لتخفيف الخطر الذي يتعرض له السكان في المناطق المعرضة للفيضان. وتستخدم شركات التأمين نفس الأدوات لتقدير مستويات الخطر الذي يتعرض له أصحاب المنازل، وهو ما يؤدي إلى تقدير أكثر إنصافاً لأقساط التأمين.
- الزراعة. تسهل المعلومات الجغرافية حول الأحوال الجغرافية البيئية وبيانات الإنتاج إلى جانب بيانات المناطق الصغيرة عن الطلب على المنتجات الغذائية، تحليل قضايا الأمن الغذائي. وقد وضعت أنظمة الإنذار المبكر بالمجاعات في الكثير من البلدان، التي تتصف بأنظمة إيكولوجية هشة، وذلك لمنع الأزمات الغذائية الرئيسية.

١ – ١٣ الشيء المشترك في كل هذه الأمثلة هو أنها تعتمد على ما يتاح من البيانات الديمغرافية والاجتماعية الخاصة بالمناطق الصغيرة. والمصادر الوحيدة التي يعتمد عليها لمثل هذه المعلومات هي التعدادات أو أنظمة تسجيل السكان، حيثما توجد. ومع ازدياد عدد الاستخدامات غير التقليدية للتعدادات، تزداد مسؤولية المكتب الوطني للإحصاء باعتباره المنتج الرئيسي لمثل هذه المعلومات. ويعني هذا أنه يلزم أن توسع مكاتب التعداد استراتيجيات توزيع البيانات من التقارير المجدولة للبيانات الإجمالية إلى حد ما إلى قواعد بيانات رقمية تفصيلية تربط بين حدود الوحدات التي تبلغ ببياناتها وبين المعلومات الغنية عن السكان في المناطق الصغيرة والتي يتم جمعها خلال التعداد. ولهذا الاستخدام الأوسع لبيانات التعداد أيضاً تأثيره بالنسبة للتعاون المؤسسي. فلضمان أوسع قدر ممكن من الانتفاع من جمع البيانات، يلزم تنسيق إعداد البيانات مع إدارات حكومية أخرى ومعاهد بحوث ومؤسسات خاصة تقوم بإنتاج بيانات مسندة جغرافياً. وهكذا تصبح مكاتب الإحصاء من بين العناصر الرئيسية المشاركة في تنمية الهياكل الأساسية للبيانات المساحية الوطنية (NSDI).

دال – نطاق الدليل والغرض منه وخطوطه الرئيسية

١ – ١٤ كانت التطورات الحديثة السريعة في تكنولوجيا رسم الخرائط الرقمية والطلب المتزايد على بيانات السكان الخاصة بالمناطق الصغيرة والمسندة جغرافياً حافزاً رئيسياً لإعداد الدليل الحالي. فسوف يحتاج أي بلد يُقدِم على تنفيذ مشروع تعداد إلى تقييم الاختيارات المتاحة للإقلال إلى أدنى حد من التكاليف وتعظيم الفوائد المكتسبة من النشاطات اللازمة لرسم الخرائط. ويستهدف هذا الدليل تقديم معلومات خلفية تقنية ومنهجية لدعم اختيار مجموعة الأدوات والإجراءات المناسبة لأي بلد معيّن.

١ – ١٥ من الواضح أن الاختيارات ستكون مختلفة في كل حالة بالنظر إلى تعدد الاختيارات المتاحة والاختلافات في الظروف والموارد المتاحة بين البلدان. ولهذا فإن الدليل ليس كتيباً إرشادياً يشرح الخطوات خطوة خطوة. يلزم أن يُقيّم كل بلد موضع كيف تتوافق اختيارات رسم الخرائط المتاحة في سياق برنامجه الخاص بالتعداد. وسوف تقرر قضايا مثل الخريطة القاعدية المتاحة بالفعل في البلد، والموارد التكنولوجية القائمة والموظفين المتاحين، والأموال المتاحة والإطار الزمني المحدد لإكمال برنامج رسم خرائط التعداد أفضل مزيج بين التكنولوجيات والمناهج بالنسبة لكل حالة منفردة.

١ – ١٦ غير أن الدليل الحالي لا يجادل بأن المناهج التقليدية لرسم الخرائط التي تستخدم بنجاح في الكثير من البلدان أصبحت بالية تماماً. فلا يزال المرجع الرئيسي حول الموضوع – رسم الخرائط للتعدادات والدراسات الاستقصائية (مكتب الولايات المتحدة للتعداد، ١٩٧٨) – مصدراً لا يقدر بثمن للمبتدئين وذوي الخبرة من راسمي الخرائط. ولا تزال الفصول الخاصة بتنظيم وضبط برنامج رسم الخرائط، وتحديد مناطق العد والمناطق الإحصائية – بصفة خاصة – ذات صلة. غير أنه مع تقدم التكنولوجيا توجد حالياً سبل أفضل لأداء الكثير من مهام رسم خرائط التعدادات. ولهذا يستهدف الدليل الحالي تحقيق التكامل مع الإرشادات المقدمة من مكتب الولايات المتحدة للتعداد (BUCEN)، وذلك بتقديم معلومات حول التكنولوجيات الحديثة في الوقت الذي يتجنب فيه تكرار المادة التي تمت تغطيتها جيداً بالفعل.

١ – ١٧ تفترض الفصول الرئيسية في الدليل معرفة أساسية بنظام المعلومات الجغرافية والمفاهيم الخرائطية. ويوفر المرفقان ١ و٢ للقراء الأقل معرفة بهذين الموضوعين عرضاً عاماً موجزاً لهما على السواء. وتعتبر الإسقاطات الخرائطية، وأنظمة الإحداثيات في مشروع ينتفع بنظام المعلومات الجغرافية موضوعاً أكثر أهمية من النهج التقليدي المستند إلى خرائط كروكية.

١ – ١٨ تقسم الفصول الرئيسية للدليل إلى الموضوعات ذات الصلة بالإعداد لنشاط العد والنشاطات التالية له. ويشمل الفصل الثاني مناقشة لتكاليف وفوائد اتباع نهج رقمي في رسم خرائط التعداد. وسوف يبيّن هذا أن التحوّل إلى المناهج الرقمية – وهو تحوّل حتمي في المدى الطويل – يشتمل على استثمارات رئيسية مقدماً في حين أن الفوائد الرئيسية قد لا تحقق إلاّ في وقت لاحق. وتناقش الأقسام المتبقية من الفصل القضايا المؤسسية في تخطيط وإعداد برنامج لرسم خرائط التعداد الرقمية، وإعداد قواعد بيانات أنظمة المعلومات الجغرافية، وإعداد منتجات المخرجات لنشاطات التعداد. ويختتم الفصل بوصف موجز لتطبيقات نظام المعلومات الجغرافية خلال نشاطات العد مثل رصد تقدم نشاطات التعداد وتحديث قواعد بيانات الخرائط.

١ – ١٩ يركز الفصل الثالث على المهام الخاصة برسم الخرائط في أعقاب العد وعلى استخدام رسم الخرائط الرقمية في عرض وتحليل وتوزيع بيانات التعداد. وهذه القضايا هامة لكل البلدان. وحتى إذا لم يكن رسم الخرائط الرقمية قد استخدم في العد الفعلي، فإن البلدان قد ترغب في إعداد قواعد بيانات نظام المعلومات الجغرافية لتحليل وتوزيع بيانات التعدادات. وسوف توفر هذه الخرائط القاعدية الرقمية أيضاً أساساً لرسم الخرائط الرقمية لدعم التعدادات والدراسات الاستقصائية.

ثانياً – المرحلة السابقة للعد

ألف – مقدمة

٢ – ١ لقرار التحوّل من النهج التقليدي إلى مناهج رسم الخرائط الرقمية للتعداد تأثير رئيسي على تنظيم التعداد. وأهم القضايا التي تبرز على النور هي الاستثمار الرئيسي اللازم لتحويل المعلومات الخرائطية القياسية القائمة إلى شكل رقمي وتصنيف معلومات رقمية جديدة. والتكاليف المصاحبة لذلك والتي تشمل شراء المعدات والبيانات وتدريب الموظفين ونفقات التشغيل بالغة. ويشمل القسم ''باء'' مناقشة لتكاليف وفوائد هذا التغيير في نهج رسم خرائط التعداد، ويجادل بأن الاستثمار سيكون في محله شريطة أن يعتمد مكتب التعداد استراتيجية طويلة المدى. ولن تزيد الفوائد على التكاليف الأوّلية إلاّ عندما تتم المحافظة على قاعدة البيانات الرقمية المعدة أوّلياً والتي يتم تحديثها بعد التعداد، وإذا ما استخدمت لأغراض تتجاوز رسم خرائط مناطق العد داخل وخارج تنظيم التعداد.

٢ – ٢ يتركز باقي الفصل على القضايا العملية والتشغيلية. ويغطي القسم ''جيم'' المراحل الأوّلية للتخطيط، بما في ذلك القضايا المؤسسية وتعريف جغرافية التعداد وتصميم قواعد بيانات نظام المعلومات الجغرافية. وتشمل القضايا التي تتم مناقشتها مجالات مثل التعاون مع وكالات أخرى، ومتطلبات الموظفين وخطط الترميز الجغرافي واختيار نطاق نشاطات التعداد. ويناقش القسم ''دال'' الاختيارات التكنولوجية لتحويل البيانات من خرائط قياسية إلى خرائط رقمية وللعمل الميداني. ونظراً لأن التطورات التكنولوجية في السنوات الأخيرة قد غيّرت من طبيعة رسم الخرائط، فإن الموضوعات التي تعطى هنا هي السبب الرئيسي وراء إعداد الدليل الحالي. ويعالج القسم ''هاء'' قضايا ضمان النوعية وإنتاج خرائط مناطق العد لعملية التعداد، وأخيراً يناقش القسم ''واو'' استخدام نظام المعلومات الجغرافية خلال العد.

٢ – ٣ على الرغم من أن أقسام الفصل الحالي تمثل تسلسلاً منطقياً، إلاّ أنه لا يمكن النظر إلى القضايا التي يغطيها بصورة منعزلة. فمثلاً يتقرر التوظيف والتدريب وشراء المعدات في ضوء اختيار استراتيجية تحويل البيانات. ويتوقف إنتاج خرائط مناطق العد على البيانات الرقمية المتاحة، التي تتقرر استناداً إلى نطاق نشاطات رسم الخرائط الرقمية. وهكذا يتعيّن النظر إلى مادة هذا الفصل على أنها مادة تقدم خلفية من المعلومات وليس ككتيب إرشادات يشرح الخطوات خطوة خطوة.

باء – تحليل التكاليف والفوائد للاستثمار في رسم الخرائط الرقمية/الجغرافية

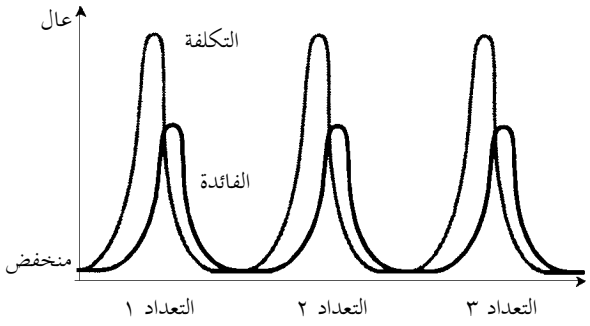
٢ – ٤ يناقش القسم الحالي التكاليف والفوائد المحتملة لاستخدام نهج لرسم الخرائط رقمياً أو نظام المعلومات الجغرافية في رسم خرائط التعدادات. والمناقشة عامة بالضرورة، حيث إنه لا يوجد نهج واحد لرسم خرائط التعداد هو الأفضل في كل حالة. بل هناك تنوع في الاختيارات، التي تتراوح بين توفير قدرة لرسم الخرائط الرقمية الكاملة داخلياً لاستخدام رسم الخرائط باستعمال الحاسوب المنضدي مثلاً لعرض النتائج ونشرها فقط. وبمعنى آخر، يوجه النقد أحياناً إلى نظام المعلومات الجغرافية على أنه حل يكلف ٥٠٠ دولار لمشكلة قيمتها ٥ دولارات (مثل مقتبس من Batty and others (1995)) وهذا بالتأكيد هو الوضع عند تقديم نظام معلومات جغرافية رفيع المستوى في الوقت الذي يمكن أن يكون فيه نظام بسيط لرسم الخرائط باستعمال الحاسوب المنضدي كافياً. وتعتبر الملاءمة مع المهمة مبدأً سائداً لأي تحليل للتكاليف – الفوائد.

٢ – ٥ لأسباب مختلفة يصعب أيضاً تقدير تكاليف وفوائد استخدام نظام المعلومات الجغرافية كمياً، فمثلاً، قد لا يتحقق الكثير من الفوائد للوكالة التي تدفع الأموال المستثمرة في نظام المعلومات الجغرافية، بل يحصل عليها أشخاص خارجيون يتمكنون من الوصول إلى منتجات ذات دقة أعلى أو أرخص تكلفة، أو ربما يحصلون على منتجات لم تكن متاحة من قبل على الإطلاق. ويبرز هذا أيضاً الفرق بين ''رخيص'' و''تناسب التكلفة مع الفعالية'' وقد يكون أرخص الاختيارات لإنتاج خرائط التعداد، في المدى القصير، هو النهج التقليدي اليدوي، ولا سيما في البلدان التي تكون فيها تكلفة العمال منخفضة. غير أنه من وجهة نظر المجتمع قد يكون الاستثمار أكثر فعالية بالنسبة للتكاليف إذا زيدت الاستثمارات في البداية على تطبيق النهج الرقمي لأن منتجات المخرجات الرقمية سوف تحقق فوائد أكبر بكثير في المدى الطويل داخل وخارج وكالة التعداد أو الوكالة الإحصائية.

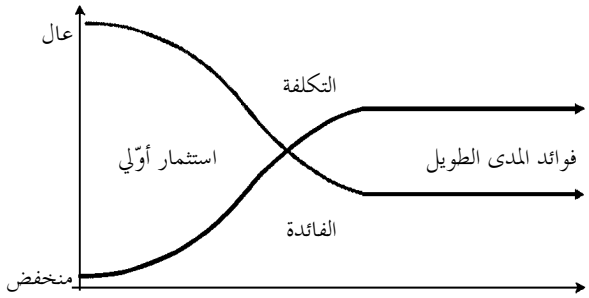
٢ – ٦ تتكشف استثمارات نظام المعلومات الجغرافية بدرجة كبيرة في البداية، بمعنى أن التكاليف الرئيسية تقع مبكراً في المشروع في حين أن الفوائد الملموسة قد لا تتحقق إلاّ بعد مرحلة طويلة في دورة المشروع. ويبيّن الشكل ثانياً – ١ هذا، وذلك بمقارنة تكاليف وفوائد نهج رسم الخرائط تقليدياً بالنهج الخرائطي الرقمي. في الحالة الأولى، يعاد رسم الخرائط يدوياً لكل تعداد. وتميل التكاليف إلى الزيادة على الفوائد، حيث إن الخرائط الورقية المطبوعة تفيد فقط لأغراض التعداد. وفي الحالة الثانية فإن إنفاق استثمارات كبيرة في البداية يؤدي إلى تكاليف أقل على الحفظ والتحديث وإلى استدامة الفوائد في المدى الطويل. وفوائد المدى الطويل أعلى بدرجة كبيرة لأن العملية تسفر عن إعداد قاعدة بيانات رقمية متعددة الأغراض.

الشكل ثانياً – ١ تكاليف وفوائد اختيارات رسم خرائط التعداد

(أ) نهج رسم الخرائط التقليدي



(ب) نهج رسم الخرائط الرقمية



٢ – ٧ يسلط هذا الضوء أيضاً على أهمية وضع استراتيجية المدى الطويل لرسم خرائط التعداد. وغالباً ما يكون رسم خرائط التعدادات عمل يقوم إلى حد بعيد على أساس مشروع. فقبل سنوات قليلة من إجراء التعداد، يتجمع فريق ليعد يدوياً بسرعة خرائط كروكية للتعداد تستخدم فقط للعد. وبعد سنوات عديدة تبدأ العملية مرة أخرى للتعداد التالي. والنهج الأفضل هو أن ينظر إلى رسم خرائط التعدادات على أنه عملية مستمرة، مع الحفاظ المنتظم على قواعد البيانات من جانب هيئة أساسية دائمة من الموظفين الذين يحصلون على تدريب متواتر.

١ – التكاليف

٢ – ٨ يجب عدم التهوين من استثمار المدى القصير وتكاليف المدى الأطول للحفاظ على نظام المعلومات الجغرافية. فمثل أي تكنولوجيا أو تحويل تنظيمي جديد (مثل أنظمة معلومات الإدارة)، يشمل تقديم نظام المعلومات الجغرافية تغيّراً في طريقة العمل ونفقات كبيرة، ليس فقط فيما يتعلق بالبرمجيات والمعدات بل بالنسبة لشراء البيانات، والتدريب، والتخطيط، وإعادة بناء الهياكل التنظيمية أيضاً. وفي الواقع أن التكاليف الكبيرة التي يتطلبها الأمر هي السبب الرئيسي وراء الصياغة الحريصة جداً للأقسام الخاصة بنظام المعلومات الجغرافية في النسخة المنقحة من مبادئ وتوصيات لتعدادات السكان والمساكن الجغرافية (الأمم المتحدة، ١٩٩٨). وغالباً ما يتم التهوين بصفة خاصة من التكاليف غير المباشرة وقد يؤدي هذا إلى فشل مشروع لنظام المعلومات الجغرافية.

٢ – ٩ نبيّن أدناه قائمة بالمهام التي قد يشملها إدخال نظام المعلومات الجغرافية تترتب عليها تكاليف بالنسبة للوكالة المقدمة لها (انظر Worrall, 1994؛ و Becker and others, 1996). وانظر أيضاً Bond and Worrall, 1996؛ و Bond and others, 1994). وتناقش هذه الخطوات بتفصيل أكبر في مكان لاحق من الدليل. ومن الواضح أن معظم التكاليف ليست متفردة ومقتصرة على رسم الخرائط الرقمية. فمثلاً، تتماثل التكاليف الخاصة بتنسيق جمع البيانات اللامركزي أو تحويل البيانات، سواء يتم إنتاج الخرائط في شكل رقمي أو يدوياً. وكذلك لا يتطلب الأمر اتباع كل الخطوات لكل مشروع. فلن يحتاج مكتب التعداد الذي يريد فقط استخدام رسم الخرائط بمساندة الحاسوب المنضدي لإنتاج خرائط مواضيعية لمنشور خاص بالتعداد إلى إنفاق الكثير من الوقت والمال على عملية تخطيط تفصيلية. وعلى النقيض من ذلك، فإن مشروعاً شاملاً لرسم خرائط التعداد قد يتطلب استثماراً كبيراً، وقد يكون نجاحه أو فشله نتيجة مباشرة لمدى دقة تصميم المشروع.

عناصر التكاليف

الخدمات الاستشارية الخاصة بتصميم وتخطيط الأنظمة؛ وقت المديرين

يوضح التخطيط الشامل لمشروع نظام المعلومات الجغرافية أو إدارة خاصة بنظام المعلومات الجغرافية داخل أي وكالة الأهداف ويحدد توقعاته بالنسبة للتكاليف والخطوات التي يشملها المشروع. وغالباً ما تكون الاستعانة بالخبرة الخارجية مفيدة، وقد ظهر في السنوات الأخيرة قطاع تجاري كبير يقدم الخدمات الاستشارية المتعلقة بأنظمة المعلومات الجغرافية. ومن المفيد غالباً بالنسبة لمكاتب التعدادات في الدول النامية أن تزور مكاتب أخرى لها خبرة كبيرة في نظام المعلومات الجغرافية لتتعلم من خبرتها (انظر أيضاً Coiner, 1997).

ويعتبر أيضاً تقييم البيانات المتاحة ووضع استراتيجية لتحويل البيانات، وهو غالباً ما يمثل أكثر جوانب المشروع تكثيفاً للموارد، جزءًا من تخطيط النظام الشامل.

الحصول على المعدات أو إدماجها

تزداد قوة الحواسيب في الوقت الذي تواصل أسعارها في الانخفاض. غير أن بعض هذه المكاسب يعوضها الطلب المتزايد على سرعة معالجة البيانات والذاكرة من جانب منتجات البرمجيات الجديدة. وإذا ما تطلَّب الأمر إدماج المعدات القائمة، قد تلزم الاستثمارات لرفع مستوى الذاكرة أو مساحة القرص، كما تلزم معالجة موضوع التوافق مع المعدات المشتراة حديثاً. وبخلاف الحواسيب ذات وحدات معالجة البيانات السريعة والمساحة الواسعة للتخزين، يتطلب نظام المعلومات الجغرافية أيضاً أجهزة خارجية معاونة مثل وحدات التحويل الرقمي وأجهزة الاستنساخ البصري بالماسحات الضوئية وطابعات الألوان ذات الصيغة الكبيرة، وهي معدات قد لا تكون معيارية بالنسبة لمكتب التعداد.

تقييم واختيار برمجيات نظام المعلومات الجغرافية/رسم الخرائط

يوجد الآن في السوق عشرات المجموعات المناسبة من برمجيات نظام المعلومات الجغرافية ورسم الخرائط بمساندة الحاسوب المنضدي، وتتراوح أسعارها بين مئات قليلة وعشرات الآلاف من الدولارات الأمريكية. وفي السنوات القليلة القادمة يتنبأ كثير من المحلّلين بأنه سيتم فيها مزيد من اندماج الشركات في سوق برمجيات نظام المعلومات الجغرافية، وهو ما يتعيّن أن يؤدي إلى تخفيض تكاليف البرمجيات حيث إن البائعين المتبقين بعد الدمج سوف ينتفعون من زيادة حجم المبيعات.

وللأغراض العملية جميعاً يمكن تقليص الاختيارات إلى عدد قليل من الأنظمة التي ظهرت كأنظمة معيارية بين الوكالات والتي تتوفر لها القدرة على معالجة قواعد البيانات الكبيرة والمعقدة لمشروع رسم خرائط تعداد. ويوفر هذا دعماً كافياً للمستعمل والوظائف اللازمة لأداء كل المهام في مشروع تعداد.

ويعتبر التوافق مع الوكالات الحكومية الأخرى معياراً هاماً إذا كان يتم تبادل البيانات بصورة متكررة أو إذا كانت الوكالات تتقاسم تكاليف إنتاج البيانات. وقد يكون نهج التدرج مناسباً أيضاً بحيث قد تستخدم وحدة أنظمة المعلومات الجغرافية الرئيسية برنامجاً قوياً، في حين تعتمد الوحدات أو الجماعات الميدانية الإقليمية التي تشترك بصفة رئيسية في مهام روتينية على برمجيات أرخص وأقل قوة.

وغالباً ما يتطلب بائعو البرمجيات الرفيعة أو يشجعون شراء عقود الصيانة التي يلزم إدخالها في الاعتبار عند وضع ميزانيات التشغيل. ويميل مثل هذه الخدمات إلى أن تكون باهظة التكاليف، ولكنها غالباً ما تكون بالغة الأهمية لضمان عمليات مستمرة دون انقطاع.

إعداد النموذج الأوّلي

قبل بدء مشروع لرسم خرائط تعداد، من المفيد إعداد نموذج أوّلي، أو مشروع تجريبي في منطقة صغيرة من البلد. وفيما يتطلب ذلك وقتاً وموارد إضافية، فإن الفوائد هي أنه يمكن اكتشاف مشكلات منهج العمل مبكراً. وبالنسبة للمشروعات الكبيرة يجب أن يُطلب من البائعين المحتملين للبرمجيات أن يقدموا معلومات قياسية مرجعية بتطبيق واقعي تحدده المؤسسة العميلة. وهكذا يتعيّن على مكتب التعداد، عند تقييم نظام، أن يتأكد من تنفيذ أي بيانات عملية أو قياسات مرجعية باستخدام مجموعة بيانات عملية تعكس التعقيد الكامل لرسم خرائط التعداد. ودائماً ما تعمل البيانات العملية جيداً باستخدام مجموعة بيانات البائع الجاهزة. ولكن هذا قد لا يعكس الأداء الفعلي بعد تركيب النظام لعمل رسم خرائط التعداد.

شكل نظام المعدات/البرمجيات/ التصميم الخاص

نظراً لأن إعداد بيانات نظام المعلومات الجغرافية يستهلك وقتاً وتتكثف فيه العمالة، من المفيد عادة اتباع نهج موزع. ويتدعم هذا بدرجة كبيرة بالاستعانة بنظام يرتبط بشبكة حيث يمكن تبادل البيانات بسهولة إما من خلال شبكة منطقة محلية (LAN)، وهي شبكة خاصة تربط، مثلاً، بين مكتب التعداد الوطني والمكاتب الإقليمية، أو بصورة متزايدة من خلال الاتصالات العادية للإنترنت.

وبالنسبة للتطبيقات الكبيرة جداً للتعداد، قد يلزم التصميم الخاص، مثلاً، لإيجاد وصلة بينية بين نظام المعلومات الجغرافية ونظام عام لإدارة قواعد البيانات يجري استخدامه بالفعل.

تخطيط الموارد البشرية

قد يتطلب تطبيق تكنولوجيا جديدة في وكالة إضافة عدد جديد من الموظفين. فقد يكون من الضروري، مثلاً، توظيف شخص له خبرة برسم الخرائط الرقمية أو بنظام المعلومات الجغرافية ليرأس قسماً يختص بهذا المجال. وبالمثل، فإنه يجب تحديد احتياجات التدريب أو إعادة التكليف لضمان تحوّل ييسر من النظام القديم لرسم الخرائط إلى نظام جديد.

التدريب، تطوير المهارات، إعادة التدريب

إلى جانب تكاليف المعدات والبرمجيات وتحويل البيانات، يعتبر التدريب هو رابع إنفاق رئيسي لأي نشاط خاص بنظام المعلومات الجغرافية. وتتراوح التقديرات بين ٥ إلى ١٠ في المائة من إجمالي تكاليف المشروع التي يجب إدخالها في الميزانية لغرض التدريب. ويرجع ارتفاع تكلفة التدريب بدرجة كبيرة إلى عدم توفر طالبي الوظائف ذوي المهارات المناسبة عند مستوى الدخول، وإلى تعقيد الكثير من مجموعات برمجيات نظام المعلومات الجغرافية وإلى الخلفية المحدودة في الجغرافيا والتحليل المكاني بين معظم العاملين في مكاتب الإحصاء.

ومن المحتمل أن تصبح هذه القضايا أقل إشكالاً في المستقبل. فيُعلّم الكثير من الجامعات الآن نظام المعلومات الجغرافية، ليس فقط في أقسام الجغرافيا بل في أقسام علم الحاسوب، والموارد الطبيعية، وبرامج الأعمال والإحصاء أيضاً. ويدعم إعداد المنهج الرئيسي المعياري للجامعات والمدارس المهنية (مثلاً NCGIA, 1998) هذا التطور. وأصبحت برمجيات نظام المعلومات الجغرافية أكثر سهولة في استخدام المستعملين له مع ظهور ويندوز كمعيار لأداء المعدات ومع مراعاة البائعين لاحتياجات مجتمع عريض بصورة متزايدة للمستعملين غير المتخصصين. فمثلاً، يتيح الكثير من أنظمة المعلومات الجغرافية التي تعمل بمساندة الحاسوب المنضدي والمنخفضة التكاليف الآن عرض الصور التي يتم استشعارها من بعد والتي يمكن تحويل ملامحها رقمياً على الشاشة. وكانت تتطلب مثل هذه العمليات من قبل، برمجيات خاصة لمعالجة الصور وتدريباً على تقنيات الاستشعار من بعد.

ومع ذلك، يجب عدم التهوين من متطلبات التدريب، ويقتضي الأمر التجديد المستمر لمستوى مهارات العاملين مراعاة للتغير السريع لسوق المعدات والبرمجيات. ومثالياً، يجب ألاّ يقتصر تدريب العاملين على تعليمهم الخطوات الأساسية للقيام بالمهام الروتينية. بل من المفيد في المدى الطويل أن نتيح للعاملين أن يتعرفوا على المفاهيم الأكثر عمومية مثل دقة البيانات المكانية واحتمالات تحليل البيانات الجغرافية. وسوف يؤدي توفير قوة عمل أكثر إطّلاعاً وأقوى حافزاً ونزعة خلاقة إلى تحقيق منتجات جغرافية أفضل للتعدادات.

تصميم قواعد البيانات، ونمذجة البيانات، وإعداد كتيب إرشادات الإجراءات

تعتبر نمذجة البيانات عملية لتحديد الملامح التي يتعيّن أن تشملها قواعد البيانات وخصائصها وعلاقاتها، وتمثيلها الداخلي في قواعد البيانات. وتشمل نمذجة البيانات وضع نماذج مفاهيمية ومنطقية ومادية لقواعد البيانات الجغرافية للتعدادات. وتشمل النتائج معاجم شاملة للبيانات تحدد محتوى قواعد البيانات التي تنتجها الوكالات. وفي بعد الأحيان يمكن الحصول على مثل هذه المعاجم للبيانات من وكالات أخرى في البلد أو تعديل ما هو موجود لديها وذلك مثلاً حيثما توجد قاعدة بيانات طبغرافية وطنية رقمية. وفي حالات أخرى، يتعيّن إعداد هذه المعاجم للبيانات من العدم. وتتوقف الموارد الخاصة بهذا على مدي شمولية قاعدة البيانات.

وقد يكون من الضروري أيضاً إدماج نماذج قواعد البيانات التي أعدت لإدارة معلومات التعداد المجدولة. وهذا ضروري، مثلاً، إذا لزم إدماج بيانات التعدادات السابقة في قواعد بيانات نظام المعلومات الجغرافية. وبالإضافة إلى معجم البيانات، يحدد كتيب الإرشادات الخاصة بالإجراءات الخطوات اللازمة لإعداد ومعالجة البيانات المكانية الرقمية. ولكتيبات الإرشادات هذه أهميتها لضمان الاتساق في المنتجات التي ينتجها تقنيون مختلفون أو وحدات تقنية قد تكون متناثرة عبر البلاد. وهي تحدد أيضاً العمل التحليلي المتكرر مثل الطرق المستخدمة لتحقيق التوافق بين بيانات التعدادات السابقة والحدود الجديدة بعد تغيير الوحدات الإدارية.

ويجب أيضاً تحديد معايير الدقة كجزء من العملية الشاملة لتصميم قواعد البيانات. وفيما لا تكون الدقة غالباً مسألة بالغة الأهمية في رسم خرائط التعداد، حيث إن بلداناً كثيرة – في الواقع – تعتمد على الخرائط الكروكية المرسومة باليد لهذا الغرض، فإنها تصبح مسألة هامة عندما تستخدم خرائط التعداد المنتجة مع بيانات أخرى أكثر دقة.

تكاليف المرحلة الانتقالية

تنشأ تكاليف إضافية إذا ما تعيّن تشغيل الأنظمة القديمة والجديدة بصورة متوازية خلال الفترة الانتقالية. وهذا ضروري لضمان جودة الخدمات فيما يتم حل مشكلات النظام الجديد. وبالنسبة للفترة الانتقالية قد يكون من قبيل الاستراتيجية الجيدة أن يحتفظ بالنظام القديم كاحتياطي إذا كان عدد كبير من المستعملين يعتمدون على تسليم المنتجات في حينها.

الاستحواذ على البيانات، وشراؤها

يمكن الحصول على بعض المعلومات اللازمة لرسم خرائط التعداد من مصادر تجارية أو من وكالات أخرى تتقاضى رسوماً مقابل استخدامها. وتفيد مجموعات البيانات الجغرافية الإضافية التي تصف شبكات الطرق أو الأنظمة الهيدرولوجية أو الارتفاعات في رسم خرائط التعداد حيث يجب مثالياً تصميم الحدود لتطابق الملامح التي يمكن التعرف عليها وتحديدها على الأرض. وسوف يوفر الحصول على مثل هذه البيانات من بائعين خارجيين أو من وكالات حكومية أخرى الوقت والمال وسوف يزيد أيضاً من اتساق منتجات البيانات عبر وكالات مختلفة.

ويمكن أيضاً، كما هو مبين في القسم ''دال'' أدناه، أن يفيد التصوير من الجو أو الصور التي تلتقطها السواتل لدعم إنتاج خرائط التعداد. ويتم الحصول على هذه الصور من بائعين خارجيين أو، في حالة الصور الجوية، بتكليف شركة خاصة.

أخذ البيانات وتحويلها

ربما يكون الإعداد الأوّلي للبيانات هو أكثر أجزاء مشروع ما لنظام المعلومات الجغرافية تكلفة. وغالباً ما يقدر نصيب هذا العنصر في ميزانية المشروع الشاملة إلى جانب الحصول على البيانات من بائعين خارجيين بما يتراوح بين ٦٠ و٧٠ في المائة. وهذا أكبر بكثير من تكاليف المعدات والبرمجيات.

ويشمل جمع البيانات العمل الميداني الخرائطي باستخدام المناهج التقليدية أو الطرائق الجديدة التي تتم مناقشتها في فصول لاحقة. وعلى النقيض، يشير تحويل البيانات ومعالجتها آلياً إلى عملية خلق طبقات من بيانات نظام المعلومات الجغرافية الرقمية من خرائط ورقية مطبوعة. ولهذه العملية يتاح خياران أحدهما هو أن الخرائط يمكن أن تستشف يدوياً باستخدام جدول محوّل رقمياً، والثاني هو أنه يمكن استنساخ الخريطة كلها بصرياً بالماسحات الضوئية ويتم توليد مجموعة بيانات مناسبة لإدخالها في نظام المعلومات الجغرافية من خلال التحوّل التالي من خطوط مسح إلى متجهات. ويناقش النهجان على السواء في القسم ''دال''.

إثبات الصحة، وضمان النوعية/الرقابة عليها

أيًّا كانت استراتيجية تحويل البيانات المختارة، فإن هذا التحويل عملية تتكشف فيها العمالة وعرضة للخطأ. ولهذا يجب أن يكون وضع إجراء محكم لمراجعة البيانات المنتجة من حيث دقة ثبات المواقع والاتساق المنطقي على السواء جزءاً من العملية. ويجب تطبيق إجراءات مماثلة لضمان نوعية منتجات المخرجات مثل التبويبات المتقاطعة أو مراكبات نظام المعلومات الجغرافية. وإذا كان الهدف تحقيق دقة عالية، ليس من الاقتصاد تخصيص موارد مساوية لتلك التي تتضمنها الميزانية لتحويل البيانات لمرحلة التنقيح ورقابة النوعية الأخيرة.

وترتبط رقابة النوعية أيضاً بوضع معايير البيانات واصفة للبيانات. ومن المشكلات الرئيسية للبيانات الرقمية أن الوثائق غالباً ما تفصل عن البيانات الفعلية ومن ثم قد تضيع بسهولة. ويتطلب الأمر إجراءات دقيقة لتجنب فقد دقة البيانات وجودتها بسبب نقص المعلومات حول كل مجموعة من البيانات. ويجب أن تشمل البيانات الوصف للبيانات كل المعلومات المتعلقة بمجموعة البيانات بما في ذلك الإسناد إلى مصادر الخرائط والتاريخ والإسقاط ومقياس الرسم، وخطوات المعالجة التي أُدّيت بالنسبة لمجموعة البيانات الرقمية، وخلفية مصادر البيانات ومعايير الدقة. وقد قام الكثير من وكالات رسم الخرائط

الوطنية بإعداد صيغ بيانات وصف البيانات فيما يتعلق بالبيانات المكانية الرقمية ويمكن تعديلها لتناسب متطلبات أي مكتب للإحصاء.

صيانة النظام

تشمل صيانة النظام رفع مستوى البرمجيات والمعدات فضلاً عن أي تدريب قد يتطلبه الأمر نتيجة لمثل هذا الرفع. ويقدر أن هذا العنصر غالباً ما يستهلك نحو ١٠ في المائة من الاستثمار الأوّلي سنوياً، على الرغم من أن هذا الرقم يتباين حسب مقياس الرسم ونطاق المشروع.

الاستعراض التالي للتطبيق

غالباً ما تكون التحسينات الإضافية ممكنة بعد التطبيق الكامل، حتى بعد القيام بعملية تخطيط تفصيلية ودراسة تجريبية. ولهذا قد يكون من المفيد إجراء استعراض داخلي أو خارجي للنظام للتعرف على نقاط الضعف ولتحسين الإنتاجية. غير أنه يجب عدم النظر إلى توفير قدرة لإعداد نظام المعلومات الجغرافية في وكالة على أنه عملية خطية لها تاريخ انتهاء محدد بوضوح، بل على أنها عملية تحسين مستمرة لإجراءات التشغيل.

وضع استراتيجيات لتوزيع البيانات

في الوقت الذي يمكن أن يستخدم أي فرد منشورات التعداد المطبوعة، ويطّلع معظم مستعملي بيانات التعداد الرقمية المجدولة على مجموعات الجداول الإلكترونية أو البرمجيات المكتبية المماثلة، فإن المستعملين قد لا يستطيعون الوصول بسهولة إلى برمجيات رسم الخرائط أو نظام المعلومات الجغرافية لاستخدامها في خرائط التعداد الرقمية. ولتحقيق أقصى استخدام لمثل هذه البيانات، يجب أن يضع مكتب التعداد استراتيجية لمساعدة المستعملين في الوصول إلى مثل هذه البرمجيات.

ولن يكون هذا بالمشكلة الكبيرة في البلدان الأكثر نمواً حيث يقدر المستعملون على شراء البرمجيات اللازمة. وفي البلدان الأقل نمواً تتاح خيارات عدة لزيادة استخدام البيانات المكانية الرقمية. وتشمل هذه اتفاقات تعاون مع بائعي البرمجيات لتخفيض سعر الشراء أو لدعم شراء البرمجيات بالأموال العامة، وإنشاء وحدة اطلاع داخلية على البيانات، واستخدام برمجيات مجانية أو متاحة للجمهور العام مثل مجموعة البرامج الحاسوبية المتكاملة للمعلومات الجغرافية والخرائط والرسوم البيانية (الأمم المتحدة، ١٩٩٧ (ب)؛ و Vu, 1997).

٢ - الفوائد

٢ - ١٠ طبقاً لـ (Worral, 1994)، يمكننا أن نفرق بين فوائد الكفاءة وفوائد الفعالية. فتعني الأولى أنه بعد الفترة الانتقالية يمكن الحصول على مخرجات أكثر أو أفضل بنفس القدر من المدخلات، أو أنه يمكن إنتاج نفس المخرجات بمدخلات أقل. ومثل هذه الآثار الناتجة عن الكفاءة تشمل اقتصاد التكاليف أو زيادة الإنتاجية وتتحقق في معظم الأحيان من جانب منظمة التعداد ذاتها، التي قد تكون قادرة على إنتاج خرائط أسرع أو بموارد أقل من قبل. وعلى النقيض من ذلك فإن الفعالية تشير إلى تأثير السياسات أو البرامج التي تستفيد من المعلومات المحسنة. وتتحقق هذه الفوائد في الأغلب من جانب المستعملين للبيانات الإحصائية المستقاة من تعداد للسكان والمساكن. فمثلاً، قد تؤدي إتاحة خرائط سكان رقمية يمكن استخدامها مع المعلومات الخاصة بالبيئة إلى اتخاذ قرارات أفضل في وكالة حماية البيئة بأي بلد. وتتم مناقشة الكفاءة والفعالية على السواء فيما يلي:

(أ) فوائد الكفاءة

٢ - ١١ تتحقق فوائد الكفاءة بدرجة كبيرة عن طريق اقتصاد التكاليف، وتجنب التكاليف، وزيادة الإنتاجية من خلال تخفيض الوقت اللازم لإنتاج منتجات المخرجات. ويمكن قياس مثل هذه الفوائد عادة، على الرغم من أنها قد لا تتحقق إلاّ في وقت متأخر من مشروع نظام للمعلومات الجغرافية، غير أن الفوائد تتحقق أيضاً إذا ما أمكن إنتاج منتجات أعلى جودة أو جديدة تماماً. فمثلاً، إذا أنتجت خريطة رقمية بدقة أعلى بالمقارنة بخريطة رسمت يدوياً، قد لا ينطوي ذلك على اقتصاد في الوقت أو التكاليف، ومع ذلك تتحقق فائدة شاملة. وتتضمن القائمة التالية خليطاً من الفوائد ''المادية'' التي يمكن قياسها والآثار ''غير المادية'' غير المباشرة.

زيادة الإنتاجية واقتصاد الوقت

بعد الاستثمار الأوّلي لإعداد قواعد البيانات الرقمية يمكن التحديث بصورة أسرع، ويمكن توليد منتجات مخرجات أكثر وأفضل بنفس العدد من الموظفين. وتسمح البيانات الرقمية أيضاً بنطاق أوسع بكثير من التطبيقات في مكتب الإحصاء الوطني مثل تكوين عيّنة التنمية الإطارية أو بالاشتراك مع طبقات بيانات أخرى مثل المعلومات الخاصة باستخدام الأراضي وذلك لخلق مؤشرات إحصائية جديدة. ويمكن طبع نسخ من الخرائط المستحدثة فوراً دون الحاجة إلى إعادة الرسم اليدوي المتكررة الرتيبة. ويمكّن هذا مكتب الإحصاء الوطني أيضاً من الاستجابة بصورة أسرع للطلب المتغير والاحتياجات المتغيرة لمستعملي البيانات.

اقتصاد التكاليف/تجنب التكاليف

يمكن أن يؤدي إبدال تقني يقوم بإعادة الرسم اليدوي بإعداد مجموعات بيانات الخرائط مع مشغل حاسوب – بعد فترة تدريب انتقالية – إلى تخفيض العدد المطلوب من الموظفين وما يصاحب ذلك من اقتصاد في التكاليف. وبالمثل، يمكن تعديل خرائط التعداد الرقمية بسهولة أكبر لتحقيق أغراض أخرى مثل التعدادات الزراعية أو الاقتصادية أو الدراسات الاستقصائية العيّنة لأغراض خاصة.

ويمكن أن يكون رسم الخرائط الرقمية التي تستخدم الاستشعار من بعد أرخص من العمل الميداني المكثف، ولا سيما في المناطق التي تشهد تغيّراً سريعاً، وحيث يصعب الحصول على الخرائط في حينها، أو في المناطق النائية التي يصعب الوصول إليها. وبالمثل، فإن إنتاج منتجات مخرجات – ولا سيما المنتجات الخاصة المنخفضة الحجم – سيكون أقل تكلفة باستخدام قاعدة بيانات التعداد الرقمية من استخدام المناهج اليدوية.

وتوفر بيانات الخرائط الرقمية نظام حفظ مؤمناً بدرجة أكبر بالمقارنة بالخرائط الورقية حيث إن الخرائط الاحتياطية المتعددة التي يمكن تخزينها خارج الموقع رخيصة ويسهل إنتاجها. ويتطلب إعداد مثل هذا الاحتياطي أيضاً مساحة للتخزين أقل مما يتطلبه تخزين مجموعة كبيرة من الخرائط الورقية.

مصداقية أكبر وإثباتاً لصلاحية المنتجات الخرائطية

بخلاف زيادة الإنتاجية والاقتصاد العام للتكاليف، سوف يساعد رسم الخرائط الرقمية عمليات التعداد بطرق متعددة أخرى. فمثلاً، تمكّن المناهج الرقمية من إنتاج خرائط عد تبدو احترافية بأعداد صغيرة. ولهذه مكانة بين العدد الكبير من موظفي التعداد المؤقتين أكبر من الخرائط الكروكية المعدة يدوياً.

خدمة أفضل

تؤدي البيانات الرقمية إلى منتجات معيارية خاصة بالتعداد أسرع دوراناً. فمثلاً، إذا ما كانت خرائط مناطق العد قد أعدت بالفعل رقمياً، فإنه يمكن على الفور ربط بيانات التعداد المجدولة لإنتاج خرائط مواضيعية. وبالمثل، يمكن بسرعة إنتاج منتجات ذات غرض خاص مثل الخرائط المفصلة حسب الاحتياج أو مجموعة بيانات التعداد المعدة خصيصاً. ولا يمكن إنتاج منتجات خرائطية خاصة على أساس تناسب التكاليف مع الفعالية بأحجام صغيرة باستخدام المناهج اليدوية. فبهذه المناهج اليدوية، يمكن إنتاج حتى نسخة أو نسختين من خريطة يطلبها عميل لمكتب تعداد بسرعة وبثمن رخيص.

زيادة الدقة

بالمقارنة بالخرائط الكروكية يشجع النهج الرقمي على تحقيق دقة أعلى وهو ما يؤدي إلى منتجات أفضل ويدعم نطاقاً واسعاً من التطبيقات. وتوفر بعض المناهج الرقمية مثل الصور الفوتوغرافية العمودية الرقمية مستوى عالياً من الدقة المبنيّة بالجهاز نفسه. ولأغراض رسم خرائط التعداد، يؤدي تحسين الدقة في رسم الخرائط إلى تحديد أدق لمناطق العد. وسوف يخفض هذا من أخطاء التعداد مثل العد الأقل أو المضاعف نتيجة عدم دقة تخطيط الحدود.

الاتساق المحسن

بالمثل، من المحتمل أن تؤدي قواعد البيانات الرقمية إلى قواعد بيانات بالنسبة للبلد كله. وسوف يضمن هذا مستوى عالياً من الاتساق وهو أمر هام، مثلاً، عند إعادة ترتيب وحدات التعداد.

ومن الأسهل أيضاً إدخال بيانات واصفة البيانات في قاعدة بيانات رقمية. فمثلاً، وضعت أنظمة تتابع العمليات على قواعد بيانات لنظام المعلومات الجغرافية، وذلك حتى يمكن أن يصاحب المنتج النهائي لمثل هذه العمليات وصف شامل لمصادر البيانات وإجراءات نظام المعلومات الجغرافية التي اتبعت. وبديلاً عن ذلك، يمكن أن يقدم المرء نظاماً يلزم فيه أن يملأ المشغل استمارة مسبقة التصميم للبيانات الواصفة

للبيانات كلما جرت تغييرات في مجموعة بيانات أو عندما تضاف مجموعة بيانات جديدة إلى المحفوظات. ويصعب بدرجة أكبر فرض تنفيذ مثل هذا الإجراء في نظام تقليدي يدوي.

وسوف تضمن العملية الكاملة لرسم خرائط التعداد الرقمية أيضاً أن هناك توافقاً كاملاً بين الحدود المستخدمة لجمع البيانات وتلك المستخدمة لإنتاج منتجات مخرجات، حيث إن النوعين ينبعان من نفس قاعدة البيانات الرئيسية الرقمية.

توليد الدخل

نظراً لأن بيانات الخرائط الرقمية تسمح بنطاق أوسع بكثير من التطبيقات، فقد نما سوق لمثل هذه المنتجات في الكثير من البلدان في العالم. ويشمل المستعملون للبيانات في القطاع الخاص شركات تسويق، وبنوك، وشركات عقارات، ومؤسسات لتقديم الرعاية الصحية ومنظمات خاصة بالبيئة ومعاهد أكاديمية. وتزيد الأسعار المعتدلة لهذه المنتجات من انتشار تطبيقها، وتؤدي إلى زيادة أحجام المبيعات ارتباطاً بانخفاض أسعار الإنتاج وسوف تدعم سوقاً ثانوياً مزدهراً في مجال خدمات رسم الخرائط المصاحب للمنتجات.

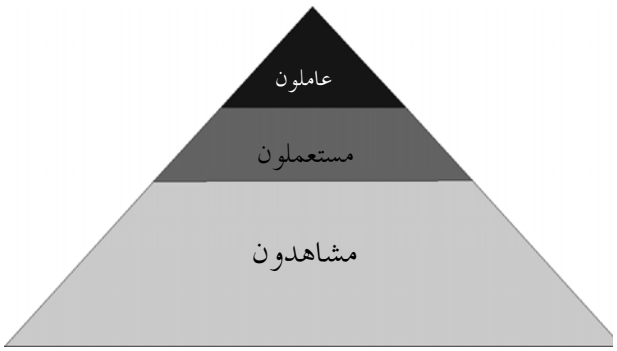
وعلى النقيض من ذلك، فإن محاولات استعادة التكاليف الكاملة من خلال الأسعار المرتفعة وتنفيذ قوانين حقوق النشر بصورة متشددة يدفع المستعملين العرضيين والمؤسسات التي لا تستهدف الربح المستعملة للمنتجات إلى الخروج من السوق، ويقصر الوصول إلى مثل هذه البيانات على عدد قليل من مستعملي البيانات التجاريين القادرين مالياً. وكما تبين تجربة بلدان مختلفة، فإن الصراع بين الضغوط المتزايدة لتوليد أقصى الإيرادات مقابل منفعة المجتمع الشاملة من إتاحة الوصول على نطاق واسع إلى البيانات بصورة رخيصة لم ينته حتى الآن.

(ب) فوائد الفعالية

٢ – ١٢ تعكس فوائد الفعالية تأثير بيانات نظام المعلومات الجغرافية الرقمية على عمل المؤسسات الحكومية أو المنظمات الأكاديمية أو الهيئات التي لا تستهدف الربح والقطاع الخاص. وتتباين احتياجات المستعملين. يستعرض راجاني (١٩٩٦)، مثلاً، نموذجين لتجزئة السوق يستخدمهما بائعو نظام المعلومات الجغرافية. في النموذج الأول، قُسّم السوق حسب درجة تقدم مستعمل البيانات. ''فالعاملون'' هم الناس الذين يدخلون ويحفظون ويستحدثون البيانات المكانية الرقمية، والذين يقومون بالتحليل المتقدم والنمذجة المتقدمة ويستخدمون عادة برنامجاً رفيعاً لنظام المعلومات الجغرافية على حواسيب قوية. و''المستعملون'' هم الفئة التي في الوسط ويؤدون تحليلاً أساسياً مثل الجمع بين طبعات عدة للخرائط لخلق التبويب المتقاطع. وأخيراً يستخدم ''المشاهدون'' البيانات المكانية لأداء مهام أساسية مثل إعداد الخرائط المواضيعية والاستفسار عن قاعدة بيانات قائمة. ويقدر أن عدد ''المشاهدين'' أكبر من عدد ''المستعملين'' الذي يزيد على عدد ''العاملين''، كل حسب ترتيب الحجم. ويبني النموذج الثاني البديل لتجزئة السوق على تكاليف البرنامج وقدراته، وكلاهما يزيد بصورة منتظمة من خرائط استهلاكية أساسية إلى رسم الخرائط استعانة بالحاسوب المنضدي، ونظام المعلومات الجغرافية بمساندة الحاسوب المنضدي (الذي يسمح بخلق البيانات والتحليل البسيط)، ونظام المعلومات الجغرافية الوظيفي الكامل للمحترفين.

الشكل ثانياً – ٢ تجزئة سوق نظام المعلومات الجغرافية

(عن راجاني، ١٩٩٦)



٢ – ١٣ قد لا يدرك الكثيرون من المستعملين الاحتمالات الكاملة لبيانات التعداد. ونظراً لأن معلومات التعداد – تقليدياً – كانت في معظم الأحوال تعد في شكل مجاميع كبيرة جداً في منشورات مطبوعة، فإن كثيرين من المستعملين الذين قد يستفيدون من الإحصاءات التفصيلية الخاصة بالمناطق الصغيرة في شكل رقمي ليست لديهم خلفية تمكنهم من تصور ما يمكن أن تساعدهم به هذه البيانات في عملهم. وقد تساعد الحلقات الدراسية الواسعة النطاق والمنشورات التي يقدمها مكتب التعداد أو يتعاقد على تقديمها والتي تركز على استخدام البيانات في زيادة قاعدة المستعملين، وبالتالي تزيد من الفوائد غير المباشرة للتعداد. ويعتبر دليل مستعملي التعداد (Openshaw, 1995) الذي

يغطي تعداد عام ١٩٩١ للمملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وآيرلندا الشمالية مثالاً طيباً لمثل هذا المنشور.

٢ – ١٤ نقدم أدناه قائمة بفوائد الفعالية التي يمكن أن يحققها مستعملو البيانات، وإلى حد ما، وكالة التعداد أيضاً. وبعض هذه الفوائد فقط هو الذي يمكن تقديره كمياً من حيث الاقتصاد في الوقت أو المال أو زيادة الإنتاجية (انظر أيضاً Nordisk Kvantif, 1987 and 1990). غير أن الفوائد في معظم الأحيان غير مباشرة بدرجة أكبر. فمثلاً، قد لا يقتصد العرض البصري بالضرورة من الوقت أو المال، بل قد يؤدي إلى تبصر وفهم أفضل، وبالتالي إلى تحسين اتخاذ القرارات.

التحليل المحسن

إن الغرض من البيانات الإحصائية التي يجمعها مكتب التعداد وينشرها هو دعم تخطيط واتخاذ القرارات في البلد. وتوفر الخرائط المواضيعية التي تبنى على الإحصاءات المستمدة من التعداد أساساً تحليلياً لنطاق واسع من تطبيقات السياسة العامة. وبالإضافة إلى الجداول والرسوم البيانية الإحصائية توفر الخرائط بعداً إضافياً لتحليل البيانات يقربنا خطوة من رؤية الأنماط والعلاقات المعقدة التي تميز مشكلات التخطيط والسياسة في عالم الواقع.

مثلاً، قد يدل تجمع نسبة وفيات عالية بين الأطفال في عدد من مناطق العد على حالة بيئية أدت إلى هذا النمط. وقد تشير معدلات الخصوبة الأعلى في مجموعة أخرى من المناطق إلى تفضيل ثقافي لتكوين الأسر الكبيرة العدد. ويمكن استخدام هذه المعلومات لتعديل برامج تنظيم الأسرة الموسعة. كما يدعم العرض البصري تحليل التغير وهو تحليل هام في رصد المؤشرات الاجتماعية. ومن شأن هذا بدوره أن يؤدي إلى تقدير أفضل للاحتياجات. وباختصار، فإن إتاحة المعلومات الإحصائية وغيرها في شكل إسناد مكاني والوظائف التي يوفرها نظام للمعلومات الجغرافية يمكن أن تتيح تحليلات كانت في السابق من ارتفاع التكاليف مما يعوق أداءها أو كان يستحيل أداؤها.

وضع السياسة المحسنة

يتعيّن أن يؤدي التحليل المحسن إلى إعداد السياسة بصورة أفضل. فمثلاً، تفيد قواعد البيانات الإحصائية لنظام المعلومات الجغرافية في اختيار المواقع للخدمات العامة مثل المستشفيات أو وحدات إطفاء الحرائق أو المدارس، أو في تقييم سيناريوهات التخطيط المختلفة. ويمكن استخدام طبقات بيانات نظام المعلومات الجغرافية المساعدة بالإضافة إلى البيانات الإحصائية الخاصة بالمناطق الصغيرة لاستهداف التدخلات لتخفيف الفقر أو لتخفيض عدم التوازن الاقتصادي في البلد.

ويمكن استخدام نظام المعلومات الجغرافية إلى جانب النماذج الإحصائية أو نماذج المحاكاة لإعداد السيناريوهات التي تجيب عن السؤال: ''ماذا لو؟'' وتدعم قرارات تخصيص الموارد. فمثلاً، بعد تقدير علاقة الاقتصاد المتري بين بعض المؤشرات موضع الاهتمام وعدد من المتغيرات التفسيرية التي يمكن أن تتأثر بالسياسات، يمكننا أن نقدر تأثير عدد من السياسات المختلفة (مثل زيادة معيّنة في إنفاق الفرد على التعليم) على القرى أو مناطق العد. ويتيح نظام المعلومات الجغرافية لنا أن نضع النتائج في منظور مكاني وأن نقرر الموضع الذي يكون فيه التأثير أعظم. وهذا بوضوح يشجع على اتباع نهج تفصيلي بالنسبة لتحليل السياسة. فبدلاً من النظر فقط إلى التأثيرات الشاملة، يكون التركيز على استهداف المناطق الأكثر احتياجاً.

التقاسم المحسن للبيانات

يتعيّن أن يؤدي تحويل البيانات إلى الشكل الرقمي إلى التنسيق المحسن وتقاسم البيانات بين الوكالات الحكومية (Batty, 1992). ومن شأن تشارك البيانات أن يؤدي أيضاً إلى تحسين اتساق المنتجات المشتقة التي تعدها منظمات أخرى. ولتحقيق هذه الفوائد يتعيّن التوصل إلى اتفاقات تعاونية بين الوكالات الشريكة داخل الحكومة. ويجب أن تغطي مثل هذه الاتفاقات أي حسابات للتكاليف قد تكون لازمة، كما يجب أن تغطي قضايا صيغ البيانات ومعايير الدقة وتحديد المحتويات.

الانتشار المحسن

هناك فائدة أخرى يجب عدم الإقلال من شأنها وهي حقيقة أن عروض الرسوم البيانية للبيانات عادة ما تكون أكثر جاذبية وتولد اهتماماً أكبر من جداول الأرقام وحدها. ومن بين الأسباب الرئيسية لنجاح نظام المعلومات الجغرافية هو بلا شك قوة خرائطه الجميلة. ويمكن أن يساعد هذا أيضاً في إتاحة الوصول إلى أعمال أي مكتب إحصائي بدرجة أكبر، وتحسين الانتشار ورفع مستوى الوعي بفوائد القيام بالتعدادات.

٣ - العوامل الحاسمة للنجاح

٢ - ١٥ بالإضافة إلى التكاليف الواضحة التي يمكن تقديرها كمياً لأي مشروع لنظام المعلومات الجغرافية، هناك عدد من العقبات التي قد تسبب فشل المشروع أو عجزه عن تحقيق إمكانياته الكاملة. وترتبط مثل هذه المشكلات في معظمها بانعدام التخطيط، واختيار المعدات والبرمجيات غير المناسبة، والوقوع في أخطاء تنظيمية متباينة. ويمكن أن تكشف الدراسة الاستقصائية لمشروعات نظام المعلومات الجغرافية عن مجموعة من الخواص التي تتشاركها تطبيقات نظام المعلومات الجغرافية الناجحة. ويشير انعدام هذه العوامل، بدورها، إلى الأسباب المحتملة لفشل مثل هذه المشروعات. وقد عدلت القائمة التالية ووسعت من جونسون (١٩٩٧):

١ - شخص رئيسي لترويج إنشاء نظام المعلومات الجغرافية داخل المنظمة.

٢ - دعم الإدارة العليا.

٣ - قرار للاستثمار في نظام المعلومات الجغرافية يبنى على الحاجة وتدفعه المشاكل بدلاً من التكنولوجيا.

٤ - تخطيط استراتيجي وتشغيلي وإداري تفصيلي يقوم على أساس التقدير الواقعي للتكاليف والجهود التي يشملها المشروع.

٥ - أهداف واضحة تحدد لإدارة نظام المعلومات الجغرافية.

٦ - توفير التعليم والتدريب على نظام المعلومات الجغرافية للموظفين والإدارة الذين يتأثرون بالمشروع.

٧ - استمرارية العاملين وهي القدرة على الاحتفاظ بالأعضاء المهرة في هيئة العاملين.

٨ - عدم النظر إلى نظام المعلومات الجغرافية على أنه إضافة مستقلة، بل على أنه جزء لا يتجزأ من استراتيجية إدارة المعلومات الشاملة.

٩ - استكمال تقدير احتياجات المستعملين وتحديد مسبق لمنتجات المخرجات.

١٠ - إعداد اتفاقات تعاونية مع أطراف أخرى مهتمة بالموضوع.

١١ - جدول واضح للتطبيق.

١٢ - خطة تمويل محددة للمدى الطويل تشمل استراتيجيات لتغطية التكاليف وتحديد أسعار البيانات.

١٣ - تقدير تقديم لتكاليف الصيانة والتكاليف المصاحبة.

١٤ - إجراءات تشغيلية صريحة ترشد استخدام مرافق نظام المعلومات الجغرافية.

١٥ - إجراءات راسخة لرقابة النوعية/ضمان النوعية.

١٦ - مواصفات ومتطلبات ومقاييس مرجعية للتعامل بفعالية مع البائعين والمقاولين.

١٧ - عقود كتابية جيدة التحديد مع البائعين والمستشارين والشركاء والعملاء داخل وخارج الحكومة.

١٨ - استكمال مشروع أوّلي تجريبي لاختبار مناسبة المعدات والبرمجيات والإجراءات.

١٩ - معالم مرحلية متكررة وتسليم منتجات المخرجات لتشجيع الالتزام بالإطارات الزمنية المحددة مسبقاً.

٢٠ - توسيع النطاق والتسويق بما في ذلك تحقيق نجاحات ينشر عنها.

جيم - تخطيط العملية الخرائطية للتعدادات

١ - عرض عام

٢ - ١٦ يتناول القسم الحالي المهام التنظيمية الأوّلية في مشروع لرسم خرائط التعداد وقضايا التصميم البالغة الأهمية التي تقرر طبيعة قواعد البيانات المنتجة، ومن ثم نطاق التطبيقات التي ستدعمها هذه القواعد. ويتوقف نجاح العملية الفعلية لتحويل البيانات على وجود بيئة مؤسسية مصممة جيداً واستراتيجية تشغيل جيدة التخطيط. وتنقسم خطوات التخطيط هنا إلى قضايا مؤسسية مثل تعيين الموظفين والتعاون مع الوكالات الأخرى، وتحديد جغرافية التعداد وتصميم قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية. وكما هو مبين في الشكل ثانياً - ٣، تنفيذ هذه المراحل متزامن إلى حد ما، وتتوقف الاختيارات الكثيرة أيضاً على الاستراتيجية المختارة لتحويل البيانات.

الشكل ثانياً – ٣ مراحل تخطيط العمل الخرائطي للتعداد

٢ – تقدير الاحتياجات وتحديد خيارات رسم الخرائط

(أ) تقدير احتياجات المستعملين

٢ – ١٧ من الخطوات الأولى في مشروع رسم خرائط التعداد تقدير الاحتياجات التفصيلية تعقبه دراسة الخيارات الملائمة لرسم خرائط التعداد. ويتعيّن على وكالة رسم خرائط التعداد عندئذ أن توفق بين توقعات المستعملين والموارد الملائمة المتاحة.

٢ – ١٨ تتطلب عملية التخطيط الناجح للتعداد استشارات موسعة مع المستعملين الرئيسيين للمعلومات التي ستنتج في التعداد. ويجب أن تكون هذه العملية جزءاً أصيلاً من البرنامج العام للاستشارات الخاصة بالتعداد (انظر الأمم المتحدة، ١٩٩٨، تناقش الفقرتان ١ – ٧٣، و١ – ٧٦ هذه القضايا بالتفصيل). ومع ازدياد الطلب على بيانات التعداد المسندة مكانياً، سوف يكون للاستشارات المتعلقة بمنتجات رسم الخرائط دور أكثر بروزاً في هذه العملية. ولهذا يجب إدخال المؤسسات التي تستخدم الخرائط الإحصائية في اللجان الاستشارية التي تقدم مدخلات في عملية تخطيط التعداد.

٢ – ١٩ طبقاً للأمم المتحدة (١٩٩٨)، يجب على مكتب التعداد أن يستشير ثلاث مجموعات رئيسية في مراحل التخطيط:

(أ) مستعملي المنتجات الخرائطية للتعداد. وهؤلاء يأتون بصفة رئيسية من إدارات حكومية أخرى ومن الباحثين الأكاديميين والقطاع الخاص؛

(ب) الأشخاص والمؤسسات المشتركة في عمليات التعداد. فمن أجل الحصول على معلومات كاملة عن الموارد والاختناقات المحتملة، يجب أن تقوم وكالة رسم خرائط التعداد بدراسة استقصائية مكثفة للموارد البشرية المتاحة في البلد، والمعدات المتاحة التي يمكن استخدامها، والمنتجات المتوفرة من النوعين الرقمي والقياسي والنشاطات الجارية أو المخططة لرسم الخرائط من جانب مؤسسات عامة وخاصة أخرى. ويعتبر تجنب تكرار الجهود عاملاً رئيسياً لتخفيض تكاليف رسم خرائط التعداد وتسليم منتجات التعداد الخرائطية في حينها؛

(ج) الجمهور العام. غير أنه نتيجة لسهولة الوصول إلى الحواسيب والاطلاع على الإنترنت على خيارات رسم الخرائط، يصبح المستعملون الخاصون أيضاً مجموعة هامة من المستعملين. فمثلاً، قد يرغب المواطنون في الحصول على معلومات إحصائية عن أحيائهم أو أحياء يعتزمون الانتقال إليها. ونتيجة للتغيرات السريعة الحالية في التكنولوجيا، يتعيّن على مكتب التعداد أن يخطط بحرص توقع الطلب على البيانات الذي لم يكن قائماً في اليوم الأسبق وقد لا يظهر اليوم ولكن قد يصبح شائعاً غداً.

(ب) تحديد نواتج المخرجات

٢ – ٢٠ تحدد احتياجات المستعملين نطاق نواتج المخرجات التي يلزم استكمالها في نهاية دورة رسم خرائط التعداد. وقد تشمل المنتجات التي تنتجها وكالة لرسم خرائط التعداد والتي تناقش بتفصيل أكبر في الفصل الثالث:

- مجموعة من الخرائط الرقمية لمناطق العد تستهدف تمكين إنتاج نواتج المخرجات التي ستنتشر إلى الإدارات الحكومية والجمهور العام؛
- ملفات الحدود الجغرافية لكل وحدات الإبلاغ الإحصائية التي ستعد لها جداول مؤشرات التعداد؛
- قوائم كل وحدات الإبلاغ الإحصائية والإدارية بما في ذلك البلدات والقرى؛
- ملفات التكافؤ الجغرافي التي تبيّن الصلة بين وحدات الإبلاغ الحالية وبين تلك التي استخدمت في تعدادات سابقة أو الصلة بين مجموعة من وحدات الإبلاغ ومجموعة أخرى؛
- القوائم الفهرسية للشوارع لجميع المناطق الحضرية الرئيسية؛
- ملفات المراكز المتوسطة التي توفر الإسناد الجغرافي الثابت الممثل لكل وحدة إبلاغ؛
- ملفات المعاجم الجغرافية التي توفر الإحداثيات الجغرافية لكل المستوطنات وغيرها من المعالم الجغرافية الهامة في البلد.

٢ – ٢١ تعتبر متطلبات المستعملين أهم العوامل الحاسمة في تصميم رسم خرائط التعداد. غير أنه يجب أن يوزن بينها وبين الموارد المتاحة. وتحدد عوامل أخرى متباينة اختيار استراتيجية رسم الخرائط. ومنها ما يلي:

- الموارد المالية والبشرية المتاحة؛
- منتجات الخرائط الرقمية والقياسية القائمة؛
- درجة التكامل بين وكالة رسم الخرائط والوكالة الإحصائية في البلد؛
- القدرات التقنية في مكتب الإحصاء وفي الوكالات المتعاونة؛
- المفاضلة بين استخدام التكنولوجيا الذي قد يتطلب صرفاً أجنبياً ويؤدي إلى الاعتماد على التكنولوجيا الخارجية، وزيادة استخدام العمالة التي تعتمد على تكنولوجيا منخفضة المستوى التي قد تُنشّط بصورة مفيدة الاقتصاديات المحلية؛
- حجم البلد؛
- الإطار الزمني المتاح لتخطيط وتنفيذ عملية رسم خرائط التعداد.

(ج) خيارات رسم الخرائط

٢ – ٢٢ تبدأ البلدان المختلفة جهود رسم خرائط تعداداتها من أساس مختلف من المعلومات، والميزانيات، والقدرات التقنية القائمة والإطار الزمني القائم. لهذا، يوجد تعدد للمسارات نحو تحقيق قاعدة بيانات خرائطية رقمية كاملة لأغراض جمع بيانات التعداد ونشرها. وفيما يلي قائمة جزئية بالخيارات المتاحة، مرتبة حسب زيادة تعقيدها:

- إنتاج خرائط رقمية أوّلية على أساس الخرائط الكروكية القائم؛
- خرائط عد مسندة جغرافياً يمكن دمجها بصورة سليمة بقواعد بيانات جغرافية رقمية أخرى؛
- إدخال طبقات مرجعية جغرافية، تبيّن مثلاً الطرق، والأنهار، ومعالم أخرى. ويمكن إدخال هذه كتصاوير بسيطة من خرائط استنسخت بالماسحات الضوئية أو صممت كقاعدة بيانات متجهات مهيكلة؛
- عنوان بريدي رقمي حيث تُواءم العناوين آلياً أو شبه آلي مع قواعد بيانات الطرق الرقمية؛
- قاعدة بيانات رقمية لوحدات سكنية محددة المواقع بدقة بمساعدة أنظمة تحديد المواقع الجغرافية.

٢ – ٢٣ القائمة المبيّنة أعلاه أعدت لغرض التوضيح. وتُناقش كل هذه القضايا بالتفصيل في بقية الدليل. وتتألف أفضل استراتيجية رسم خرائط التعداد لبلد من نهج معد خصيصاً بحيث يراعي احتياجات البلد وموارده. ونظراً لأن النهج من نوع التدرج خطوة خطوة ليس إذن مناسباً، فإن الدليل الحالي سيناقش نطاق الخيارات التقنية والإدارية المتاحة. ومنها يجب على مكتب التعداد أن يختار المجموعة الفرعية من المناهج والإجراءات التي تناسب على أفضل وجه احتياجات البلد.

٣ – القضايا المؤسسية في إعداد برنامج لرسم الخرائط الرقمية

(أ) تعيين الموظفين والمسؤوليات ومتطلبات التدريب

٢ – ٢٤ تعتبر هيئة الموظفين الذين يتوفر لديهم الدافع والمدرّبين جيداً عنصراً رئيسياً يقرر نجاح أو فشل مشروع لرسم خرائط التعداد

رقمياً. وتتشابه أهداف مشروع لرسم خرائط التعداد سواء كان إنتاج الخرائط باليد أو بمساعدة الحاسوب. غير أن استخدام الحواسيب يتطلب عدداً من المهارات الجديدة بين العاملين في رسم خرائط التعداد، حيث إن المنتجات المتماثلة تتم باستخدام مناهج مختلفة (انظر Broome and others, 1995). وبالإضافة، تفيد قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية في أغراض كثيرة أخرى. وهكذا من المحتمل أن يلبي مكتب التعداد الطلبات الإضافية على المنتجات والخدمات التي لم تكن متاحة من قبل. ولهذا يجب على كل عضو في هيئة العاملين في رسم خرائط التعداد أن يكون على درجة من المعرفة بالحاسوب.

٢ – ٢٥ للكثير من الخبرة المطلوبة في النهج التقليدي لرسم خرائط التعداد يدوياً صلة أيضاً بالنسبة لمشروع رسم الخرائط الرقمية. فبدلاً من إبدال المهارات القائمة بصورة كاملة، يتطلب نهج رسم الخرائط الرقمية خبرة إضافية في طرق الحواسيب. ولهذا، فإن القليل نسبياً فقط من خبرة راسمي الخرائط والجغرافيين هي التي تعتبر بالية. غير أن الطلب على مهاراتهم الوظيفية يزداد. مثلاً، لم يعد راسمو الخرائط المدرّبون تقليدياً يحتاجون إلى الإلمام ببعض المناهج الخاصة بإعداد الخرائط يدوياً مثل النقش أو النسخ السالب أو الرسم بالقلم الحبر أو الرصاص. بل سوف يقدرون، بعد تدريب على طرق الحاسوب على استخدام خلفياتهم في تصميم الخرائط والاتصال الخرائطي لإنتاج خرائط لمناطق العد مصممة جيداً أو خرائط مواضيعية باستخدام نظام للمعلومات الجغرافية أو برنامج لرسم الخرائط بالاستعانة بالحاسوب المنضدي. ومن الأسهل غالباً تدريب أخصّائي موضوع على مناهج الحاسوب بالمقارنة بتدريب خبير حاسوب في مجال التطبيقات الجوهرية.

٢ – ٢٦ تقدم الفقرات التالية لمحات مختصرة عن المهام المتطلبة من الموظفين في مشروع لرسم خرائط التعداد الرقمية. وقد يقدر الموظفون في مكتب تعداد أنفسهم على أداء عدة مهام من هذا النوع حسبما يتطلب الأمر في المراحل المختلفة من مشروع التعداد.

٢ – ٢٧ التخطيط. في المراحل المبكرة من المشروع، يتعيّن تكوين مجموعة من الناس الذين سيتولون وضع الاستراتيجية الشاملة لرسم خرائط التعداد الرقمية. ويتطلب هذا أناساً مدرّبين في الجغرافيا ونظام المعلومات الجغرافية وتطبيقات الحاسوب، ولديهم خبرة في رسم خرائط التعداد. وبالإضافة إلى العاملين في مكتب التعداد، يمكن أن تضم مجموعة التخطيط ممثلين من وكالة رسم الخرائط الوطنية وغيرها من المنظمات الحكومية الأخرى المهتمة بالموضوع، ومجموعات مستعملي البيانات أو المستشارين الخارجيين. ويجب أن يشترك المستشارون التقنيون من منظمات إحصائية وطنية في بلدان تحوّلت بالفعل إلى رسم خرائط التعداد رقمياً أو من منظمات دولية في عملية التخطيط حيث إن بإمكانهم أن يقدموا إسهامات مفيدة.

٢ – ٢٨ قيادة المشروع. يرأس مدير مشروع رسم خرائط التعداد عملية التخطيط. وهو يشرف أيضاً على تطبيق استراتيجية رسم خرائط التعداد الرقمية. ويجب أن تتوفر لمدير المشروع خلفية في الجغرافيا أو علم الحاسوب أو في مجال مشابه، على أن يكون قد تلقى تدريباً في نظام المعلومات الجغرافية ورسم الخرائط الرقمية. ومن المرغوب فيه بدرجة كبيرة أن تكون له خبرة في رسم خرائط التعداد، وهو ما يمكن أن يتحقق مثالياً من عد سابق في البلد. وتعتبر الخبرة في مجال الإدارة أو التدريب في هذا المجال ضرورياً للإشراف على وضع الميزانية وإدارة الأفراد وجداول مهامهم. وتسهل مهارات الاتصال الخبيرة التعاون مع أجزاء أخرى لمشروع التعداد والوكالات المتعاونة. وعلى مدير المشروع أيضاً أن يتابع الجديد في تطورات نظام المعلومات الجغرافية واتجاهاته، ويجب أن يكون مستعداً لتعديل استراتيجية رسم خرائط التعداد إذا تغيّرت الظروف أو أُتيحت حلول أفضل.

٢ – ٢٩ تحويل بيانات نظام المعلومات الجغرافية. نظراً لأن سيكون أخصّائي تحويل البيانات مسؤولين عن التطبيق الفعلي لتحويل معلومات الخرائط إلى شكل قاعدة بيانات رقمية، فإنه يجب أن يكونوا مدرّبين على مناهج نظام المعلومات الجغرافية ذات الصلة، مثل عملية التحويل الرقمي، والاستنساخ البصري بالماسحات الضوئية، والتنقيح، وقواعد بيانات نظام المعلومات الجغرافية وإعداد قاعدة بيانات الخصائص وذلك باستخدام أنظمة إدارة قواعد البيانات العلاقاتية. ويجب أن يقرر أخصّائيو تحويل البيانات أكثر الطرق كفاءة لإعداد قاعدة البيانات الرقمية والإشراف على الموظفين التقنيين.

٢ – ٣٠ التصميم الخرائطي. يتحمل راسمو الخرائط مسؤولية تصميم كل المنتجات الخرائطية، بما في ذلك خرائط مناطق العد، والخرائط الإشرافية والخرائط المواضيعية لنتائج التعداد. ويجب أن تتوفر لهم خلفية في مجال تصميم الخرائط، واتصالات الخرائط، وأن يكونوا مدرّبين في مجال نظام المعلومات الجغرافية ورسم الخرائط الرقمية. ويتمتع رسامو الخرائط تقليدياً بمعظم المهارات المطلوبة، ولكن يجب أن يحصلوا على التدريب الكاف على طرق الحاسوب.

٢ – ٣١ العمل الميداني. تغيّرت متطلبات العمل الميداني الخاص برسم خرائط التعداد مع تغير المناهج المستخدمة لإنتاج الخرائط الرقمية. وحيث إن الأنظمة العالمية لتحديد المواقع قد أصبحت أداة أساسية لجمع البيانات الميدانية، فإنه يتعيّن على العاملين الميدانيين الآن أن يحصلوا على التدريب في مجال تشغيل هذه الأنظمة ومن المحتمل كذلك على استخدام الحاسوب الخفيف المستخدم في ترحيل البيانات وعرضها في الميدان. وفيما لا تكون الخلفية في الجغرافية أو الدراسات الاستقصائية المساحية ضرورية، إلاّ أنه يجب أن يحصل العاملون في الميدان على تدريب حول استخدام الأدوات الجديدة بصورة سليمة.

٢ – ٣٢ تحويل الخرائط إلى شكل رقمي. يعتبر تحويل الخرائط رقمياً عمل متكرر للغاية. ويمكن أن يكتسب المعرفة التقنية بطريقة أدائه بسرعة نسبية أشخاص لم يحصلوا على تدريب مهني في الجغرافية أو في ميدان مماثل. غير أن التحويل الرقمي للخرائط يتطلب تركيزاً جيداً واهتماماً بالتفاصيل وفهماً جيداً لتكوين قواعد البيانات الجغرافية الرقمية. ويجب أن يحصل أيضاً أفضل العاملين أداءً في مجال تحويل الخرائط إلى شكل رقمي على تدريب على مناهج رقابة النوعية/ضمان النوعية.

٢ – ٣٣ إدارة الأنظمة. يتوقف استكمال مشروع رسم خرائط التعداد الرقمية في حينه على التشغيل الميسر لمعدات الحاسوب. ويكون مدير الأنظمة مسؤولاً عن صيانة معدات الحاسوب وأنظمة البرامج بهدف الإقلال إلى أدنى حد من الوقت الضائع بسبب العطل، ودعم العاملين في مجال رسم خرائط التعداد وضمان أمن البيانات (مثلاً، تكوين احتياطي للبيانات). وحتى لو لم يشترك مديرو الأنظمة مباشرة في نشاطات رسم خرائط التعداد، فإنهم أعضاء حيويون في فريق رسم الخرائط، حيث إن كل جانب من العمل تقريباً يتوقف على نظام حاسوبي يؤدي وظيفته جيداً. ويمكن أن يغطي العاملون في مجال دعم الحاسوب العام في الوكالة، في بعض الحالات، مهمة إدارة أنظمة الحاسوب للفرع الجغرافي بمكتب التعداد.

٢ – ٣٤ متطلبات خاصة. استناداً إلى استراتيجية رسم خرائط التعداد التي يتم تبنّيها، قد يلزم وجود بعض الخبرة الإضافية في جهاز رسم خرائط التعداد. فمثلاً، إذا كان تحديث خرائط التعداد يؤدي إلى استخدام كبير لمنتجات الاستشعار من بعد، يجب أن تشمل هيئة العاملين محلّلاً مدرّباً على تحليل الصور الرقمية. ومن الخبراء الآخرين الذين يتطلبهم الأمر مشغلون لنظام الاستنساخ البصري بالماسحات الضوئية لحجم كبير من الخرائط، أو أعضاء في هيئة العاملين لهم خبرة في أنظمة برمجيات إدارة قواعد البيانات وبرمجة الحاسوب. ومثل هذه المهارات تفيد في تطوير قواعد البيانات الفرعية وفي أي تعديلات خاصة في أنظمة البرمجيات لتناسب الاحتياجات الخاصة.

٢ – ٣٥ مستويات التدريب. في الكثير من البلدان ربما يوجد نقص في خبراء نظام المعلومات الجغرافية المدرّبين الذين يمكن تعيينهم على أساس دائم أو مؤقت لمشروع رسم خرائط التعداد. لهذا يجب على مكتب التعداد أن يقيّم خيارات التدريب كي يضمن أن يمتلك العاملون الحاليّون والجدد المعرفة المناسبة اللازمة لإنهاء المشروع بنجاح. وعادة ما لا يجد العاملون المدرّبون على المناهج الجغرافية التقليدية، الذين يلمّون ببعض المعرفة عن الحاسوب، صعوبة كبيرة في تبنّي المناهج الرقمية بعد التدريب. ويتطلب الأمر أنواعاً مختلفة من التدريب لأغراض متباينة:

- يجب أن تنظم حلقات دراسية قصيرة لرفع مستوى الوعي ببرنامج رسم خرائط التعداد الرقمية لكل العاملين في مكتب التعداد بمن فيهم العاملون في أقسام أخرى. وسوف يعزز هذا من دمج مشروع رسم خرائط التعداد الرقمية في العملية الشاملة للتعداد. ومن شأن الاستخدام الأفضل لمنتجات رسم خرائط التعداد من جانب فروع أخرى لمكتب التعداد تحقيق منفعة أخرى من النشر الواسع النطاق للمعلومات. ويمكن لمدير المشروع أن لفريق أخصائي رسم خرائط التعداد أن ينظموا مثل هذه الحلقات الدراسية.
- يمكن أن يشمل التدريب على المهام المتكررة مثل تحويل الرسومات إلى شكل رقمي أو تنقيح حلقات دراسية داخلية قصيرة يليها تدريب أثناء العمل. ويجب فحص منتجات العاملين الجدد بدقة كبيرة لمعرفة ما إذا كانوا يحتاجون إلى إرشادات أو تدريب إضافي أو احتمال إعادة تكليفهم بمهام أخرى.
- يجب أن يحصل العاملون الجغرافيون الرئيسيون المشتركون في رسم خرائط التعداد على تدريب إضافي على نظام المعلومات الجغرافية ومناهج رسم الخرائط بشكل رقمي. ونظراً لأن التدريب مكلّف، فإنه يجب أن يرسل فقط الأعضاء الدائمون في هيئة العاملين إلى فصول دراسية تنظمها الجامعات، أو البائعون أو منظمات أخرى في البلد أو في الخارج. ويجب أن يقوم الأفراد الذين يدربون بهذه الطريقة بدور رئيسي في تعريف وتدريب عاملين إضافيين. ويمكن تدريب عدد كبير من الناس باتباع نهج ''تدريب المدرّبين'' المتدرج هرمياً والذي يناسب بصفة خاصة نهجاً لا مركزياً في رسم خرائط التعداد.
- تتطلب تطبيقات المناهج المتخصصة مثل معالجة الصور الرقمية أو التطبيقات المتقدمة لقواعد بيانات الحاسوب عادة درجة مهنية أو خبرة عملية معادلة. وإذا لم يكن بالاستطاعة تعيين عاملين مناسبين، فإنه يجب على مكتب التعداد أن ينظر مقدماً وفي وقت مبكر من مشروع رسم خرائط التعداد في إرسال عضو بهيئة العاملين إلى جامعة للتدريب. وتتخصص عدة جامعات ومراكز للتدريب في جميع أنحاء العالم الآن في تقديم مناهج دراسية مهنية لمدة عام أو عامين تمنح بعدهما درجة جامعية حول نظام المعلومات الجغرافية والاستشعار من بعد والمناهج المتصلة بها.

(ب) التعاون بين المؤسسات

(١) ضمان التوافق مع الإدارات الحكومية الأخرى

٢ – ٣٦ في بلدان كثيرة، تنتج وكالات حكومية عديدة قواعد بيانات جغرافية رقمية. وتستخدم وكالات رسم الخرائط الوطنية بصورة متزايدة مناهج رقمية كاملة في عملية رسم الخرائط بأكملها. ولكن إدارات حكومية أخرى تشمل وحدات النقل، والصحة، والبيئة، والمصادر المائية تستخدم أيضاً نظام المعلومات الجغرافية لإدارة المعلومات التي تجمعها وتستخدمها للتحليل والتخطيط. فمثلاً،

أدركت شركات القطاع الخاص في قطاعات المرافق والاتصالات اللاسلكية والتعدين مزايا إدارة احتياجاتها من المعلومات في شكل جغرافي رقمي.

٢ – ٣٧ يتطلب مستعملون عديدون داخل وخارج الوكالات الحكومية الوصول إلى هذه القواعد للبيانات الجغرافية الأساسية. ويحتاج الكثيرون من هؤلاء المستعملين إلى الوصول إلى عدة قواعد بيانات أو إلى استخدام طبقة بيانات جغرافية عادية كجدول جاهز، وذلك لجمع بياناتهم المكانية الخاصة. وتسمّى طبقات البيانات العادية هذه، التي توفر الأساس للكثير من نشاطات رسم الخرائط وجمع البيانات، بيانات الإطار (FGDC, 1997a؛ وRhind, 1997). وفي الولايات المتحدة – على سبيل المثال – تتلخص طبقات البيانات الأساسية التي تشكل إطار البيانات المكانية الوطني فيما يلي:

- الرقابة الجيوديسية – نظام لنقاط الرقابة الجغرافية المحددة بدقة يقوم بدور المرجع بالنسبة لكل نشاطات رسم الخرائط في البلد، ويشار إليه أيضاً بصورة متكررة بالمقاييس المرجعية؛
- الصور الفوتوغرافية العمودية – صور ملتقطة من الجو أو صور حادة الوضوح التقطتها السواتل وعولجت بحيث تكفل لها نفس الدقة الهندسية التي تتميز بها الخرائط الطبغرافية؛
- الارتفاع؛
- النقل – بنية أساسية تستخدم لنقل الناس أو السلع؛
- الهيدروغرافية – معالم المياه السطحية، ويمكن أن تكون هذه طبيعية مثل الأنهار والبحيرات أو مصطنعة مثل القنوات؛
- الوحدات الحكومية؛
- المعلومات المساحية – سجل رسمي للحقوق والمصالح في ملكية الأراضي.

٢ – ٣٨ يمكن إضافة طبقات بيانات أساسية أخرى مثل أنواع التربة، والمناطق النباتية ومعلومات خاصة بالتخطيط إلى هذه القائمة. وأكثر الأشياء ارتباطاً بمكتب التعداد هي الوحدات الحكومية، حيث إنه يلزم أن يكون هناك اتساق بين مناطق العد والحدود التي تشكل التسلسل الهرمي الإداري في البلد. غير أن طبقات البيانات مثل النقل والهيدروغرافية هامة أيضاً لرسم خرائط التعداد، حيث إن الطرق والأنهار تشكل حدوداً طبيعية لمناطق العد. وعلى العكس من ذلك، فإن حدود مناطق العد بمعلومات التعداد مصدر بيانات هام لمنظمات حكومية وأهلية أخرى. فيتطلب تحليل القطاع الصحي – على سبيل المثال – معلومات تفصيلية عن السكان الذين يتعرضون للخطر. ويحتاج تخطيط قطاع النقل إلى بيانات جاهزة لخدمات النقل العام. وتحتاج مرافق القطاعين العام والخاص إلى أن تعرّف مواقع تقديم قدرة زائدة من الكهرباء أو المياه أو خدمات الاتصالات اللاسلكية.

٢ – ٣٩ ينطوي مفهوم الهياكل الأساسية للبيانات المساحية الوطنية التي تشمل قواعد بيانات نظام المعلومات الجغرافية الأساسية المسندة جغرافياً على مدلولين، فيما يتعلق بنشاطات رسم خرائط التعداد:

- يحمل مكتب التعداد مسؤولية المساهمة في الهياكل الأساسية للبيانات المساحية الوطنية بتقديم مجموعة متسقة من وحدات الإبلاغ بالبيانات تكون على اتساق مع التسلسل الهرمي الإداري ويمكن أن تربط بها المعلومات الاجتماعية – الاقتصادية وما يتصل بها. ومن أجل ضمان إدماج خرائط التعداد هذه مصادر البيانات الأخرى، يجب أن تلتزم منظمات رسم خرائط التعداد بأي معايير قائمة للبيانات الجغرافية الوطنية.
- لضمان التوافق مع مجموعات البيانات الأخرى ولتسهيل إعداد خرائط التعداد، يجب على سلطات رسم خرائط التعداد أن تتعاون تعاوناً وثيقاً مع الوكالات الحكومية الأخرى المشتركة في رسم الخرائط. وإلى جانب ضمان اتساق المعايير والتعاريف، سوف يؤدي التعاون إلى تخفيض التكاليف، لأنه يساعد في تجنب تكرار الجهود.

(٢) المعايير

٢ – ٤٠ لتسهيل تبادل البيانات بين مستعمليها، من الضروري بصورة واضحة تنسيق إعداد قواعد البيانات الجغرافية. وقد تشكلت في عدة بلدان لجان وطنية للبيانات الجغرافية لهذا الغرض، وتجمع بين الأشخاص الرئيسيين المسؤولين عن إعداد البيانات المكانية. وبالإضافة، تنشط منظمات دولية مثل منظمة المظلة الأوروبية للمعلومات الجغرافية (EUROGI) واللجنة الدائمة الإقليمية المعنية ببناء الهيكل الأساسي لأنظمة المعلومات الوطنية في آسيا والمحيط الهادئ، واللجنة الأوروبية، والمنظمة الدولية لتوحيد المقاييس (ISO) في مجال تحديد معايير البيانات الجغرافية (انظر الاتحاد المفتوح لنظام المعلومات الجغرافية GIS Consortium, 1996؛ وHeine, 1997؛ وMoelering and Hogan, 1997؛ وRhind, 1997).

٢ – ٤١ المؤسف أن هذا التعدد من المشاركين قد خلق مجموعة محيرة من التعاريف والمعايير. ولهذا من الصعب على وكالة منفردة أن تقرر أنسب الإرشادات في اختيار تعاريف المعالم الجغرافية، وصيغ البيانات، والبيانات الواصفة للبيانات، وقواعد أداء المعدات. وتناقش هذه القضايا بتفصيل أكبر في القسم (٤) أدناه.

(٣) التعاون

٢ – ٤٢ خلال عملية رسم خرائط التعداد الوطنية قد يتاح لمنظمة التعداد اختيار التعاون مع وكالات حكومية أخرى أو مع القطاع الخاص. وقد استخدم الخياران بنجاح في بلدان مختلفة. ومن بين الوكالات الحكومية تعتبر وكالة رسم الخرائط الوطنية أول نقطة اتصال طبيعية. ولكن قد تقدر وكالات أخرى على المساهمة بالموارد

أو قد تكون لها مصلحة في تقاسم تكاليف إنشاء قاعدة بيانات تعداد عالية النوعية. وبين وكالات القطاع الخاص، يمكن لبائعي البرمجيات والمعدات أن يدعموا الجانب التقني لعملية رسم خرائط التعداد، سواء بالتعاقد مع مكتب التعداد أو بوضع ترتيب بتقاسم التكاليف تسترد فيه الشركة الخاصة استثمارها عن طريق بيع قواعد بيانات التعداد المسندة مكانياً. غير أن من الجدير بالذكر، أن التعاون مع الوكالات الأخرى أمر مرغوب ولكنه ليس إجبارياً. ونظراً لأنه يجب على وكالة رسم خرائط التعداد أن تنتج قواعد خرائطية للتعداد في وقت معيّن، فإن عليها أن تتجنب الاعتماد الكامل على مورد خارجي للمعلومات الخرائطية.

٢ – ٤٣ يجب أن تبنى أية شراكة أو تعاون على تشارك النوايا وعلى اتفاق محدد جيداً. ويلزم أن تكون العناصر التالية لاتفاق التعاون أو خطاب التفاهم محدداً (معدل من FGDC, 1997a):

- إضفاء الصفة الرسمية. هل التعاون الضعيف غير المستند إلى اتفاق محدد كاف، أم أنه يجب أن تكون الترتيبات ذات صفة رسمية على مستوى عال؟ إن إعداد اتفاق تضفي عليه الصفة الرسمية بدرجة أكبر يستغرق وقتاً طويلاً، ولكنه يمكن أن يؤدي إلى تجنب الخلافات في وقت لاحق حول الحقوق والمسؤوليات فيما يتعلق بإعداد واستخدام منتجات البيانات. ولهذا، يجب التوصل، في معظم الحالات، إلى خطاب تفاهم ملزم قانونياً بين مكتب التعداد والوكالة المتعاونة، ويغطي كل الجوانب المعنية للشراكة. ومثل هذه الترتيبات التعاقدية الرسمية إجبارية عند التعامل مع المورّدين للبيانات أو الخدمات من القطاع الخاص.
- نطاق الشراكة. قد تغطي اتفاقات التعاون ببساطة استخدام بيانات وكالة أخرى، أو قد تشمل إعداد قاعدة بيانات مكانية كبيرة شاملة من العدم.
- المسؤوليات. من الذي سيؤدي المهام والوظائف وما هي هذه المهام والوظائف؟ وتشمل القضايا التي تحتاج إلى معالجة إعداد البيانات، وحفظها والوصول إليها، والإشراف على المشروع واستخدام الموارد.
- الفوائد. من الواضح أنه يجب أن تفيد الترتيبات كل المشتركين، ما لم تكن وكالة واحدة تشتري ببساطة خدمات وكالة أخرى. ومن المفيد توضيح كيف يستفيد الشركاء المختلفون من الترتيبات وذلك حتى يتم توزيع المهام والمسؤوليات بإنصاف.
- المتطلبات من الموارد. تشمل الموارد الموظفين، وعمليات الحساب، والبيئة، والمواد، والاتصالات. ويجب أيضاً أن تراعى الموارد اللازمة للإدارة والإشراف على المشروع.
- مشاركة التكاليف. يجب تقسيم أي تكاليف مباشرة وغير مباشرة ترتبط بنشاطات الشراكة بصورة عادلة. وقد لا تكون المحاسبة مباشرة حيث إن المساهمة المالية قد تكون نقداً أو تقديم بيانات، أو عمالة، أو استخدام معدات، أو بطريقة أخرى.
- استعادة التكاليف. يجب أن تشارك أية إيرادات تنتج عن توزيع المنتجات النهائية، مع مراعاة التكاليف التي نشأت عن إدارة وتشغيل توزيع البيانات. ويشمل هذا أيضاً التقرير الواضح للاستخدامات المتفق عليها لمنتجات المخرجات وحقوق نشرها.
- حل النزاعات. في حالة ظهور خلافات خلال القيام بالمشروع من المفيد إكمال فصل دراسي حول حل النزاعات مقدماً.

(٤) استراتيجيات المزاوجة

٢ – ٤٤ لا يقتصر التعاون على تَشارُك المنتجات أو الخدمات بين الوكالات في البلد. فقد طبقت بعض مكاتب التعداد آليات للتعاون مع مكاتب تعداد في بلدان أخرى. ويمكن وضع مثل هذه الترتيبات المزاوجة بين البلدان التي يتماثل مستوى مواردها واستخدامها للتكنولوجيا والأنظمة الإحصائية، أو يمكن ترتيبها كاستراتيجية مساعدة تقنية بين البلدان التي تستخدم حالياً مستوى مختلف من تكنولوجيا رسم خرائط التعداد. واستناداً إلى الموارد المتاحة، يمكن أن يغطي اتفاق تعاون تبادل الآراء من خلال زيارات وحلقات عمل منتظمة، ومشروع بحوث جماعية أو حتى الشراء المشترك أو تقاسم الموارد مثل المعدات التي لا يتطلبها الأمر على أساس مستمر، أو الخبرة الخاصة.

الإطار ثانياً – ١ التعاون بين وكالات رسم الخرائط في أستراليا

٢ – ٤٥ تقدم أستراليا مثالاً طيباً لما يمكن أن يؤدي إليه التعاون بين مختلف الوكالات الحكومية من أثر إيجابي على إتاحة البيانات الجغرافية الرقمية حتى بما يتجاوز احتياجات وكالة التعداد. وبالنسبة لتعداد ١٩٩٦ في أستراليا، عجزت وكالة رسم الخرائط الوطنية عن توفير قاعدة وطنية شاملة للخرائط الرقمية لأنها لم تفوض برسم الخرائط على نطاق أكبر في المناطق الحضرية. لهذا سهّل مكتب الإحصائيات الأسترالي تشكيل اتحاد بين وكالات رسم الخرائط في الولايات والأراضي والوكالات الفيدرالية لوضع خريطة أساسية رقمية وطنية. ويقوم هذا الاتحاد وهو وكالات القطاع العام لرسم الخرائط، بتحديث القاعدة الخرائطية الرقمية لتعداد ٢٠٠١، وقد حظي بثناء واسع على أنه يمثل أكثر التطورات الحديثة إيجابية في ميدان رسم الخرائط في أستراليا.

المصدر: Frank Blanchfield، مكتب الإحصاء الأسترالي، الاتصالات الشخصية؛ Rhind, 1997، الفصل ١٣.

(ج) المعدات والبرامجيات الخاصة بتطبيقات رسم خرائط التعدادات

٢ – ٤٦ لا يمكن اختيار معدات الحواسيب المناسبة إلاّ بعد التخطيط الدقيق لجميع الجوانب الأخرى لمشروع رسم خرائط التعداد. وتكنولوجيا المعدات والبرمجيات الحاسوبية تتطور بسرعة كبيرة حيث تطرح في الأسواق بصفة مستمرة منتجات جديدة ومحسّنة. ولهذا يجب عدم الشراء في مرحلة أبكر من اللازم، حيث هناك خطر أن تصبح المعدات أو البرمجيات عتيقة بحلول وقت استخدامها. ومعظم المعدات اللازمة لرسم خرائط التعداد معيارية بالنسبة لتطبيقات الحاسوب الأخرى أيضاً. ولهذا يمكن استخدام أجهزة الحاسوب أو شاشاته أو طابعاته التي تُشترى للأغراض الخرائطية الخاصة بالتعداد، لإدخال البيانات أو معالجتها في مرحلة لاحقة من التعداد.

٢ – ٤٧ تخدم المعدات الإضافية – أجهزة الاستنساخ بالماسحات الضوئية، والتحويل إلى أشكال رقمية، ومرسامات الصيغ الكبيرة – بصفة محددة نظام المعلومات الجغرافية وتطبيقات الرسوم البيانية الأخرى. ومن الخصائص البارزة لتطبيقات رسم خرائط التعداد حجم المواد الكبير وأهمية إتمام قاعدة بيانات خرائطية في حينه حيث إن عملية التعداد بأكملها تتوقف على هذه المنتجات الخرائطية. ولهذا فإنه يلزم عند شراء المعدات والبرمجيات أن تضمن قدرة المنتجات المختارة على أداء التطبيقات ذات الحجم الكبير، وإظهارها درجة عالية من الثقة بها والاعتماد عليها في تطبيقات لها متطلبات دقيقة مماثلة. ومن الخواص الأخرى المرغوبة سهولة الاستخدام والصيانة، حيث إن عدداً كبيراً من الموظفين الذين يشتركون في برنامج رسم الخرائط سوف يشمل الكثيرين من المستعملين الجدد للحاسوب. وتناقش عناصر المعدات في الفقرات التالية:

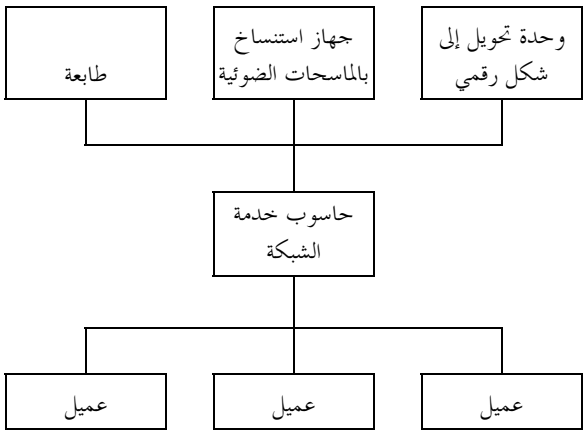
(١) الحواسيب والشبكات

٢ – ٤٨ شهدت السنوات الأخيرة تحوّلاً من محطات العمل الحاسوبية لنظام المعلومات الجغرافية التي تستند إلى نظام Unix إلى برنامج رسم الخرائط على الحاسوب الشخصي. ويمكن الآن تنفيذ التطبيقات المعقدة ذات المتطلبات الدقيقة، التي كانت تتطلب محطات عمل قوية قبل سنوات قليلة فقط، على حواسيب شخصية عادية تشتري من المحلات العامة. وقد خفض هذا بدرجة كبيرة من تكاليف تركيبات نظام المعلومات الجغرافية. كما سهل من استخدام نظام المعلومات الجغرافية، حيث إنه يمكن تشغيل البرنامج على وصلات بينية عادية في بيئة ويندوز. وفيما سيظل نظام المعلومات الجغرافية المستند إلى Unix موضع إقبال في التطبيقات الرفيعة أو كحواسيب خادمة لشبكات كبيرة من محطات عمل الحواسيب الشخصية، فإنه يمكن تلبية احتياجات معظم تطبيقات نظام المعلومات الجغرافية الخاصة بالتعدادات على حواسيب شخصية عادية.

٢ – ٤٩ من أجل تسهيل تبادل البيانات وتشارك الأجهزة الطرفية الخارجية – الطابعات، الراسمات البيانية، وحدات الاستنساخ بالماسحات الضوئية، وغيرها – يلزم ربط الحواسيب بشبكة منطقة محلية. وفي الربط الشبكي بين نظير وآخر، تسمح الحواسيب ببساطة بالوصول إلى الملفات المحلية من حواسيب أخرى. وهذا النوع من الربط الشبكي وتشارك الملفات، تقدر عليه شبكات تشغيل عادية. وأبرز نماذج الربط الشبكي هو نموذج معمارية العميل – حاسوب خدمة الشبكة (انظر الشكل ثانياً – ٤) حيث يخدم حاسوب قوي

كمستودع مركزي لأرشيف الملفات وكوسيلة ربط بالأجهزة الطرفية الخارجية. فيمكن مثلاً الوصول إلى الطابعات من حواسيب أخرى عن طريق حاسوب خدمة الشبكة. ومن شأن التخزين المركزي للملفات والبرمجيات الهامة أن يجعل الصيانة – مثل تحديث البرمجيات وإنشاء الاحتياطي – أكثر سهولة. وحواسيب العملاء هي الحواسيب الشخصية العادية التي تتميز بوحدات قوية لمعالجة البيانات وإمكانية تخزين محلي كبير للملفات. ويمكن تركيب البرمجيات العادية مثل برامج الأعمال محلياً على كل حاسوب شخصي.

الشكل ثانياً – ٤ نموذج العميل – حاسوب خدمة الشبكة

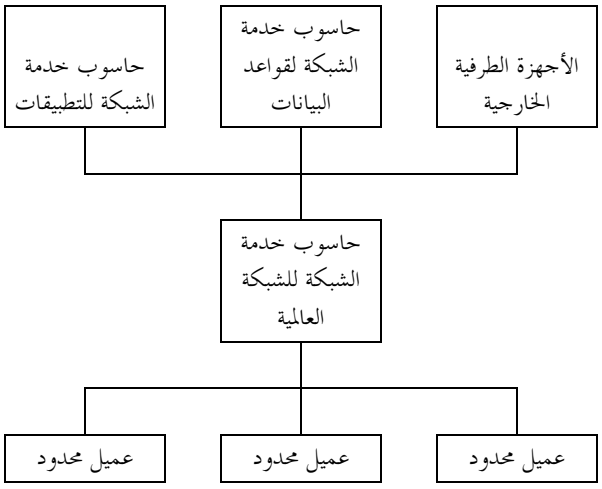


٢ – ٥٠ يزود نموذج العميل – حاسوب خدمة الشبكة – لجهاز رسم خرائط التعداد بالقدرة على تصميم بيئة حسابية متغايرة الخواص. ويمكن استخدام الحواسيب الأقدم أو الأرخص كمحطات عمل حاسوبية تقوم بالتحويل إلى الأشكال الرقمية، ولا تتطلب قوة معالجة أكبر للبيانات. ولكن إعداد قاعدة بيانات لنظام المعلومات الجغرافية وتحليلها يتطلب حواسيب أسرع. وبالنسبة لإنتاج المخرجات يمكن زيادة فعالية عدد من الآلات لتحقيق الطباعة السريعة. ويجب بطبيعة الحال وزن مزايا البيئة الحسابية المتغايرة الخواص مقابل الصيانة الأكثر تعقيداً والقدرة اللازمتين عند الربط الشبكي بين أنواع مختلفة من الحواسيب.

(٢) التطورات الحديثة في تكوين شبكات الحواسيب

٢ – ٥١ يلبي نموذج شبكة العميل – حاسوب خدمة الشبكة – الحالي الاحتياجات الحسابية لمعظم مكاتب التعداد لفترة من الوقت. ولكن ربما يكون هذا النموذج قد شهد أفضل زمانه. فتوفر تكنولوجيا الإنترنت والإنترانت ربطاً شبكياً مستقلاً وموحداً من حيث قواعد أداء المعلومات. وربما تستبدل الحواسيب الخادمة للشبكات في المستقبل بحواسيب خادمة للشبكة العالمية تحفظ الملفات والبرامج وتدير حركة الشبكة محلياً واتصالاً بالعالم الخارجي. ويلعب حاسوب خدمة الشبكة للشبكة العالمية – حاسوب خدمة الشبكة لقاعدة البيانات والتطبيقات بالنسبة لأي عدد مما يسمون بالعملاء المحدودين أو ما يسمى بحواسيب الشبكات (انظر الشكل ثانياً – ٥). وهذه في الواقع محطات عمل حاسوبية لها قوة معالجة ومساحة تخزين محدودتان. ويقوم المستعملون ببساطة بالتحميل الترحيلي للبرنامج من حاسوب خدمة الشبكة حسبما يتطلب الأمر – مثل وحدة تحويل إلى أشكال رقمية أو برنامج تصميم خرائطي – إلى جانب العناصر الضرورية لقاعدة البيانات. وتتاح عناصر لهذا النموذج الخاص بالحساب الشبكي وقت الكتابة، على الرغم من أنه لم يتم بعد تطوير أنظمة معلومات جغرافية عاملة تابعة للشبكة العالمية بوظائف المدخلات واستغلال البيانات والمخرجات الخاصة بها.

الشكل ثانياً – ٥ نموذج الحساب الشبكي



٢ – ٥٢ تتوفر خاصية الاتصال بالإنترنت بالفعل في عدد كبير من مكاتب التعداد. وتستخدم بعض هذه المكاتب الإنترنت كوسيلة اتصال رئيسية وآلية تبادل بيانات رئيسية بين المركز الرئيسي والمكاتب المحلية الموزعة في أنحاء البلد. كما توفر الإنترنت في مشروع رسم خرائط التعداد الموزع حيث يتم معظم جمع البيانات ورسم الخرائط الأساسي محلياً، وسيلة تبادل الخرائط الرقمية وما يتصل بها من البيانات الأخرى فضلاً عن التقارير والإرشادات والوثائق.

٢ – ٥٣ تعتبر الخطوة التالية من الحساب عن طريق الشبكة ''الحساب الشائع''، وفيه لا تدعم حواسيب خدمة الشبكة بالشبكة العالمية فحسب العملاء المحدودين الذين هم أساساً الحواسيب الشخصية الذين ينخفض عددهم، بل أيضاً أنواعاً من الأجهزة الأخرى. وسوف تقدر أجهزة التلفون الذكية المحمولة، والصناديق الرقمية العلوية، والوسائط المربوطة شبكياً، والأجهزة الرقمية الشخصية المساعدة وحواسيب الدفاتر على التفاعل مع حواسيب خدمة الشبكة للشبكة العالمية، وذلك باستخدام بروتوكولات عادية للإنترنت. ومن المبكر جداً التكهن بآثار ذلك بالنسبة لرسم خرائط التعداد. ولكن ليس مما لا يتصور أن يقوم العدّادون في التعدادات في المستقبل بجمع المعلومات

باستخدام أجهزة شخصية رقمية مساعدة تجمع الإحداثيات الجغرافية للمساكن آلياً، باستخدام نظام عالمي لتحديد المواقع كجزء داخلي بهذه الأجهزة. وتبث المعلومات فورياً إلى حاسوب خدمة الشبكة مركزي بالشبكة العالمية يوجد في مكتب التعداد، باستخدام التكنولوجيا اللاسلكية لتحويل البيانات الذي يتيح رصد الوقت الحقيقي لنشاطات جمع البيانات. وفيما تتاح حالياً التكنولوجيا الخاصة بأداء مثل هذه العملية، فإن تكاليف نشر استخدامها على النطاق المطلوب لجمع بيانات التعداد تتجاوز بكثير الموارد المتاحة عادة.

٢ – ٥٤ تتغير تكنولوجيا استحداث شبكات الحاسوب بصورة مستمرة. ولهذا يجب أن يشمل التخطيط لبيئة حساب خاصة بمشروع رسم خرائط التعداد استعراضاً دقيقاً لمستوى التكنولوجيا القائم في مجال استحداث شبكات الحاسوب. وبطبيعة الحال، فإن هذا يحتاج إلى تنسيق مع بيئة الحساب العامة لأجزاء أخرى من عمليات التعداد، من أجل تعظيم استخدام الاستثمارات في جميع مراحل القيام بالتعداد.

(٣) أجهزة التخزين

٢ – ٥٥ تتميز تطبيقات نظام المعلومات الجغرافية غالباً بحجم البيانات الكبير. فيمكن أن تتألف الخرائط الرقمية من مئات الآلات أو حتى الملايين من الإحداثيات. كما تتطلب المنتجات المشتقة مثل ملفات الرسوم التخطيطية وجداول البيانات مساحة كبيرة للتخزين. ولهذا يجب أن يعمل مخططو الأنظمة حساباً في الميزانية لتغطية مساحة تخزين كافية – داخلية على المسير الصلب للحاسوب – فضلاً عن أجهزة تخزين خارجية. وتتزايد قدرة المسير الصلب بصفة مستمرة في الوقت الذي تنخفض فيه الأسعار. وفيما تتيح تخزين قدر كبير من البيانات محلياً، فإن من عيوب المسير الصلب أنه لا يمكن حملها وأن إمكانية توسيعها محدودة. وتشمل أجهزة التخزين الخارجية ما يلي:

- لا يزال للشرائط المغناطيسية شعبية بالنسبة للمنتجات الاحتياطية. وهي رخيصة وذات قدرة تخزين كبيرة. وتستخدم مسيرات الشرائط شرائط صغيرة يمكن رغم ذلك أن يسجل عليها عدداً كبيراً من الجيجابايت من البيانات. ولكن من عيوب هذه الشرائط أن الوصول إلى البيانات بطئ.
- يعتبر القرص المدمج ذو الذاكرة الخاصة بالقراءة فقط وسيلة توزيع شعبية للبرامج والبيانات. وتجهز معظم الحواسيب الشخصية الآن بجهاز قارئ للقرص المدمج ذي الذاكرة الخاصة بالقراءة فقط. وأجهزة القراءة الخارجية رخيصة ويسهل توصيلها بحاسوب. كما انخفض سعر أجهزة كتابة القرص المدمج بدرجة كبيرة أيضاً وأصبحت في السنوات الأخيرة أكثر موثوقية. والأقراص المدمجة التي تكتب مرة واحدة رخيصة وتوفر وسيلة ملائمة لتوزيع مجموعات بيانات منخفضة الحجم ومعدة خصيصاً لغرض معيّن أو لإنتاج نسخة رئيسية للإنتاج الخارجي الكبير الحجم. ويمكن للقرص المدمج ذي الذاكرة الخاصة بالقراءة فقط أن يخزن نحو ٦٣٠ ميجابايت من البيانات.
- من المحتمل أن يحل قرص الفيديو الرقمي المتعدد الاستعمالات (DVD)، محل القرص المدمج ذي الذاكرة الخاصة بالقراءة فقط كوسيلة توزيع سائدة للبيانات والبرامج الحاسوبية في المستقبل نظراً لقدرته الكبيرة (عدة جيجابايت). وتتاح أجهزة DVD رخيصة، على الرغم من أنه لا يزال – عند كتابة هذه السطور – بعض الشك في معيار إمكانية إعادة كتابة الـ DVD الذي سيصبح مقبولاً عالمياً. وتتميز أجهزة DVD التي يمكن كتابتها بقدرة تزيد على ٥ جيجابايت. وسوف تنتشر مسيرات الـ DVD في السنوات القليلة القادمة كدرجة انتشار القرص المدمج ذي الذاكرة الخاصة بالقراءة فقط.
- من المحتمل أن يحل القرص ذو القدرة الكبيرة محل القرص المرن ٣,٥ بوصة كجهاز تخزين مرن لاستخدامه في تبادل البيانات. وتستخدم النماذج الحالية الأقراص التي لا تزيد في حجمها كثيراً عن القرص المرن. ولكنه يحمل بين ١٠٠ ميجابايت وجيجابايت واحد.

(٤) أجهزة المدخلات

٢ – ٥٦ يعتبر مشروع رسم خرائط التعداد مشروعاً كبيراً لتحويل البيانات، إذ يتم جمع المعلومات الخرائطية والخواص من مصادر كثيرة وتحوّل إلى شكل رقمي في قاعدة بيانات لنظام معلومات جغرافية متسق. ولهذا تعتبر أجهزة مدخلات البيانات عنصراً رئيسياً لبيئة الحساب في مكتب رسم خرائط التعداد. وفيما يلي قائمة بأجهزة المدخلات مع إيضاح موجز. ويتضمن القسم ''دال'' مزيداً من المناقشة.

- لوحة مفاتيح. يندر إدخال الإحداثيات يدوياً عن طريق لوحة المفاتيح. غير أنه قد يكون من الأسرع أحياناً إدخال الإحداثيات من معجم جغرافي أو مصدر مماثل بدلاً من تحويل مواقع النقاط إلى شكل رقمي من صحيفة خرائطية.
- فأر. أصبح الجهاز المؤشر المعياري للصلات البينية للرسوم البيانية الخاصة بالمستعمل، جهاز إدخال إحداثيات عند تحويل المعالم إلى أشكال رقمية على الشاشة باستخدام خريطة مستنسخة بالماسحات الضوئية أو صورة التقطها الساتل.
- جهاز تحويل إلى أشكال رقمية. تختص جداول التحويل إلى أشكال رقمية بتحويل البيانات الجيدة النوعية المستمدة من الخرائط المطبوعة على ورق أو المرسومة على مواد مستقرة مثل مايلار. وتأتي جداول التحويل إلى أشكال رقمية بأحجام كثيرة وكلما كبرت مساحة التحويل إلى أشكال رقمية كلما كبرت الخرائط التي يمكن تحويلها كاملة دون تجزئة. وحتى لو كان

مشروع تحويل البيانات يقوم بدرجة كبيرة على أساس تكنولوجيا الاستنساخ بالماسحات الضوئية، فإنه يمكن أن تفيد لوحة تحويل إلى أشكال رقمية في تطبيقات محددة. وتشمل معظم أنظمة المعلومات الجغرافية أو برامج رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب المنضدي، مسيرات برامج للجدول العادية الخاصة بالتحويل إلى أشكال رقمية.

- جهاز استنساخ بالماسحات الضوئية. يمكن أن تخفض أجهزة الاستنساخ بالماسحات الضوئية ذات الصيغ الكبيرة من الوقت والتكاليف اللازمين لتحويل البيانات. ويتم استخراج المعالم من الخرائط التي تستنسخ بالماسحات الضوئية إما بالتحويل التالي إلى أشكال رقمية على الشاشة أو بواسطة برنامج تحويل آلي من خطوط المسح إلى متجهات. وبالنسبة للتطبيقات التي تتطلب النوعية الجيدة، فغالباً ما يعاد رسم المعالم المماثلة التي تحتويها الخرائط المعقدة على صحائف منفصلة من الورق أو على مايلار قبل استنساخها بالماسحات الضوئية. وتشمل بعض برامج نظام المعلومات الجغرافية روتين التحويل من خطوط المسح إلى المتجهات، ولكن من الأفضل استخدام برنامج حاسوبي متخصص في التطبيقات التي تشمل نطاقاً واسعاً.
- أنظمة عالمية لتحديد المواقع. تتمثل الأنظمة العالمية لتحديد المواقع في أجهزة تحمل باليد لجمع البيانات الميدانية. ويقوم مشغل النظام بتنشيط جهاز الاستقبال ويحدد موقعه بدرجة عالية إلى حد ما من الدقة. ويمكن تخزين الإحداثيات في الأنظمة العالمية لتحديد المواقع وإجراء تحميلها الترحيلي مباشرة في نظام المعلومات الجغرافية. وقد أصبحت الأنظمة العالمية لتحديد المواقع أهم جهاز ميداني لجمع البيانات في التطبيقات الجغرافية.

(٥) أجهزة المخرجات

٢ – ٥٧ يعتبر رسم الخرائط الحاسوبي تطبيقاً من تطبيقات الرسوم البيانية، وتعتبر أجهزة المخرجات الجيدة النوعية حاسمة بالنسبة لعمل الخرائط الرقمية وبالنسبة لعرض نتائج جمع البيانات وتحليلها. والشاشات الكبيرة الحادة الوضوح غالية الثمن نسبياً، ولكنها تسهل بدرجة كبيرة من عمل الخرائط الرقمية. ويجب شراء الشاشات مقاس ١٧ بوصة أو أكبر لمحطات عمل الرسوم البيانية، في حين أن الشاشات الأصغر كافية للعمل غير المتعلق بالرسوم البيانية مثل إدخال البيانات أو معالجتها. وباستطاعة بطاقة فيديو جيدة وقدر كبير من ذاكرة الفيديو أن تزيد من سرعة الرسم بدرجة كبيرة.

٢ – ٥٨ يتم إنتاج المخرجات المطبوعة باستخدام الطابعات والراسمات البيانية. ويحتاج مشروع لرسم الخرائط على السواء إلى راسمات بيانية ذات صيغ كبيرة لطبع الرسوم التجريبية للرقابة على النوعية وإعداد الخرائط الإشرافية، وراسمات ذات صيغ صغيرة لإنتاج عدد كبير من خرائط العدادين بصورة تتناسب فيها التكاليف مع الفعالية. وبين الراسمات البيانية الكبيرة حملت تكنولوجيا وحدات نفث الحبر الملون محل راسمات القلم الحبر، وأصبحت معيارية بالنسبة لتطبيقات نظام المعلومات الجغرافية. وبالنسبة لطباعة الصيغة الصغيرة فإن طابعات الليزر بالأبيض والأسود سريعة وموثوق بها. وعلى الرغم من رخص طابعات الألوان الصغيرة الصيغة المستندة إلى تكنولوجيا نفث الحبر، إلاّ أنها لا توفر الأداء الإجمالي اللازم لطباعة حجم كبير من الخرائط. ويمكن أيضاً أن تكون الإمدادات مثل الحبر ومسحوق الحبر غالية الثمن جداً، وهو ما يؤدي إلى رفع أسعار الصفحة المطبوعة وبالتالي زيادة التكاليف الشاملة بالمقارنة بطابعات الليزر الأعلى سعراً في البداية. ويناقش الفصل الثالث بتفصيل أكبر الطابعات والراسمات البيانية.

(٦) الحفاظ على سلامة الأنظمة وصيانتها: استراتيجيات توفير طاقة لا تتعرض للانقطاع وتكوين احتياطيات

٢ – ٥٩ يتطلب توفير بيئة آمنة للحساب مورد طاقة يعتمد عليه. فيمكن أن يسبب عدم توفر مورد كاف من الكهرباء ضياع البيانات وانهيار الحاسوب نتيجة الخلل، وتلف الأنظمة وفقد الإنتاجية بسبب ضياع الوقت الذي يتعطل فيه العمل. ويمكن أن تحدث مشاكل الكهرباء في أشكال مختلفة:

- انقطاع الكهرباء (إظلام أو انهيار)، وهو تعطّل الطاقة بصورة كاملة نتيجة لتوليد غير موثوق به للطاقة، على سبيل المثال، أو لإنشاء بنية أساسية غير كافية لتوزيع الكهرباء أو البرق أو الأمطار الغزيرة.
- تمور الفولتية (اندفاعة مؤقتة أو انتقالية أو جهد دفعي)، وهو ارتفاع الفولتية أكثر من اللازم لفترة قصيرة.
- هبوط (إظلام أو فولتية منخفضة)، يرجع غالباً إلى نقص قدرة توليد الكهرباء.
- تضخم (زيادة الفولتية أكثر من اللازم)، وهو على النقيض من انقطاع الكهرباء يولد فولتية أكثر من المعتاد لمدة أطول.

٢ – ٦٠ في المناطق التي يكون فيها توريد الكهرباء غير موثوق به، يمثل توفير مورد كهرباء لا يتعرض للانقطاع (UPS) عنصراً إجبارياً لتركيب الحاسوب. وهذه الأنظمة تعوض عن زيادة أو انخفاض الفولتية وتوفر كهرباء لمدة تكفي لتوقيف تشغيل الأنظمة بصورة آمنة في حالات الإظلام الكامل. ويفيد توفير مورد كهرباء لا يتعرض للانقطاع في أي بيئة، ولكن في البلدان التي تتكرر فيها مشكلات المورد الكهربائي يتحتم أن تلبّى طلبات أكثر من المعتاد. فإذا كانت حالات التعتيم متكررة، سوف يتكرر تفريغ وإعادة شحن بطاريات المورد الكهربائي الذي لا يتعرض للانقطاع بدرجة أكبر. وإذا دامت حالات التعتيم زمناً طويلاً نوعاً ما، ستفرغ الأنظمة بدرجة أعمق وغالباً ما لا يعاد شحن بطارياتها بصورة كاملة قبل حدوث تعتيم

تال. وهكذا فإن الزمن الاحتياطي المتاح للنظام وعمر البطاريات في المورِّد الكهربائي الذي لا يتعرض للانقطاع يمكن أن ينقص بدرجة كبيرة. ولهذه الأسباب يلزم أن يكون المورد الكهربائي غير القابل للانقطاع الذي يعمل في بيئة يتكرر فيها هبوط الطاقة من نوعية أعلى ويجب أن تجرى له صيانة بتكرار أكبر مما يجرى لنظام يعمل في بيئة أكثر استقراراً.

٢ – ٦١ يمكن تحديد الحجم المطلوب للمورد الكهربائي غير القابل للانقطاع على أساس طلب الأنظمة التي ستربط به. وتحدد درجة فولتية المعدات الحاسوبية والأمبير على الجهاز نفسه وفي كتيب إرشاد المستعمل. وتقاس قدرة المورد الكهربائي غير القابل للانقطاع بالفولت والأمبير. ويحسب الفولت والأمبير المطلوب بضرب قيمة الفولتية في الأمبير لكل قطعة من المعدات وتجمع النتائج. فمثلاً، يتطلب نظام صغير يتألف من حاسوب بقوة ١٢٠ فولت و٢ أمبير، بالإضافة إلى شاشة بقوة ١٢٠ فولت وأمبير واحد، ٣٦٠ فولت – أمبير أو مورد كهربائي غير قابل للانقطاع أقوى. وسيوفر المورد الكهربائي غير القابل للانقطاع احتياطياً لمدة ثماني دقائق على الأقل. وإذا تطلب الأمر احتياطياً أطول يجب اختيار مورد كهربائي أكبر غير قابل للانقطاع.

٢ – ٦٢ تتطلب المعدات الحاسوبية بيئة محكومة للعمليات التي يمكن الوثوق بها للمدى الطويل. وبالإضافة إلى مصدر كهرباء يعتمد عليه، يجب حماية المعدات من تقلبات الحرارة الكبيرة مثل الحرارة أو البرودة المفرطة. ومثالياً، يجب تشغيل أجهزة الحاسوب في بيئة مكيفة الهواء توفر أيضاً حماية من الغبار. ولا تختلف هذه المتطلبات عن تلك المتعلقة بمعدات الحاسوب المستخدمة في إدخال ومعالجة بيانات التعداد.

٢ – ٦٣ على مستوى التشغيل، يجب اتباع استراتيجية شاملة لتوفير أنظمة احتياطية خلال مرحلة استحداث البيانات وحفظها بكاملها. وتتاح أنظمة احتياطية رخيصة يمكنها إنتاج نسخ من البيانات توزع على شبكة. والأنظمة الاحتياطية تستنزف الوقت وأفضل تشغيل لها خلال الليل. وعادة ما يستغل النظام الاحتياطي الإضافي كل يوم، مضيفاً فقط تلك الملفات التي تستحدث أو تغير ذلك اليوم. وينتج احتياطي كامل يجرى أسبوعياً نسخة من نظام الملفات بكامله. ولا يتحتم تكوين الأنظمة الاحتياطية من ملفات برامج حاسوبية ومجموعات بيانات وسيطها الأصلي متاح. غير أنه يجب بصورة منتظمة توفير احتياطي لملفات محددات البرنامج التي تخزن المعلومات المستحدثة حسب الطلب. ومن الجيد تخزين احتياطي أسبوعي أو شهري خارج الموقع في مكان آمن. ويمنع هذا ضياع البيانات بأكملها إذا دمر حريق أو كارثة أخرى أجهزة الحاسوب والاحتياطيات المخزنة محلياً.

٢ – ٦٤ وأخيراً، هناك مسألة خاصة بسلامة الأنظمة وتتعلق بالوصول غير المرخص به إلى الملفات التي تنتجها وكالة التعداد. ولا تعتبر الخرائط في ذاتها عادة معلومات حساسة. غير أن بيانات التعداد الجزئية عادة ما تخضع للأنظمة المتعلقة بالخصوصية التي تمنع نشر معلومات عن الأشخاص بصفتهم أفراد أو عن الأسر المعيشية. وفيما تسهل خاصية الاتصال للإنترنت في جهاز التعداد تبادل البيانات والوصول إلى المعلومات الخارجية، إلاّ أن أعطال نظام قد تمكن دخلاء من الاطلاع على أنظمة الملفات الداخلية. لهذا يجب أن يصمم نظام الشبكة بحيث يُؤمّن البيئة الحسابية الداخلية، مثلاً عن طريق جدار واق، والسماح فقط بالوصول الخارجي إلى نظام منفصل قد يحتوي الخرائط وجداول البيانات الإجمالية التي تنشر للجمهور العام.

(٧) البرنامج الحاسوبي

٢ – ٦٥ أدى نمو مجالات تطبيق نظام المعلومات الجغرافية أيضاً إلى تطورات سريعة في مجال برامج رسم خرائط نظام المعلومات الجغرافية والخرائط بمساعدة الحاسوب المنضدي. ويسيطر على الميدان عدد صغير من المتزعمين في السوق، حيث توفر شركات عديدة إضافات وبرامج تطبيقات أكثر تخصصاً. ويمكن بصورة أوّلية تقسيم البرامج إلى أنظمة رفيعة وأخرى منخفضة المستوى. وتشمل الأنظمة الرفيعة برنامجاً يوفر مئات الوظائف لبيانات خطوط المسح والمتجهات على السواء، ودمج منتجات الاستشعار من بعد، والدعم الخاص بتطبيقات المسوح والتطبيقات المتخصصة الأخرى وخيارات غير محدودة تقريباً لتركيب معد خصيصاً. وتتطلب مثل هذه الأنظمة تدريباً كبيراً حيث إنها تتصف غالباً بالصلات البينية الخاصة بالمستعملين غير المائلين إلى الحدس. وحتى وقت قريب كان يتم تشغيل هذه البرامج على محطات عمل حاسوبية قوية تبعاً لنظام Unix التشغيلي. وقد ربطت معظم هذه الأنظمة الآن بنظام ويندوز NT التشغيلي، وسوف تتاح أيضاً لنظام ويندوز ٢٠٠٠ الذي سيصدر قريباً.

٢ – ٦٦ تشمل الأنظمة غير الرفيعة ما يسمى ببرامج رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب المنضدي التي تركز على الخرائط المواضيعية وسهولة الاستخدام، التي تباع غالباً إلى جانب مجموعة بيانات عامة مبرمجة مسبقاً. ويمكن معالجة بعض برامج رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب المنضدي معالجة خاصة باستخدام إضافات مكتوبة في لغة ماكرو خاصة بالبرمجيات أو في Visual Basic. ولقد أصبح نظام المعلومات الجغرافية التجاري وبرامج رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب المنضدي من حيث أدائها الوظيفي وإمكانية تكييفها بدرجة جعلت التطوير الداخلي لبرامج رسم الخرائط، الذي كان حتى وقت قريب شائعاً جداً في مشروعات رسم الخرائط الكبيرة، يختفي بكامله.

٢ – ٦٧ يتطلب رسم خرائط التعداد، قبل كل شيء، تحويل البيانات وإنشاء قاعدة بيانات. هاتان هما الوظيفتان الأساسيتان اللتان

لا تتطلبان برامج أنظمة معلومات جغرافية رفيعة. ولهذا يمكن تلبية معظم مطالب برنامج رسم خرائط التعداد ببرنامج حاسوبي رخيص نسبياً لمدخلات البيانات – التحويل إلى أشكال رقمية والتنقيح – ومنتج خرائطي. ومع ذلك، من المفيد الاستحواذ على ترخيص أو عدد قليل من التراخيص الخاصة ببرامج نظام المعلومات الجغرافية الرفيعة، وذلك بالنسبة للتطبيقات الأكثر تقدماً، مثل التحليل المكاني أو بناء طبولوجيا معقدة. ويتطلب اختيار مجموعة من البرامج المناسبة لمشروع كبير لرسم الخرائط تعريف واضح بالمهام التي يتعيّن إكمالها وعدد المشغلين المشتركين في كل خطوة.

٢ – ٦٨ تشمل الأسئلة التي توجه عند اختيار البرنامج الحاسوبي ما يلي:

- هل يوفر البرنامج كل الوظائف الضرورية لمشروع رسم خرائط التعداد؟
- هل يعالج البرنامج كل أنواع البيانات التي ستستخدم في مشروع التعداد (نظام المعلومات الجغرافية المستند إلى المتجهات، نظام المعلومات الجغرافية المستند إلى خطوط المسح، صور من الجو، صور الساتل، وبيانات النصوص)؟
- هل يوفر البرنامج وصلة بينيّة لبرنامج إدارة قاعدة البيانات الذي يستخدمه مكتب التعداد؟
- هل يتطلب الأمر إعداداً خاصاً مكلّفاً؟
- هل يدعم البرنامج المعدات المتاحة بالفعل في الوكالة؟
- هل يستورد البرنامج ويصدر البيانات من/إلى برامج أخرى تستخدم داخل المنظمة أو تستخدمها وكالات متعاونة؟
- هل يدعم البرنامج المعايير القائمة التي تستخدمها وكالات أخرى تشترك في رسم الخرائط في البلد؟
- هل يرتّب البائع صيانة جيدة وسياسة لدعم العملاء؟ هل يتاح ممثل محلي للبائع جيد المعرفة؟
- هل يوفر البائع ظروفاً جيدة لتراخيص الموقع تتيح للمكتب أن يشغّل برنامجاً على عدة آلات في نفس الوقت؟
- هل تتاح مواد التدريب، أم هل يوفر البائع حلقات دراسية تدريبية محلياً؟
- هل يمكن تكييف أو توسيع البرنامج بسهولة إذا تغيّرت المتطلبات خلال القيام بالمشروع أو في مرحلة لاحقة؟ وهل من الممكن التحوّل إلى نظام أقوى في وقت لاحق بتكاليف دنيا لترجمة البيانات وتكييف الوظائف المصممة خصيصاً والصلات البينية؟

٢ – ٦٩ يتغير سوق برنامج نظام المعلومات الجغرافية بسرعة، ويصعب التنبؤ بالتطورات، حتى بالنسبة للسنوات القليلة القادمة. ولحسن الحظ، يعني نمو السوق أيضاً أنه قد توفرت مصادر كثيرة للمعلومات حول اتجاهات البرامج والمعدات.

٢ – ٧٠ ومن بين تطورات برامج نظام المعلومات الجغرافية الحديثة التحوّل نحو إدخال أنواع من البيانات الجغرافية في أنظمة إدارة قواعد بيانات علاقاتية عامة (RDBMS). فتستخدم معظم برامج نظام المعلومات الجغرافية اليوم صيغ أنظمة للبيانات الجغرافية الخاصة، في حيث يتم تخزين المعلومات عن الخصائص في صيغة عامة لبرنامج إدارة قاعدة البيانات. والبديل هو تخزين الأوصاف الهندسية للمعالم المكانية مثل منطقة العد أو طريق تنوع بيانات مكانية (حقول واسعة، أنواع من البيانات التجريدية، أو أجسام ثنائية كبيرة) في أداة قاعدة بيانات. ولهذه التكنولوجيا، التي يقدمها بائعو أنظمة إدارة قواعد البيانات العلاقاتية العامة بالتعاون مع شركات برامج نظام المعلومات الجغرافية، احتمالات ضخمة بالنسبة لتخزين قواعد بيانات جغرافية كبيرة وإضافة عنصر مكاني إلى قواعد بيانات التعداد المجدولة القائمة حالياً.

(٨) أهمية النظرة الطويلة المدى

٢ – ٧١ كما هو مهم أن نعظم التوافق مع التعدادات السابقة، من المرغوب فيه أيضاً أن ندخل في اعتبارنا نشاطات التعداد في المستقبل خلال تخطيط عملية عد. وفي الحالات التي لا توجد فيها وحدة خرائطية دائمة في منظمة التعداد بصفة خاصة، يجب التشديد القوي على الوثائق، والبيانات الواصفة للبيانات وحفظ الملفات. ويجب أن يتمتع الموظفون الجدد الذين سيعيّنون للجولة القادمة من التعدادات بالقدرة على إعادة بناء ما تم في النشاطات السابقة للعد، من أجل الانتفاع الكامل بالمواد الخرائطية الرقمية القائمة.

٢ – ٧٢ بالمثل، يجب أن تحاول منظمة التعداد، عند اختيار المعدات والبرامج، جعل كل الأنظمة مفتوحة بأكبر قدر ممكن. فغالباً ما تجد منظمة نفسها وقد حصرت في تكنولوجيا معيّنة قد تصبح بالية بحلول وقت التعداد التالي. والتحوّل إلى قواعد أداء معدات جديدة مكلّف جداً. ومن الصعب، بطبيعة الحال، التنبؤ بالتغيّرات في ميدان الحساب الدينامي خلال عشرة أعوام أو أكثر. وعلى الرغم من ذلك، فإن هناك بعض القواعد العامة التي يمكن أن تساعد في ضمان الاستمرارية في عمليات رسم خرائط التعدادات:

- إن بقاء الشركات البارزة في السوق اليوم في المستقبل أكثر احتمالاً من قيام شركات أو بقاء الشركات الصغيرة. ولهذه الشركات أيضاً حافز قوي لتوفير توافق مع الأنظمة القديمة من حيث صيغ البيانات التي تسمح للمستعملين بالتحوّل إلى أنظمتهم الأحدث دون مجهود كبير.
- يجب على مكتب التعداد أن يعظم من استخدام صيغ البيانات التي يمكن للكثير من الأنظمة أن تستوردها. وإذا ما استخدمت

صيغة بيانات تتمتع بحق الملكية، من المستحسن تصدير كل البيانات إلى صيغة عامة شائعة الاستخدام في نهاية عملية التعداد.

- ليس من المستحسن عادة استحداث برنامج داخلي. في الماضي، غالباً ما كانت وكالات التعداد تطور أنظمتها الخاصة لرسم خرائط التعداد، لأن البرنامج المناسب لم يكن متاحاً غالباً بسعر معقول. وبصفة خاصة بالنسبة لنشر البيانات، فإن عدم توفر البرامج الرخيصة التي يسهل استخدامها، حدّ من التوزيع الواسع النطاق لبيانات التعداد. غير أن صيانة الأنظمة المطوّرة داخلياً تصبح، في المدى الطويل، مكلفة وفي العادة لا تملك منظمة التعداد الموارد التي تمكّنها من أن تجاري صناعة الحاسوب السريعة التغير. فالشركات الخاصة تقدم الآن نطاقاً واسعاً من برامج رسم الخرائط بسعر معقول. بل تتاح بعض برامج رسم الخرائط المناسبة لتوزيع البيانات الخاصة بالتعداد دون مقابل.

(د) لامركزية نشاطات رسم الخرائط الخاصة بالتعدادات

٢ – ٧٣ في بلد صغير نسبياً، يمكن أن تقوم وحدة خرائطية مركزية في المكتب الوطني لمنظمة التعداد برسم خرائط التعداد. وعلى النقيض من ذلك، فإنه في حالة البلد الأكبر من المفيد تحويل نشاطات رسم الخرائط إلى نظام لامركزي. ويجب أن يقوم البناء الأساسي لنشاطات رسم الخرائط لامركزياً على أساس نظام من مكاتب التعداد الوطنية والإقليمية التي يتم إنشاؤها للقيام بالعد الفعلي والجهود الأخرى الخاصة بجمع البيانات الإحصائية.

٢ – ٧٤ للقيام بنشاطات رسم الخرائط لامركزياً مزايا عديدة. فالموظفون المحليون أكثر دراية بالجغرافيا والتكوين الإداري والتغيرات الحديثة في الإقليم المكلفين به. ومن الأسهل للمكتب المحلي أن يحافظ على علاقة عمل مستمرة مع السلطات المحلية. وسيكون العمل الميداني أقل تكلفة، حيث إن مسافات السفر أقصر. وخاصة في الحالات التي تتطلب فيها المشكلات التي تواجه في إعداد الخرائط العودة إلى موقع ميداني، فإن الموارد قد تقتصد إذا ما قام الموظفون المحليون بالعمل الخرائطي محلياً. وأخيراً، هناك منفعة رئيسية تتمثل في إيجاد خبرة محلية في مجال تكنولوجيا جديدة هامة، وهو ما سيفيد الإقليم بصفة عامة، حتى ولو انتقل موظفو خرائط التعداد إلى وظائف أخرى بعد إتمام عملية التعداد.

٢ – ٧٥ لكن لامركزية نشاطات رسم الخرائط لها أيضاً بعض العوائق. فيلزم تنسيق التدريب والإشراف على نشاطات رسم خرائط التعداد بين عدة أماكن يحتمل أن تفصلها مسافات بعيدة. وفيما يمكن تدريب الموظفين الأساسيين مركزياً قبل أن تبدأ أعمال التعداد، إلاّ أنه يجب القيام بالوظائف الإشرافية طوال فترة التعداد في كل مكتب إقليمي. ويتطلب نظام اللامركزية أيضاً تعريفاً واضحاً للمهام الخاصة بالمكاتب الإقليمية والمركزية. ويجب رصد تدفق المواد والمنتجات بدقة لضمان الاتساق عبر البلد كله. وأخيراً، يجب تكرار البنية الأساسية لرسم الخرائط الرقمية في نقاط متعددة من البلد. ولا يمثل هذا مشكلة كبيرة بالنسبة للمعدات الرخيصة نسبياً مثل الحواسيب وجداول التحويل إلى أشكال رقمية. ولهذا، فإن بعض الوظائف ستجرى مركزياً حيث إنها تتطلب معدات متخصصة ومكلفة أو خبرة متخصصة بدرجة عالية مثل استنساخ الخرائط بالماسحات الضوئية على أجهزة استنساخ بصري مكلفة للإنتاج الكبير أو الاستشعار من بعد وتفسير الصور التي تلتقط من الجو.

الجدول ثانياً – ١ التقسيم المحتمل للمهام بين مكاتب رسم خرائط التعداد المركزية والإقليمية

المكتب الجغرافي المركزي	المكتب الإقليمي أو المحلي
• إنتاج خرائط مناطق العد التنسيق الشامل والتدريب، بما في ذلك التعاون بين أقسام الوكالة • وظائف تخصيصية (مثل الاستنساخ بالماسحات الضوئية للإنتاج الكبير، والاستشعار من بعد) • الإدماج الشامل للبيانات • ضمان النوعية • إنتاج خرائط مناطق العد	• العمل الميداني • الإعداد الأساسي للبيانات الرقمية (التحويل إلى أشكال رقمية، والتنقيح) • الاتصال بالسلطات المحلية • مهام محدودة لرقابة النوعية • إنتاج خرائط مناطق العد

(هـ) توقيت نشاطات رسم الخرائط الخاصة بالتعدادات

٢ – ٧٦ يعتبر تحديد كل مهمة مطلوبة بالتفصيل وتقدير الوقت اللازم لإتمام كل عنصر من عناصر المشروع جزءاً بالغ الأهمية في عملية التخطيط المتعلق بمشروع لرسم الخرائط الرقمية. وتتشابه الواجبات المطلوبة والتوقيت اللازم لنشاطات رسم الخرائط سواء أنتجت رقمياً أو يدوياً. ولهذا تخدم الأوصاف التفصيلية والجداول الزمنية المعدة في مكتب الولايات المتحدة للتعداد (BUCEN, 1978) كنقطة بدء ممتازة في تخطيط مشروع لرسم الخرائط الرقمية. وكما هو الحال في المناهج اليدوية، يتوقف الوقت اللازم لرسم الخرائط الرقمية على الكثير من الظروف والاختيارات. ومن بين العوامل التي تحدد توقيت نشاطات رسم خرائط التعداد الرقمية ما يلي:

- مساحة البلد وعدد سكانها، وما إذا كان يمكن الوصول إلى كل مناطق البلاد.
- ما هو قدر العمل الميداني المطلوب.

- الموارد المتاحة لتوظيف وتدريب الموظفين وشراء المعدات والخدمات الخارجية.
- الأنواع المتاحة من مواد الموارد مثل سلاسل الخرائط الطبغرافية، وتغطية الصور التي التقطها الساتل للبلد، والخرائط الكروكية الجيدة النوعية من تعداد سابق وغير ذلك.
- ما إذا كانت قاعدة البيانات الرقمية متاحة من مؤسسات متعاونة في صيغة يمكن بسهولة تكييفها لتلبي احتياجات منظمة التعداد.
- مناهج تحويل البيانات المختارة وأنواع الخرائط القاعدية (مثلاً، يمكن اقتصاد الكثير من الوقت إذا ما أمكن استنساخ فصل ألوان الخرائط القاعدية الطبغرافية بالماسحات الضوئية بدلاً من الخرائط الكاملة الألوان ذاتها).

٢ – ٧٧ لن تبذل أية محاولة هنا لاقتراح الوقت اللازم لكل خطوة، حيث إن الظروف تختلف اختلافاً واسعاً بين البلدان. ويبيّن الجدول ثانياً – ٢ قائمة بالمهام المطلوبة. وقد تم تكييف القائمة من مكتب الولايات المتحدة للتعداد (BUCEN, 1978) لتعكس متطلبات استراتيجية لرسم الخرائط الرقمية. ويرجح الجدول الأصلي أيضاً تتابع ومدة كل مهمة من المهام.

٢ – ٧٨ تتطلب بعض المهام المبنية في الجدول وقتاً أقل بكثير إذا اختيرت استراتيجية لرسم الخرائط الرقمية. فمثلاً، لن تتطلب طباعة خريطة لأي منطقة جديدة أو غير عادية في البلد إعادة الرسم أو لصق صحائف الخرائط المطبوعة يدوياً بمجرد استكمال قاعدة البيانات الرقمية. ومن ناحية أخرى ليس من المحتمل أن يتحقق اقتصاد كبير في الوقت خلال إعداد قاعدة بيانات خرائط التعداد الأوّلية، لأن التحويل من الخرائط الورقية إلى الرقمية يستغرق وقتاً. وسوف يتحقق اقتصاد الوقت فقط في نشاطات لاحقة وعمليات العد المتعلقة بالتعداد. وبالتالي، فإن نشاطات رسم خرائط التعداد الرقمية تميل إلى أن تكون أكثر جهداً في البداية بدرجة أكبر من المناهج التقليدية. ويعني هذا أنه يلزم بذل أكبر الجهد في المراحل المبكرة من استحداث قاعدة البيانات، في حين تتطلب المراحل اللاحقة مثل إنتاج المخرجات ودورات المراجعة جهداً أقل بالمقارنة.

٢ – ٧٩ من المسائل الإضافية التي يلزم مراعاتها في جدولة مهام رسم خرائط التعداد مسألة تجنب المخاطرة. فبالنظر إلى اعتماد الخطوات اللاحقة على المنتج من المراحل الأبكر، يجب إعداد خطط طوارئ لكل مهمة بالغة الأهمية في مشروع رسم خرائط التعداد. ويجب على القائمين بالتخطيط أن ينظروا في سلسلة من السيناريوهات التي تجيب عن هذا السؤال: ماذا لو؟ وذلك لتقرير الخيارات الاحتياطية في حالة ما إذا تعذر استكمال نشاط رئيسي في الوقت المحدد له.

الجدول ثانياً – ٢ المهام التي يشملها مشروع رسم خرائط التعداد الرقمية

التخطيط، الإدارة، التدريب

١ – حدد نطاق برنامج رسم الخرائط.

٢ – حدد احتياجات رسم الخرائط ومواصفاتها.

٣ – حدد المناطق الإحصائية.

٤ – ضع خطة ترميز جغرافية.

٥ – ضع تقويماً زمنياً تفصيلياً للنشاطات.

٦ – صمم إجراءات الرقابة.

٧ – قدر الاحتياجات من الأفراد والمعدات والبرمجيات واحتياجات التدريب.

٨ – أعد الميزانية.

٩ – وظف ودرب موظفين إضافيين.

١٠ – أصدر الأمر الخاص بتوفير الإمدادات والمعدات والبرمجيات.

١١ – ركب كل المعدات الجديدة واختبرها.

١٢ – ضع إرشادات ومواد التدريب المتعلقة باستخدام الخرائط في عمليات العد.

١٣ – درب الموظفين الميدانيين على استخدام الخرائط في العد.

١٤ – تسلم واحفظ خرائط العد التي تعاد بعد التعداد والمسح التالي للعد (PES).

إعداد الخرائط القاعدية

١٥ – ضع قائمة بالمناطق التي تلزم لها خرائط وقم بترميزها.

١٦ – قم واكفل جرد الموارد القائمة.

١٧ – أعد قائمة أولويات للمناطق لغرض جمع الخرائط.

١٨ – أعد برامج تجميع الخرائط وتحقق من دقتها.

١٩ – تحويل البيانات الرقمية (التحويل إلى أشكال رقمية، الاستنساخ بالماسحات الضوئية، التنقيح، إدماج الخرائط الميدانية المستمدة من نظام المعلومات الجغرافية).

٢٠ – استعرض الخرائط القاعدية الرقمية وتحقق منها، واطبع خرائط الصيغ الكبيرة لرقابة النوعية.

إعداد خرائط مناطق العد

٢١ – حدد مواقع مناطق العد (EA) وقم بترميزها، ومناطق رئيس مجموعة العدادين (CLA) الخاصة بالتعداد على الخرائط القاعدية الرقمية.

٢٢ – استعرض تحديد المواقع وترميزها وتحقق من دقتها.

٢٣ – اطبع خرائط مناطق العد ومناطق رئيس مجموعة العدادين والمكاتب الميدانية لغرض العد.

٢٤ – استعرض خرائط العد الخاصة بالتعداد وتحقق من دقتها.

٢٥ – حدد أجزاء عينة المسح التالي للعد.

٢٦ – اطبع خرائط المسح التالي للعد.

٢٧ – أعد خرائط المسح التالي للعد لغرض العد.

العمل الميداني

٢٨ – اتصل بالمسؤولين المحليين والوكالات الأخرى للتعرف على الأماكن التي يجب إضافتها إلى قائمة المناطق.

٢٩ – احصل على مواد الموارد – الخرائط الرقمية المتاحة، الخرائط الورقية، صور السواتل، الصور الملتقطة من الجو، الرسوم الخرائطية الكروكية.

٣٠ – جدّد معلومات الخرائط (الحدود، الأسماء، مواقع المعالم، إلخ).

٣١ – قم بعدّ سريع لوحدات المساكن لتحديد مناطق العد المتعلقة بالتعداد.

٣٢ – قسّم مناطق عينة المسح التالي للعد إلى قطاعات وقم بعد سريع لغرض أخذ العينة.

توزيع خرائط العد

٣٣ – وزع الخرائط للقيام بالعد الخاص بالتعداد.

٣٤ – وزع الخرائط لغرض تقسيم المسح التالي للعد إلى قطاعات وإجراء عد سريع.

٣٥ – وزع الخرائط لغرض العد المتعلق بالمسح التالي للعد.

إعداد الخرائط والرسوم البيانية الخاصة بالنشر

٣٦ – صمم الخرائط والرسوم البيانية باستخدام رسم الخرائط بمساندة الحاسوب المنضدي وبرنامج النشر باستخدام الحاسوب المنضدي.

٣٧ – استعرض الخرائط والرسوم البيانية الخاصة بالتعداد وتحقق من صحتها.

٣٨ – اطبع وانشر خرائط التعداد ورسومه البيانية في صيغة ورقية أو على قرص مدمج ذي ذاكرة للقراءة فقط أو على الشبكة العالمية.

٣٩ – صمم وطبق خطة لنشر قواعد بيانات التعديد الجغرافية.

المصدر: مستمدة من BUCEN (1978)، المستند ٢ – ٤.

(و) ضبط العملية

٢ – ٨٠ يتيح تقويم النشاطات للمشرفين على المشروع أيضاً أن يرصدوا تقدمه ويقرروا ما إذا كانت المنتجات ستستكمل في التواريخ المستهدفة المتوقعة. ويجب الالتزام بالجدول الزمني مشدداً نظراً لاعتماد كل مرحلة رسم خرائط وعد للتعداد بصورة قوية على المنتجات المستكملة في المراحل السابقة.

٢ – ٨١ حتى يمكن تقرير حالة كل مهمة في عملية رسم الخرائط في أي وقت، يجب تطبيق نظام الرقابة على العملية. وتشمل الرقابة على العملية متابعة موقع وحالة مجموعات ومواد ومنتجات البيانات. ويضمن هذا استكمال المنتجات في حينها ويتيح لمديري المشروع أن يردوا على أي تأخيرات أو اختناقات أو تعديلات ضرورية في العملية. وإذا ما ظهر أي تأخير في أي نشاط يجب زيادة الجهود بالنظر إلى أن الخطوات التالية في عملية رسم الخرائط تتوقف على مخرجات النشاطات السابقة. وبالمثل، فإن المهام الأخرى في عملية الإعداد للتعداد تتوقف على عمل الفرع المختص بالخرائط، ولهذا يجب تنسيق التوقيت مع الهيئة الكاملة للعاملين في تخطيط التعداد.

٢ – ٨٢ يمكن أن يفيد رسم الخرائط في عملية الرصد أيضاً، إذ يمكن أن تحتوي تقارير الحالة الأسبوعية أو الشهرية عن استكمال المهام – مثلاً – خريطة عرض عام لكل خطوة هامة (العملي الميداني، آلية رسم الخرائط، تحديد مناطق العد، إلخ.) تظلل فيها مناطق التشغيل في البلد حسب حالتها. وبديلاً عن ذلك، يمكن أن تظلل المناطق حسب النسبة المئوية من استكمال العمل بها. ويبيّن هذا المثال نفع نظام المعلومات الجغرافية كأداة إدارة.

٢ – ٨٣ تخدم رقابة العملية أيضاً وظائف هامة تتعلق بالوثائق. فإذا ظهرت المشاكل في أحد مخرجات الخرائط الرقمية، توفر نماذج رقابة العملية "متابعة الأوراق" (التي يحتمل أن تكون رقمية) وهو ما يتيح لموظفي التعداد تتبع وتصحيح المشكلة.

٢ – ٨٤ بصفة عامة إذن، تقوم رقابة العملية على نماذج تصاحب كل منتج مخرجات من أول خطوة في عملية تحويل البيانات وإنتاج الخرائط حتى الخطوة الأخيرة لها. ويناقش مكتب الولايات المتحدة للتعداد (BUCEN, 1978) الغرض من نماذج رقابة العملية وتصميمها واستخدامها بتفصيل كبير. وتتابع نماذج الرقابة مسار جميع خطوات العملية، وإلى أين ترسل المواد أو المنتجات ولمن ترسل ومن الذي أدى كل مهمة ومتى بدأت المهام ومتى استكملت، ومصادر البيانات والمعلومات الأخرى المتعلقة بذلك.

٢ – ٨٥ يمكن في بيئة يتم فيها العمل حاسوبياً بطبيعة الحال أن تجرى رقابة العملية آلياً أيضاً. ويتوفر برنامج إدارة المشروع تجارياً

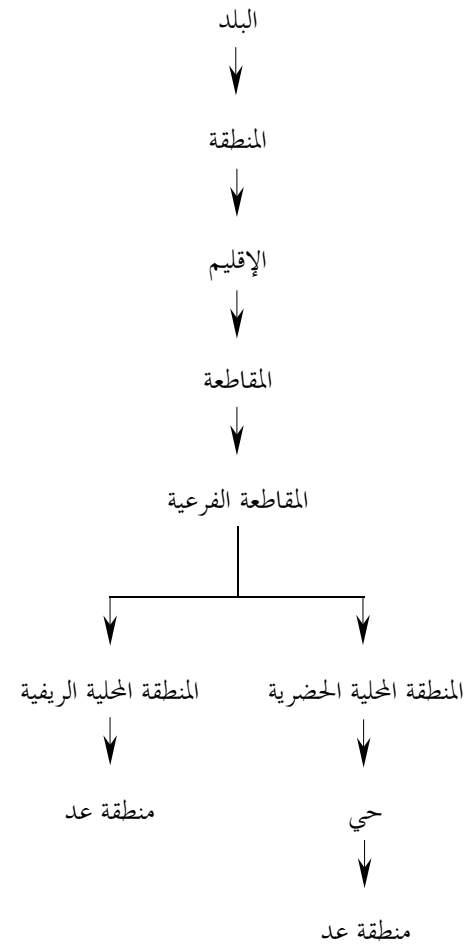
ويمكن تكييفه ليلائم احتياجات مشروع رسم خرائط التعداد. والمزايا الرئيسية هي الدرجة العالية من الاتساق، والرقابة الدقيقة، وتوفير أمن البيانات وسهولة الاستفسار عن المعلومات وتلخيصها في أي وقت معيّن. وهناك اختيارات عديدة ممكنة بالنسبة لرقابة العملية آلياً:

- قاعدة بيانات مركزية تحتوي على كل النماذج كصلات بينية لإدخال البيانات. يمكن معالجتها كتطبيق مستقل في نظام عادي لإدارة قاعدة البيانات أو يمكن إعدادها على الإنترنت محمية بكلمة سر أو على الإنترانت بحيث لا يمكن للمكاتب الخارجية أن تصل إليها أيضاً.
- ملفات مستقلة تخزن مع منتجات البيانات الرقمية وتصبح أساساً جزءاً من المعلومات الخطية المخزنة مع الخرائط الرقمية في توصيف ذاتي للبيانات (انظر القسم دال أدناه).
- نظام مختلط، به أساس ورقي لبعض مواد الرقابة، ولكن قاعدة البيانات الرئيسية رقمية. ومن عيوب النظام الرقمي الخالص أنه قد يفصل المنتجات الورقية المطبوعة مثل الخرائط الورقية الطبغرافية، أو الصور المطبوعة الملتقطة من الجو أو الخرائط المطبوعة التي ترسل إلى مديرين محليين للتحقق من وثائق خاصة برقابة العملية. وفيما يمثل الاقتصاد في استخدام الورق فكرة طيبة، إلاّ أن النظام المختلط الذي توجد فيه بعض النماذج الورقية إلى جانب المواد الفيزيائية قد يكون أفضل. ويمكن إدخال المعلومات من النماذج الورقية في نظام مركزي بصورة دورية لإتاحة الاندماج مع كل المعلومات الأخرى الخاصة برقابة العملية.

٤ – تعريف جغرافية التعدادات الوطنية

(أ) التنظيم الهرمي الإداري

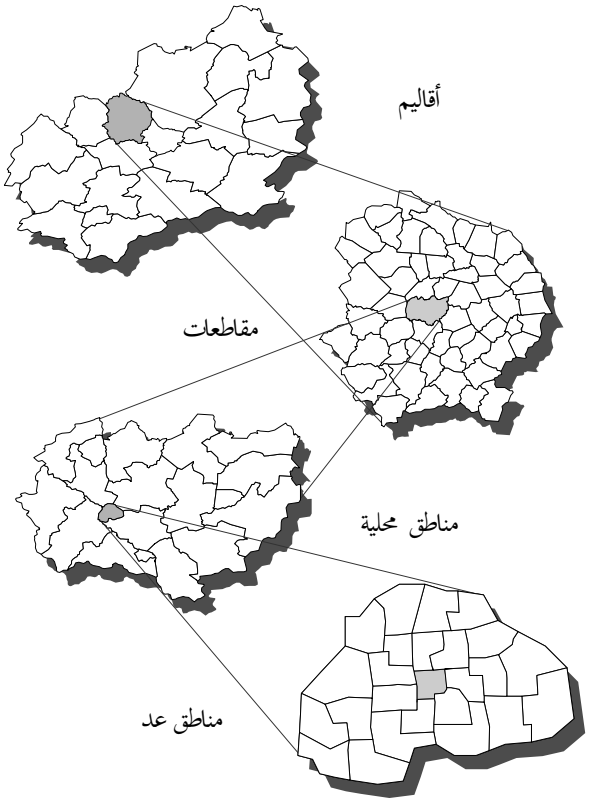
٢ – ٨٦ يتعلق أحد القرارات الأبكر في تخطيط التعداد بالمناطق الإدارية التي سيبلغ عن بيانات التعداد بها. ويشمل الإعداد للتعداد وضع قائمة بكل الوحدات الإدارية والإحصائية في البلد التي تبلغ معلوماتها، وتحديد العلاقات بين كل أنواع حدود الوحدات الإدارية التي تبلغ بياناتها. ولكل بلد تنظيمه الهرمي الإداري الخاص به، أو بمعنى آخر النظام الذي يقسّم به البلد وكل مجموعة أقل مستوى من الوحدات الإدارية (باستثناء أدناه) لتشكل المستوى الأقل التالي. إذ يمكن لأغراض التعداد مثلاً أن يقسَّم البلد إلى سبع مستويات هرمية في المناطق الحضرية وست مستويات في المناطق الريفية:



٢ – ٨٧ قد يكون لبعض هذه المستويات فقط أدواراً إدارية فعلية، فقد يكون لمستويات الإقليم والمقاطعة والمنطقة المحلية عاصمة توجد بها مكاتب الحكومة المسؤولة عن هذه المناطق. ويبيّن الشكل ثانياً – ٦ تداخل الوحدات الإدارية ووحدات التعداد باستخدام مثال بسيط استناداً إلى أربع مستويات فقط في التنظيم الهرمي. غير أن الوحدات الإدارية – في بعض الحالات – قد لا تكون متداخلة بصورة كاملة. وعند مراعاة الوحدات الإدارية ووحدات الإبلاغ الإحصائية الأخرى على السواء قد يلزم أو يتعامل مكتب التعداد مع نظام بالغ التعقيد للمناطق الجغرافية.

٢ – ٨٨ لا تتمتع كل المستويات بأهمية متساوية. فمثلاً، يقسِّم الكثير من البلدان أراضيه إلى مناطق رئيسية غالباً ما يتم تحديدها جغرافياً مثل الشمال – الجنوب – الجنوب الغربي – الشرق، أو الجبلية – السهل – الساحلية. ولا تؤدي هذه المناطق غالباً أية وظيفة إدارية، ولكن قد يبقى استخدامها للإبلاغ بالمعلومات الإحصائية.

الشكل ثانياً – ٦ توضيح للتنظيم الإداري الهرمي المتداخل



(ب) العلاقة بين الوحدات الإدارية ووحدات الإبلاغ الإحصائية أو وحدات الإدارة الأخرى

٢ – ٨٩ بالإضافة إلى الوحدات الإدارية، سيكون لمعظم البلدان عدد من مجموعات المناطق الأخرى التي تستخدم لأغراض مختلفة، ويتعيّن فيها جمع بيانات التعداد. والأمثلة على ذلك هي:

- المناطق الصحية؛
- مناطق أسواق العمل؛
- الدوائر الانتخابية؛
- المناطق البريدية؛
- المناطق الثقافية أو القبلية؛
- الضواحي الحضرية أو مناطق المدن الكبرى؛
- وحدات التعداد الزراعي أو الاقتصادي؛
- ملكية الأراضي أو وحدات المساحة؛
- مناطق المرافق (مناطق إمدادات المياه أو الكهرباء).

٢ – ٩٠ لن يتداخل الكثير من هذه المناطق بصورة مثالية في التنظيم الإداري الهرمي للبلد. وفي تصميم مناطق العد، يجب على وكالة رسم خرائط التعداد أن تدخل في اعتبارها وحدات الإبلاغ هذه بأكبر قدر ممكن من أجل تسهيل جدولة بيانات التعداد لهذه المناطق. ويجب أن يوفر تحليل مطالب المستعملين الذي يجري في مراحل تخطيط التعداد إرشادات حول أي المناطق غير الإدارية هو الذي سيحظى بأكبر اعتبار. وبصفة عامة، يتعيّن على وكالة رسم خرائط التعداد في توجيهها لتصميم مناطق العد أن تقسِّم كل مجموعات المناطق إلى تلك التي يكون فيها التوافق إجبارياً أو مرغوباً أو غير محتمل، وأن تراعيها طبقاً لذلك.

٢ – ٩١ بالنسبة لبعض مناطق الإبلاغ أو الإدارة في البلد، ربما تكون بيانات الحدود الرقمية قد أنتجت بالفعل من جانب وكالات مسؤولة. فمثلاً، يستخدم عدد من البلدات التي بدأت تنفيذ برامج لإصلاح الأراضي نظام المعلومات الجغرافية لإدارة قواعد بيانات ملكية الأراضي (معلومات مساحة)، ويستخدم الكثير من المؤسسات البريدية الوطنية قواعد بيانات نظام المعلومات الجغرافية للرموز البريدية لتسهيل تسليم البريد. وحيثما تتاح قواعد البيانات الرقمية لمثل هذه الوحدات، فإنها يمكن أن تدعم إعداد قواعد البيانات الجغرافية للتعداد. وحيثما يمكن تحقيق مستوى عال من التوافق، فإن هذا له ميزة إضافية هي إمكان ربط الإحصاءات الخاصة بمناطق أخرى، مثل الطلب على المياه أو نتائج التصويت بسهولة أكبر بالإحصاءات الديمغرافية أو الاجتماعية.

٢ – ٩٢ وفي المكتب الإحصائي، تتطلب عمليات أخرى خاصة بالتعداد أيضاً تحديد وحدات جمع البيانات. والأهم هو أن التعدادات الزراعية والاقتصادية تُجرى بصورة منتظمة في الكثير من البلدان. ويستفيد الكثير من التطبيقات التحليلية من التحليل المشترك لمعلومات تعداد السكان مع البيانات الزراعية أو الاقتصادية. وسوف يزيد المستوى العالي من التوافق بين الوحدات الجغرافية المستخدمة لجمع هذه الأنواع من البيانات بدرجة كبيرة من نفعها في التطبيقات الحكومية وغير الحكومية.

(ج) تحديد مناطق العد

٢ – ٩٣ يناقش تحديد مناطق العد بصورة مطوّلة في كتيب مكتب الولايات المتحدة للتعداد BUCEN عن رسم خرائط التعداد (BUCEN, 1978) وبصفة خاصة في الفصلين الثاني والسابع). وتتشابه المفاهيم والإرشادات الخاصة بتحديد مناطق العد سواء استخدمت المناهج الخرائطية اليدوية أو الرقمية. ولهذا ستلخص القضايا الرئيسية ذات الصلة فقط بصورة موجزة.

٢ – ٩٤ يجب أن يراعي تصميم مناطق العد المعايير التالية:

- أن تكون مقصورة بصورة مشتركة (غير متداخلة) وشاملة (تغطي البلد كله)؛
- أن يكون لها حدود يمكن التعرف عليها بسهولة على الأرض؛
- أن تستجيب لاحتياجات الإدارات الحكومية ومستعملين آخرين للبيانات؛

- أن تكون متسقة مع التنظيم الإداري الهرمي؛
- أن تكون مفيدة أيضاً للأنواع الأخرى من التعدادات ونشاطات جمع البيانات؛
- أن تكون مدمجة بدون جيوب منعزلة أو أقسام منفصلة؛
- أن تكون بحجم سكاني متساو تقريباً؛
- أن تكون من الصغر ومن حيث الوصول إليها بما يتيح لعداد واحد أن يغطيها خلال فترة التعداد؛
- أن تكون من الصغر والمرونة بما يتيح أوسع نطاق من الجدولة بالنسبة لوحدات الإبلاغ الإحصائي المختلفة؛
- أن تكون من الكبر بما يضمن خصوصية البيانات.

٢ – ٩٥ من بين هذه المعايير البعض الذي يسهل جمع بيانات التعداد، في حين يتعلق البعض الآخر بفائدة مناطق العد في إنتاج منتجات مخرجات، وهذا يعني العلاقة بين وحدات جمع البيانات والجدولة. ويجب أن نتذكر أن غرض التعداد هو إنتاج بيانات مفيدة للإداريين وصانعي السياسة وغيرهم من مستعملي بيانات التعداد. ولهذا تكون الأسبقية لأقصى المرونة والملاءمة لإنتاج أفضل منتجات مخرجات ممكنة على سهولة العد الخاص بالتعداد.

٢ – ٩٦ يمكن تحديد حجم مناطق العد بطريقتين: حسب المساحة أو عدد السكان. وبالنسبة لرسم خرائط التعداد يكون حجم السكان معياراً أكثر أهمية، ولكن يجب مراعاة المساحة السطحية وإمكانية الوصول إلى المنطقة لضمان قيام العدّاد بخدمة منطقة عد في الإطار الزمني المحدد. ويتفاوت حجم السكان المختار من بلد إلى آخر ويتقرر استناداً إلى النتائج السابقة للاختبار. كما يتفاوت متوسط حجم السكان بين المناطق الريفية والحضرية، بالنظر إلى إمكان القيام بالعد في البلدان والمدن أسرع من الريف. وقد يتعيّن تحديد مناطق العد الأكبر أو الأصغر حسب ظروف خاصة. ولمعظم الأغراض العملية، فإن حجم سكان منطقة عد سيكون بمئات منخفضة حتى منتصف الخمس مئات.

٢ – ٩٧ قبل تحديد حدود منطقة العد، يجب تقدير عدد الأشخاص الذين يعيشون في منطقة وتوزيعهم الجغرافي. وما لم تتوفر المعلومات من دراسة استقصائية حديثة، أو نظام تسجيل أو بعض مصادر المعلومات الأخرى، فإنه يجب تحديد هذه الأعداد بعد وحدات المساكن وضربها في متوسط حجم الأسرة المعيشية. ويمكن تقرير عدد وحدات المساكن من خلال العمل الميداني الخرائطي أو، في بعض الحالات، من خلال الصور التي تلتقط من الجو كما نناقش ذلك في قسم لاحق.

٢ – ٩٨ يلزم أن تكون حدود منطقة العد ملحوظة بصورة واضحة على الأرض. ويتعيّن على كل العدادين، حتى إذا لم يكونوا قد حصلوا على تدريب جغرافي كبير أن يمتلكوا القدرة على العثور على حدود المنطقة المسؤولين عنها. وهكذا، قد تتفاوت أحجام السكان بين مناطق العد من أجل إنتاج تحديد يمكن التعرف عليه بسهولة. ومن المعالم الطبيعية التي يمكن استخدامها لهذا الغرض الطرق، والسكك الحديدية، والأخوار، والأنهار، والبحيرات، والأسوار أو أي معلم آخر يحدد الحدود بصورة واضحة جداً. وتعتبر المعالم التي لها أطراف متدرجة مثل الأدغال أو الغابات أو كونتورات الارتفاعات مثل الحيد أقل مثالية. وفي بعض الحالات، لا يمكن تجنب استخدام حدود مناطق العد التي لا يمكن رؤيتها بوضوح على الأرض. وفي هذه الحالة، يلزم تقديم وصف شفهي دقيق أو إضافة حاشية مناسبة على خرائط مناطق العد. ومن الأمثلة على ذلك الخطوط المقابلة والخطوط الممددة. فيمكن – على سبيل المثال – أن تمتد حدود منطقة عد بصورة متوازية لطريق معيّن مقابل محدد بوضوح، أو قد يحدد جزء من حدود منطقة العد كامتداد لطريق يمكن رؤيته بوضوح إذا كان مرتبطاً بمعلم آخر محدد بوضوح مثل نهر أو سكة حديدية.

٢ – ٩٩ تتم مواجهة قضايا خاصة تتعلق بتحديد مناطق العد في بلدان كثيرة. ففيما قد تكلف وحدات إدارية معيّنة بقرى معيّنة، مثلاً، فإن تحديد حدود القرية قد لا يتم. وكذلك فإنه يجب أن يخصص مرجع جغرافي للسكان الخاصين، مثل الانتقاليين أو البدو أو الأفراد العسكريين. فمثلاً، ينسب أفراد البحرية غالباً إلى موانئ بلادهم. وتناقش هذه القضايا بالتفصيل في مبادئ وتوصيات لتعدادات السكان والمساكن المنقحة (الأمم المتحدة، ١٩٩٨).

(د) تحديد المناطق الإشرافية (رئيس المجموعة)

٢ – ١٠٠ بعد تحديد مناطق العد، يكون تصميم الخرائط الإشرافية عادة مباشراً. وتتألف المناطق الإشرافية من مجموعات عادة تتراوح بين ٨ – ١٢ منطقة عد متماسة تتشارك بعض خواصها المتماثلة كمناطق عد. ويجب أن تكون مناطق العد التي تنسب إلى المنطقة الإشرافية ذاتها متضامة وذلك لتخفيض وقت السفر إلى أدنى حد، كما يجب أن تكون بحجم متساو تقريباً. ويجب أن تشملها نفس منطقة المكتب الميداني التي تحدد عادة طبقاً للوحدات الإدارية.

٢ – ١٠١ استناداً إلى حجم البلد، يمكن تخطيط مستويات إضافية لمناطق إدارة التعداد. في البلدان الأكبر تتوافق هذه غالباً مع المكاتب الإقليمية أو المناطق الإحصائية.

(هـ) الاتساق مع التعدادات السابقة

٢ – ١٠٢ يوفر التعداد نظرة مقطعية مستعرضة لحجم خواص سكان بلد ما. ومن أهم استخدامات التعداد تحليل التغيرات في تكوين السكان على مر الزمن. وهذا التحليل للتغير غالباً ما يتم فقط على مستويات الإجماليات إلى حد ما، مثل المستوى الوطني أو الإقليمي. غير أن التغيرات في المناطق المحلية لها أهمية معادلة، نظراً لأن القوى المحركة في المناطق الصغيرة تؤثر على قرارات رسم الخرائط المحلية. ويسهل بدرجة كبيرة إجراء تحليل التغيرات على المستوى المحلي إذا بقيت وحدات العد متوافقة بين التعدادات. وعلى الرغم من توفر

التقنيات الإحصائية أو غيرها التي توفق المعلومات لوحدات المناطق غير المتوافقة، فإن مثل هذه الطرق المختصرة تتيح وقوع أخطاء في أي تحليل لاحق. كما يفتقد معظم مستعملي البيانات الخبرة والأدوات اللازمة للقيام بمثل هذه الاستقراءات الداخلية. ولا تقل مشكلة تغير القاعدة الجغرافية بين التعدادات خطورة عن التغيرات في تعريف البنود الواردة في استبيان للتعداد.

٢ – ١٠٣ لهذا يجب على مكتب التعداد، عند تخطيط جغرافية التعداد، أن يحاول، بأكبر قدر ممكن، أن يحافظ على الحدود المستمدة من التعداد السابق. ونتيجة لزيادات حجم السكان، قد يتعيّن تحديد مناطق عد جديدة. وفي هذه الحالات، من المستحسن دائماً تقسيم منطقة عد قائمة إلى فروع بدلاً من تغيير الحدود. وبإمكان المحلل أن يجمع منطقة عد مقسمة إلى فروع كي يجعل بيانات التعداد الجديدة متوافقة مع المعلومات المتعلقة بعد سابق. وإذا تغيرت الحدود، تلزم طرق أكثر تعقيداً للتعديل.

٢ – ١٠٤ من عناصر تحديد مناطق العد التي يمكن أن تسهّل تحليل التغير جمع ملفات التوافق أو المعادلة. وتبيّن هذه الملفات رموز كل منطقة عد في التعداد الحالي والرموز المقابلة لها في عد سابق. وإذا كانت الوحدات قد قسمت أو جمعت يشار إلى هذا في هذه الملفات.

(و) خطة الترميز

٢ – ١٠٥ يجب تخصيص رمز متفرد لكل منطقة عد. ويستخدم هذا الرمز في معالجة البيانات لجمع معلومات العد الخاصة بالأسر المعيشية في كل منطقة عد وجمع هذه المعلومات الخاصة بالمناطق الإدارية أو الإحصائية للنشر. ويوفر الرمز العددي أيضاً الصلة بين بيانات التعداد المجمعة وقاعدة بيانات حدود منطقة العد الرقمية المخزنة في نظام المعلومات الجغرافية. ويناقش الترميز الجغرافي في مكتب الولايات المتحدة للتعداد (BUCEN, 1978، الفقرات٢ و٦ و٧) ويلزم وضع الخطة المثالية للترميز على أساس كل بلد على حدة. غير أنه يجب أن تكون القواعد المستخدمة لتخصيص الرموز غير غامضة ويجب أن تصمم بالتعاون مع الموظفين الجغرافيين والمعالجين للبيانات. وأهم مبادئ تصميم خطة ترميز هي المرونة وسهولة إدراكها بالبديهة والتوافق مع خطط الترميز الأخرى المستخدمة في البلد. وغالباً ما يكون المكتب الإحصائي هو القيّم على خطط الترميز في البلد، ويجب أن يكون محط التركيز أيضاً بالنسبة لتصميم رموز رسم خرائط التعداد.

٢ – ١٠٦ تسهل خطة الترميز المنظمة هرمياً عادة اتساق ووضوح المحددات العددية. وفي هذا النهج ترقم الوحدات الجغرافية في كل مستوى في التنظيم الإداري، مع ترك فجوات بين الأرقام لإتاحة الفرصة لإدخال المناطق الجديدة التي يتم إنشاؤها في المستقبل على هذا المستوى. فيجوز مثلاً ترقيم الوحدات ٥، ١٠، ١٥ وهكذا على المستوى الإقليمي. ويمكن استخدام خطة مماثلة للوحدات الإدارية الأقل مستوى ولمناطق العد. ونظراً لأنه غالباً ما توجد مقاطعات في الإقليم أكثر منها في البلد، فإن الأمر قد يتطلب مزيداً من الأرقام على المستويات الأقل. لهذا يتألف المحدد المتفرد لكل وحدة على أصغر مستوى، وهو منطقة العد، ببساطة من محددات متسلسلة للوحدات الإدارية التي تندرج تحتها.

٢ – ١٠٧ يمكن للبلد الصغير مثلاً أن يستخدم خطة الترميز التالية:

الإقليم	رقمان
المقاطعة	٣ أرقام
المنطقة المحلية	٤ أرقام
منطقة العد	٤ أرقام

٢ – ١٠٨ يعني رمز منطقة عد مكون بهذه الصورة ١٢ ٠٣٥ ٠١٧٥ ٠٠٢٣ أن رقم منطقة العد ٢٣ يوجد في الإقليم رقم ١٢ والمقاطعة رقم ٣٥ والمنطقة المحلية رقم ١٧٥. ويخزن الرمز المتفرد في قاعدة البيانات كعدد صحيح طويل أو كمتغير منتظم في سلسلة من ١٣ حرفاً. ويجب أن يكون النوع المتغير هو نفسه الذي تشمله قاعدة بيانات التعداد وفي قاعدة البيانات الجغرافية. وللتخزين في متغير ذي عدد صحيح ميزة إمكان اختيار مجموعات السجلات الفرعية بسهولة، باستخدام أوامر استفسار عادية بقاعدة البيانات في أي نظام لإدارة قاعدة البيانات أو في نظام للمعلومات الجغرافية. فمثلاً، سيجد الاستفسار التالي كل مناطق العد داخل المنطقة المحلية رقم ١٧٥ في قاعدة البيانات أو على الخريطة الرقمية:

اختر الرمز > ١٢٠٣٥٠١٧٥٠٠٠٠

والرمز < ١٢٠٣٥٠١٧٦٠٠٠٠

٢ – ١٠٩ من ناحية أخرى فإن تخزين الرمز كمتغير رقمي يمكن أن يحسّن من الاتساق، مثلاً خلال استخدام أصفار متقدمة. وفي هذه الحالة يعتبر الرمز اسماً بدلاً من رقم متسلسل.

٢ – ١١٠ في الحالات التي لا تكون فيها الوحدات الإدارية ووحدات الإبلاغ في تنظيم هرمي يجب وضع مصطلحات ترميز خاصة. وعلى أية حال، من المهم أن يتحقق اتساق كامل في تحديد واستخدام محددات الوحدات الإدارية، نظراً لأنها تمثل الصلة بين حدود نظام المعلومات الجغرافية وبيانات التعداد المجدولة. ولهذا يجب على مكتب التعداد أن يعد قائمة رئيسية لمناطق العد والوحدات الإدارية ورموزها الخاصة بها، وأن يُدخل أية تغييرات تجرى في القائمة الرئيسية في قواعد بيانات نظام المعلومات الجغرافية والتعدادات.

٥ – تصميم قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية

(أ) نطاق نشاطات رسم الخرائط

٢ – ١١١ بمجرد أن يقرر الجهاز المسؤول عن التعداد أن فوائد برنامج رسم الخرائط الرقمية تفوق تكاليفه، فإن الخطوة التالية هي تحديد نطاق نشاطات رسم الخرائط. ومن الواضح أنه لا يوجد نهج موحد مناسب

لكل البلدان. واستناداً إلى الوقت المتاح والموارد المتاحة، قد يختار بلد بدء تنفيذ برنامج شامل لرسم الخرائط يؤدي إلى قاعدة بيانات كاملة لحدود مناطق العد، أو قد يكون الهدف هو إنتاج خريطة رقمية من وحدات إجمالية أكبر مثل المقاطعات وذلك فقط لرسم الخرائط التالي للتعداد. وتبين الفقرات التالية مجموعة من الخيارات المتاحة.

(١) البرنامج الكامل لرسم خرائط التعداد (قاعدة البيانات الكاملة لمناطق العد)

٢ – ١١٢ تستهدف الاستراتيجية الطموحة لرسم خرائط التعداد إنتاج قاعدة بيانات رقمية كاملة لمناطق العد. وسوف تكون قاعدة البيانات المنتجة مسندة جغرافياً بصورة سليمة، بما يسمح بالتجميع والضم إلى طبقات خرائطية رقمية أخرى ونشرها للمستعملين الذين يطلبون بيانات عن السكان مسندة مكانياً. ومرة أخرى، هناك خيارات عديدة لإنتاج هذه القاعدة للبيانات. فيمكن استخراج الحدود الرقمية من الخرائط الكروكية المطبوعة المتاحة التي قد تكون منتجة للتعداد السابق. وتناقش تقنيات تحويل العمل الخطي على الخرائط الورقية إلى حدود رقمية في القسم ''دال'' أدناه. وهناك نهج بديل هو استحداث حدود عد جديدة من الخرائط الطبغرافية، وهو ما يسهل إضافة إحداثيات جغرافية متسعة، ويمكن جمع إحداثيات تحدد مناطق العد خلال العمل الميداني، باستخدام الأنظمة العالمية لتحديد المواقع.

٢ – ١١٣ بغض النظر عن النهج الذي يتم اختياره، فإن إعداد قاعدة بيانات كاملة لمناطق العد مهمة تنطوي على التحدي. فبالنسبة لمعظم البلدان من المحتمل أن تتطلب هذه العملية سنوات عديدة من العمل وتخصيصاً كبيراً للموظفين والموارد الحاسوبية. ومع ذلك يجب أن يكون هذا هدفاً للمدى الطويل لأي مشروع تعداد.

الإطار ثانياً – ٢ تجربة المكسيك في رسم خرائط التعداد

٢ – ١١٤ من أجل أن تولّد إحساساً بالجهد الذي ينطوي عليه مشروع شامل لرسم خرائط التعداد، تمثل تجربة المعهد المكسيكي الوطني للإحصاء والجغرافيا والمعلومات (INEGI) في إنتاج خرائط التعداد الرقمية لتعداد السكان لعام ١٩٩٠ تجربة معلّمة [أ]. في عام ١٩٨٧، قرر المعهد إنتاج خرائط رقمية لـ ٣٢ ولاية، و٢,٤٠٣ بلدية، و٢٤,١٣١ AGEBs (وحدة إحصائية تتألف من ٢٥ إلى ٥٠ صف مبان)، و٩٠٥,٥٧٦ صف مبان خاص بالتعداد. وتعرف قاعدة البيانات التي أُنتجت باسم نظام المعلومات الإحصائية الجغرافية الآلي (SAIG).

٢ – ١١٥ كانت مصادر بيانات الحدود مجموعة متنوعة من المنتجات الخرائطية العادية – خرائط خطية للحضر وخرائط طبغرافية – فضلاً عن صور رقمية وعمل ميداني موسع قام به موظفو التشغيل في مكاتب مناطقية مختلفة لمنظمة التعداد. واستغرقت العملية بأكملها نحو عامين وقام بها ١٢٣ موظفاً. وانخفض الوقت اللازم للتحويل إلى أشكال رقمية والرسم البياني ورقابة النوعية في إنتاج خريطة رقمية لوحدة إحصائية من ٤,٥ ساعة في بداية المشروع إلى نحو ٤٥ دقيقة في المراحل النهائية.

٢ – ١١٦ اعتمد INEGI في البداية على البرنامج المعياري AUTOCAD وهو برنامج تصميم بمساندة الحاسوب (CAD) يدعم التحويل إلى أشكال رقمية والتنقيح الأساسي وبرنامج Arc/Info وهو برنامج نظام معلومات جغرافية شامل. وطور INEGI داخلياً برنامجاً لرسم الخرائط يستخدم أيضاً لغرض النشر (SCINE – وهو نظام للرجوع إلى بيانات التعداد). وتم تكييف النظام بعد ذلك ليدعم التعدادين الزراعي والاقتصادي وتم إنتاج عدد من المنتجات الخاصة المشتقة مثل خرائط الجرائم وقواعد البيانات الخاصة بالعجز. ووفر INEGI أيضاً خدمات استشارية حول إعداد قواعد بيانات نظام المعلومات الجغرافية الخاصة بالتعداد في عدة بلدان في أمريكا اللاتينية.

٢ – ١١٧ من بين العوامل التي سهلت نجاح مشروع رسم خرائط التعداد المكسيكي العامل التالي المميز. فقد كان INEGI ملتزماً التزاماً مؤسسياً قوياً بالمشروع. وفي هذه المنظمة الإحصائية الكبيرة الممولة جيداً اتخذ قرار مبكر باستخدام التكنولوجيات الجديدة في رسم خرائط التعداد بل في تطبيقات رسم خرائط أخرى أيضاً. وأدت العلاقات المؤسسية الوثيقة بين المكتبين الإحصائي والخرائطي، اللذين يضمهما مبنى الوكالة ذاتها، إلى تعاون أفاد الفرعين: فقط أتيح لمكاتب التعداد أن تحصل على التكنولوجيا والمشورة من وكالة رسم الخرائط، التي يمكنها بدورها أن تدمج المعلومات الاجتماعية – الاقتصادية في منتجاتها الخاصة. وبالإضافة، اتبع INEGI استراتيجية رسم خرائط التعداد طويلة المدى وتتميز ببرنامج مستمر لتحديث وتنقيح قاعدة البيانات الرقمية. وبعد جهد أوّلي ضخم لتحويل مئات الآلاف من المضلعات إلى أشكال رقمية ودمجها بعد ذلك في بيانات التعداد المجدولة، فإن الصيانة المستمرة رخيصة نسبياً وتضمن مستوى عالياً من النوعية بالنسبة للتعدادات المتكررة والعمليات الإحصائية الأخرى. وأخيراً، فإن إتاحة منتجات بيانات التعداد في شكل مسند مكانياً قد فتح أسواقاً جديدة لبيانات التعداد في البلد بين الشركات الخاصة والمعاهد التعليمية والباحثين.

[أ] ينبني الملخص الحالي على Espejo (1996) وعلى الاتصال الشخصي بالعاملين في INEGI.

(٢) المعلومات المسندة في شكل متجهات

٢ – ١١٨ لا تكفي حدود مناطق العد وحدها لأغراض العد. فيجب أن تبين خرائط العدادين معالم إضافية على الخريطة الأساسية تتيح لهم العثور على المناطق المكلفين بها والطواف في وحدة التعداد. وتشمل المعالم المرشحة لهذا الغرض شبكة الشوارع، وخطوط السكة الحديدية، والمعالم الهيدرولوجية مثل الأنهار والبحيرات، والمعالم البارزة الرئيسية مثل أماكن العبادة أو المدارس أو المصانع أو المطارات أو المستوطنات بمقاييس رسم خرائطية صغيرة أو المباني المنفردة بمقاييس رسم كبيرة، ومعلومات خاصة بالأرض. ويحدد بعض هذه المعالم الحدود الطبيعية لمناطق العد. فمثلاً يسهل تحديد مناطق العد ككتل مدن تحدها الشوارع على العدادين التعرف على وحدة التعداد المكلفين بها.

٢ – ١١٩ يتوقف اختيار المعالم التي يجب إظهارها رقمياً لإعداد خرائط العدادين على الموارد المتاحة. وقد تتاح بعض المعلومات من وكالات حكومية أخرى أو من القطاع الخاص. وخلافاً لذلك، يجب أن تزن منظمة التعداد بحرص مزايا توفير معلومات إضافية في شكل رقمي بالمقارنة بالوقت والموظفين اللازمين لإنتاج طبقة بيانات جغرافية أخرى.

٢ – ١٢٠ يجب أن تتخذ القرارات أيضاً خلال مرحلة تصميم مفاهيم قاعدة البيانات حول كيفية تمثيل المعالم في قاعدة البيانات. فمثلاً يمكن تحويل الشوارع إلى أشكال رقمية كخطوط مزدوجة أو خطوط في الوسط فقط. ويمكن تمثيل المنازل بمضلعات تعكس شكلها الفعلي أو برموز موحدة قياسياً.

٢ – ١٢١ تتوقف الاحتياجات من الموارد أيضاً على عدد الخصائص التي يتم جمعها بالنسبة للمعالم الجغرافية ودرجة تعقيدها. فمثلاً قد تتألف قاعدة بيانات شبكة شوارع مدينة ببساطة من مجموعة خطوط دون أية خواص إضافية. ويزيد تخزين المعلومات حول أسماء الشوارع، أو نوع السطح، أو عدد الحارات، أو الاتجاه (شوارع الاتجاه الواحد أو الاتجاهين)، أو نطاقات بالعناوين بالنسبة لكل جزء من الشوارع بدرجة كبيرة من الوقت اللازم لإتمام إعداد قاعدة البيانات. غير أن هذا الاستثمار الإضافي سوف يجعل مجموعة البيانات أيضاً أكثر نفعاً لأغراض التعداد ولتطبيقات كثيرة أخرى. ويجب وزن المفاضلة لكل حالة بصورة منفصلة.

(٣) المعلومات المسندة في شكل خطوط مسح مستنسخة بالماسحات الضوئية

٢ – ١٢٢ هناك بديل لإعداد قاعدة بيانات المتجهات للمعالم المسندة جغرافياً التي تستهلك الوقت وهو استنساخ الخرائط الطبغرافية المسندة جغرافياً القائمة بالماسحات الضوئية على حدود مناطق العد ويمكن أن تطبع بعد ذلك. ولكن من عيوب هذه الطريقة أن التغيرات في المعلومات الخاصة بالخلفية – مثل الطرق الجديدة – لا يمكن إدخالها بسهولة. وكذلك لا توجد معلومات عن الخصائص تسجل للمعالم الخاصة بالخلفية التي يمكن أن تستخدم لاختيار المعالم المنفردة وإعطاء رموز لها. ومن ناحية أخرى، فإن استنساخ الخرائط الطبغرافية بالماسحات الضوئية أسرع بكثير وأقل كلفة من تحويل هذه الخرائط إلى أشكال رقمية، كما أن التصميم الخرائطي للخرائط الطبغرافية يتيح تمثيلاً واضحاً للمعلومات الجغرافية المكثفة وهو ما يصعب تحقيقه ببرنامج نظام المعلومات الجغرافية التجاري.

(٤) تسجيل المستجمعات السكانية بمناطق العدادين فقط

٢ – ١٢٣ مكنت تكنولوجيا الحاسوب المستعملين العاديين من الانتفاع بقواعد بيانات جغرافية تفصيلية لمناطق العد وذلك حديثاً بصفة نسبية. وأصبحت أجهزة الحساب الحاسوبية الرخيصة متاحة على نطاق واسع، واستخدمت بعض المكاتب الإحصائية طريقة أبسط لتمثيل معلومات التعداد مكانياً. فبدلاً من تمثيل منطقة عد كمضلع كامل، لخّصت كل منطقة عد بواسطة موقع نقطة ممثلة لها، تكون عادة مستجمعاً سكانياً. والمثال على ذلك هو النقاط الممثلة للمستجمعات السكانية لمقاطعات العد (EDs) (وهي أصغر منطقة تنشر عنها البيانات) في تعداد المملكة المتحدة لعام ١٩٩١ (Openshaw, 1995). وقد حددت مواقع النقاط بالعين خلال تصميم جغرافيّة التعداد في مكتب التعدادات والدراسات الاستقصائية السكانية.

٢ – ١٢٤ ميزة هذا النهج هي بساطته، حيث إن إحداثي نقطة واحدة يستخدم لتمثيل كل منطقة عد. ويؤدي هذا إلى صغر حجم الملفات وسرعة العرض. ويمكن تحديد الإحداثيات من الخرائط المتاحة أو المجمعة في العمل الميداني، باستخدام النظام العالمي لتحديد المواقع. ويمكن ربط بيانات التعداد بالمستجمعات السكانية في قواعد بيانات نظام المعلومات الجغرافية وعرضها كرموز للنقاط. ومن عيوب ذلك أن قاعدة بيانات التجمعات السكانية لمنطقة العد لن يكون لها نفع للعدادين خلال القيام بالتعداد. ولهذا يمكن أن تكون عنصراً إضافياً فقط في نهج الخرائط الكروكية التقليدية. وكذلك الحال على الأخص في المناطق الريفية حيث يتباين حجم مناطق العد بدرجة كبيرة، وفيها لا يوفر إحداثي واحد ما يكفي من المعلومات حول المدى الفعلي لكل منطقة. ولهذا يمكن أن يكون العرض الخرائطي باستخدام رموز النقاط مضللاً.

(٥) رسم خرائط ما بعد التعداد فقط

٢ – ١٢٥ استخدم عدد قليل من البلدان استراتيجية كاملة لرسم خرائط التعداد الرقمية في جولة تعدادات عام ١٩٩٠. ومن المحتمل أن يزيد العدد في جولة عام ٢٠٠٠، ولكن لا يمكننا أن نتوقع سوى خلال جولات التعدادات التالية أن تستخدم معظم البلدان تقنيات نظام المعلومات الجغرافية من بداية عملية التعداد إلى نهايتها. غير أن عدداً كبيراً بين البلدان استخدم رسم الخرائط الرقمية في النشاطات

التالية للتعداد لتمثيل نتائج جولة عام ١٩٩٠ من جمع البيانات ولنشرها. وبالنسبة للبلدان التي لم تستخدم نظام المعلومات الجغرافية في النشاطات السابقة للتعداد، فإن رسم الخرائط التالي للتعداد على مستويات مجاميع أكبر (مثل المقاطعة أو القضاء أو البلدية) يوفر فرصة للتعرف على التقنيات، ودعم تقديم بيانات التعداد وتوسيع قاعدة مستعملي المعلومات الإحصائية.

٢ – ١٢٦ يتطلب رسم الخرائط التالي للتعداد موارد أصغر بكثير من الرسم الكامل لخرائط مناطق العد، حيث إنه يلزم فقط عادة تحويل مئات قليلة من الوحدات الإدارية إلى أشكال رقمية. ويمكن القيام بهذا النشاط مركزياً بمكتب التعداد، الذي يستطيع عندئذ توزيع المعلومات إلى السلطات المناطقية التخطيطية والإدارية.

(٦) النهج المختلط

٢ – ١٢٧ في ضوء الوقت الذي يستغرقه إعداد برنامج كامل لرسم الخرائط، قد تقرر مكاتب التعداد الوطنية أن تختار نهجاً تدريجياً إزاء رسم خرائط التعداد الرقمية. وقد يقرر بلد، مثلاً، أن يستخدم نظام المعلومات الجغرافية لرسم خرائط مناطق العد في أكبر المدن فقط. أما بالنسبة لبقية البلد، فإنه يمكن استخدام التقنيات اليدوية التقليدية. وفي التعدادات التي ستجرى في المستقبل سوف يستخدم نظام المعلومات الجغرافية عندئذ في هذه المناطق.

٢ – ١٢٨ في بعض الظروف قد يكون من المفيد استخدام تكنولوجيات جديدة مثل الصور الرقمية التي تلتقط من الجو أو الصور التي تلتقطها السواتل في المناطق النائية حيث لا تتاح الخرائط التي تم تحديثها أو التي يكون فيها العمل الميداني صعباً. وفي المناطق الحضرية التي تنمو بسرعة، تتيح تقنيات الاستشعار من بعد لمكتب التعداد أيضاً أن يجدد خرائط المدن. وهكذا يمكن أن تفيد التكنولوجيات الجديدة في سد الثغرات التي يصعب ملؤها باتباع المناهج التقليدية. وهناك نهج مختلط آخر يمكن استخدامه لتقرير الإحداثيات التي تعين حدود مناطق العد باستخدام الأنظمة العالمية لتحديد المواقع وإضافة مبان وطرق ومعالم أخرى تفيد في التكييف مع الأوضاع الجغرافية الواقعية في منطقة العد يدوياً.

(٧) سجل العناوين المسندة جغرافياً

٢ – ١٢٩ يقطع بعض البلدان خطوة أبعد من التحويل الرقمي لمناطق العد أو حدود المباني التي يشملها شارع والخاصة بالتعداد. فبدلاً من إنتاج خرائط لمناطق إبلاغ صغيرة، تعد هذه البلدان قواعد بيانات يمثل فيها كل عنوان مبنى بإحداثي في نظام سليم للإسناد الجغرافي. والمثال على ذلك هو نظام نقاط العناوين الذي وضعه وسوقه تجارياً المسح العسكري في المملكة المتحدة (المسح العسكري، ١٩٩٣) الذي يوفر الإحكام، وليس بالضرورة الدقة، على مستوى أقل من المتر. وهناك طريقتان لإنشاء قاعدة بيانات نقاط العناوين.

٢ – ١٣٠ الاختيار الأول هو جمع إحداثي كل مبنى في البلد سواء بالتحويل إلى أشكال رقمية من خرائط طبغرافية وخرائط مدن صغيرة متاحة أو بجمع الإحداثيات باستخدام تقنيات ميدانية. فقد بدأت إدارة الإحصاء في كندا – مثلاً – اختباراً تجريبياً للنشاطات في تعداد ٢٠٠١، الذي سيجمع فيه عداد التعداد إحداثياً لكل مبنى سكني في البلد، باستخدام النظام العالمي لتحديد المواقع (Li, 1997). وسيكون إطار المساكن المسند جغرافياً الذي ينتج عن ذلك أكثر أنظمة الإسناد تفصيلاً بالنسبة لمعلومات التعداد في البلد. ويمكن عندئذ ضم النقاط التي تمثل الأسر المعيشية التي تتاح عنها بيانات تعداد إلى أي مناطق إبلاغ إحصائي مرغوبة، باستخدام عمليات نظام معلومات جغرافية بسيطة.

٢ – ١٣١ هناك نهج ثان ممكن تتوفر فيه قاعدة بيانات لشبكة الشوارع وملف رئيسي لعناوين السكان. وتتألف قاعدة بيانات شبكة الشوارع من أجزاء من الشارع أو الطريق. ويتمثل الجزء من الشارع في امتداد الشارع بين تقاطعين، حيث يعرف التقاطع بأنه مكان تلتقي فيه ثلاثة أجزاء من الشارع أو أكثر أو حيث يتغير الشارع اسمه. وفي نظام المعلومات الجغرافية يتم تحديد الشوارع بالخطوط التي تمثل وسطها، وتعرف التقاطعات بأنها نقاط التقاطع (انظر الشكل ثانياً – ٧). ويبيّن جدول الخصائص الجغرافية الداخلية ما هي ''من نقطة التقاطع'' وما هي ''إلى نقطة التقاطع'' بالنسبة لكل جزء من الخط. ويتحدد الجزء من نقطة التقاطع أو إلى نقطة التقاطع حسب الاتجاه الذي تم فيه تحويل الخط إلى شكل رقمي. وبالنظر إلى الاتجاه فإنه يمكن أن نحدد أي جانب من جزء الشارع هو اليسار وأي جانب هو اليمين.

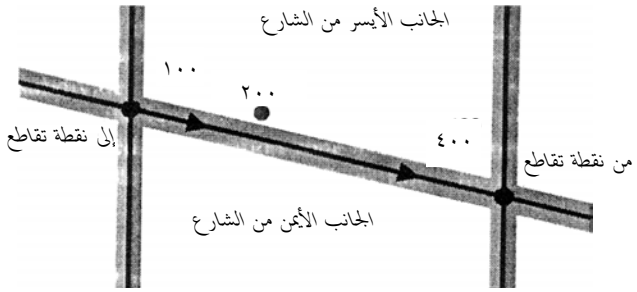
٢ – ١٣٢ بالنسبة لكل جزء خطي في قاعدة بيانات الشوارع، يلزم تسجيل نطاق أرقام العناوين الخاصة بجانبي الشارع. وهكذا يوفر جدول الخصائص خمسة حقول على الأقل وتسجيل بكل جزء من الشارع:

- اسم الشارع؛
- العنوان الأول على الجانب الأيمن من الشارع؛
- العنوان الأخير على الجانب الأيمن؛
- العنوان الأول على الجانب الأيسر من الشارع؛
- العنوان الأخير على الجانب الأيسر.

٢ – ١٣٣ في معظم البلدان التي تتبع أنظمة عناوين الشوارع، تكون الأرقام على أحد جانبي الشارع زوجية، وتكون المفردة على الجانب الآخر منه. وبهذه المعلومات يمكن لنظام المعلومات الجغرافية أن يحدد موقع أي عنوان على شبكة الشوارع في عملية تعرف باسم مواءمة العناوين (ويشار إليها أحياناً أيضاً بـ الترميز الجغرافي). ويتم تقييم كل عنوان بالشارع من قائمة، ويُواءم مع موقع على جزء الشارع المقابل

له. ويتم اختيار الموقع على أساس رقم العنوان نسبة إلى نطاق العناوين بجزء الشارع. فمثلاً، إذا كانت العناوين في شارع تتراوح بين ١٠٠ و٤٠٠، فإنه يمكن وضع قيمة عنوان تبلغ مائتين في موقع يبلغ ثلث طول جزء الشارع (الشكل ثانياً – ٧). ويتطلب تحديد موقع العنوان استقراءً داخلياً. ولهذا فهو ليس مضبوطاً ولكنه عادة من القرب بما يكفي تحقيق معظم الأغراض.

الشكل ثانياً – ٧ مواءمة العنوان (الترميز الجغرافي)



٢ – ١٣٤ لنظام الترميز الجغرافي للعناوين عدد من المزايا الواضحة. فبالنظر إلى معرفة موقع كل عنوان في شارع وبالتالي كل أسرة معيشية، فإن مكتب التعداد يستطيع أن يعيد ضم بيانات التعداد مكانياً إلى أي مجموعة جديدة من مناطق الإبلاغ مثل الرموز البريدية أو الدوائر الصحية أو الوحدات الإدارية.

٢ – ١٣٥ غير أن إعداد قاعدة بيانات للعناوين المرمزة جغرافياً يتطلب استثماراً أكبر بكثير من الاستثمار على قواعد البيانات التي تمثل مناطق الإبلاغ. ولهذا تستخدم فقط عادة في البلدان التي يكون فيها سلطات أخرى، مثل مكتب البريد، مصلحة في إنشاء مثل هذه القاعدة للبيانات. وفي بعض البلدان فإن القطاع الخاص هو الذي ينشئ قواعد بيانات عناوين الشوارع للتطبيقات التجارية وهي عادة تتعلق بالتسويق.

٢ – ١٣٦ تتطلب المواءمة الآلية للعناوين قاعدة بيانات شاملة للشوارع تتضمن معلومات مرفقة عن نطاق العناوين. ولن تنجح هذه الطريقة في حالة ما إذا كانت أرقام العناوين غير محددة تسلسلاً. وفي بعض البلدان ترقم المنازل طبقاً لتاريخ بنائها وليس طبقاً لتسلسلها على امتداد الشارع. ولهذا لن تكون مواءمة العناوين التي تعتمد على الاستقراء الداخلي لعناوين الشوارع مناسبة. وفي مثل هذه الحالات، فإن أفضل الاستراتيجيات هي التسجيل الواضح لكل موقع خاص بأسرة معيشية، وهو ما يؤدي إلى إنشاء ملف رئيسي للعناوين يشمل عنوان وإحداثي كل مكان للعيش، شريطة أن تكون الموارد الخاصة بتجميع مثل هذه البيانات متاحة. وبينما يفيد الترميز الجغرافي للعناوين في بيئة متقدمة، إلاّ أنه ليس من المحتمل أن تتبناه دول كثيرة نامية للأعمال الخرائطية الخاصة بالتعداد.

٢ – ١٣٧ تتطلب سجلات العناوين أو قواعد بيانات وحدات المساكن المسندة جغرافياً اهتماماً خاصاً بقضايا سرية البيانات. ونظراً لأنه يمكن التعرف على كل أسرة معيشية من الإحداثي الخاص بها، وحتى ولو لم تتح المعلومات النصية عن العنوان، فإنه يجب على مكتب التعداد أن يمارس رقابة كاملة على قاعدة البيانات الرئيسية وينشر المعلومات فقط في شكل مجاميع مع إغفال الأسماء.

(٨) جمع المعلومات ذات الصلة

٢ – ١٣٨ يتطلب رسم خرائط التعداد قدراً كبيراً من العمل الميداني، وهو ما يعني عادة أن يزور الموظفون القائمون برسم الخرائط كل الأماكن في البلد. وتوفر عملية جمع البيانات هذه فرصة متفردة لجمع معلومات إضافية، بمجهود إضافي ضئيل فقط. ومن المخرجات المفيدة قائمة كاملة بإحداثيات وأسماء كل القرى والمستوطنات الأخرى في البلد. وتنتج وكالات رسم الخرائط الوطنية مثل هذه المعاجم الجغرافية، ولكن هذه يتم تحديثها عادة بصورة غير منتظمة ولهذا غالباً ما تكون قديمة العهد. ولهذا يمكن أن يتعاون مكتب التعداد مع وكالة رسم الخرائط لتحديث المعاجم الجغرافية، وفي الوقت نفسه، يراجع كل الإحداثيات باستخدام التقنيات الميدانية التقليدية أو الأنظمة العالمية لتحديد المواقع.

٢ – ١٣٩ وبالإضافة، وبمجهود إضافي نوعاً ما يمكن القيام بعمليات جرد تفصيلية لمواقع وخصائص مرافق الخدمة. ويتطلب الكثير من الوكالات الحكومية مثل هذه المعلومات لدراسة وتخطيط وصول الجماهير إلى الخدمات العامة مثل المستشفيات أو المدارس أو المكاتب الحكومية. وتوسع قاعدة بيانات التعداد المسندة جغرافياً لمواقع مثل هذه المراكز التي تقدم الخدمات إلى جانب بيانات التعداد المسندة جغرافياً، بدرجة عظيمة من الاختيارات المتاحة للتحليل وتخطيط السياسة.

(ب) اختيارات التطبيق

٢ – ١٤٠ بعد تحديد نطاق مشروع رسم خرائط التعداد الرقمية، يلزم اتخاذ بعض القرارات الإضافية التي تتعلق بتطبيق الاستراتيجية المختارة.

(١) الإسناد الجغرافي مقابل عدم الإسناد الجغرافي

٢ – ١٤١ ما يميز نظام المعلومات الجغرافية عن الرسوم البيانية الحاسوبية أو أنظمة التصميمات بمساندة الحاسوب CAD هو قدرة أنظمة المعلومات المكانية على دعم الإسناد الجغرافي المتسق. ويعني هذا أن كل كيان جغرافي، مثل وحدة إدارية، أو قرية، أو موقع مرفق، يحدد بإحداثيات جغرافية من عالم الواقع. ويتيح الإسناد الجغرافي ضم مجموعات بيانات الخرائط المكانية التي ترد من مصادر مختلفة (مثل المقاطعات أو المناطق الإيكولوجية) في إطار واحد متسق، كما يمكن المستعمل من دمج المجموعات الفرعية الفردية لمجموعة بيانات أكبر. فمثلاً، يمكن إضافة حدود المقاطعات لعدة أقاليم والتي

كانت قد حددت بصورة منفصلة، وذلك لإنتاج مجموعة بيانات على المستوى الوطني.

٢ – ١٤٢ ليس من الضروري، من حيث المبدأ، إسناد خرائط العدّادين الخاصة بالتعداد جغرافياً لغرض القيام بالتعداد. وقد استُخدمت الخرائط الكروكية المرسومة يدوياً تقليدياً. وتوفر معلومات كافية لكل عداد لأداء واجباته. ولا تضم هذه الخرائط الكروكية عادة لإنتاج خرائط تغطي منطقة أكبر، ولهذا ليس من المهم أن تتوافق حدود مناطق العد المتاخمة لبعضها البعض التي ترسم في خرائط كروكية منفصلة توافقاً كاملاً. ويمكن أيضاً، بطبيعة الحال، رسم الخرائط الكروكية بالاستعانة ببرنامج للرسوم البيانية يستند إلى الحاسوب. وفي تلك الحالة، تسند كل خريطة كروكية إلى نظام إحداثياتها النسبي الخاص، الذي يقاس بالسنتيمترات أو البوصات من أصل في الركن اليساري الأسفل من كل صفحة خرائطية. ويسهل إنتاج الخرائط الكروكية التي تستخدم برامج الرسوم البيانية من التصحيح والتحديث، كما يسهل من إنتاج نسخ متعددة. وبالمقارنة ببرامج نظام المعلومات الجغرافية، فإن برامج الرسوم البيانية أيضاً أرخص في العادة وأسهل في تعلمها وتتطلب حواسيب أقل قوة.

٢ – ١٤٣ يزيد استخدام برنامج نظام معلومات جغرافية أو رسم خرائط استعانة بالحاسوب المنضدي من تكاليف إنتاج خرائط التعداد. والأهم أن الإسناد الجغرافي يتطلب بعض الخبرة في معالجة الإحداثيات الجغرافية (انظر المرفق ثانياً). ويزيد هذا من متطلبات التدريب، فضلاً عن الوقت اللازم لاستكمال خرائط التعداد. وكذلك، فإن برامج رسم الخرائط بالاستعانة بالحاسوب المنضدي وعدد قليل من أنظمة الرسوم البيانية أو التصميمات المستندة إلى الحاسوب CAD توفر وظائف مطلوبة للإسناد الجغرافي. وتستخدم هذه الوظائف لتحديد وتغيير الإسقاط الجغرافي لخريطة والتخلص من التشوهات التي توجد في الخرائط الكروكية التي ترسم باليد.

(٢) التحديد الجديد مقابل تحويل التحديد القائم

٢ – ١٤٤ يجب على منظمة التعداد الوطني أن تقرر أيضاً ما إذا كانت ستعتمد على منتجات التعداد الخرائطية القائمة، مثل الخرائط الكروكية من تعداد سابق، أو ما إذا كان سيجري تحديد جديد كامل لمناطق العد. وفي معظم الحالات يستخدم مزيج من مصادر بيانات الخرائط القائمة والعمل الميداني للتحديث والمراجعة المستعرضة. ويناقش القسم ''د'' أدناه تقنيات تحويل مصادر البيانات الورقية المطبوعة القائمة فضلاً عن تقنيات العمل الميداني الحديثة.

(٣) التطوير الداخلي مقابل إسناد العمل الجغرافي إلى مصادر خارجية

٢ – ١٤٥ يمكن أن يخفض أي مكتب إحصائي أو يحوّل التكاليف التي يشملها وضع برنامج لنظام المعلومات الجغرافية بعدة طرق. وأكثر الوسائل فعالية هي مشاركة التكاليف مع وكالات أخرى في البلد. وقد أظهرت أمثلة المكاتب الإحصائية في أمريكا اللاتينية، التي توجد غالباً في نفس مبنى المنظمة التي تمثل المظلة مثل الوكالة الجغرافية أو وكالة رسم الخرائط آثاراً تعاونية يمكن تحقيقها من وراء التعاون الوثيق. فالمكتب الإحصائي يستفيد من رسم الخرائط وقدرات نظام المعلومات الجغرافية في الشعبة الجغرافية، في حين يمكن أن تدمج شعبة رسم الخرائط معلومات التعداد المسندة مكانياً في عملها الخرائطي ومنتجاتها الخرائطية. وحتى في حالة غيبة مثل هذه الروابط المؤسسية، فإن التعاون الوثيق بين الوكالات التي تتماثل احتياجاتها إلى البيانات سوف يكون مفيداً. فمثلاً، يمكن لمكتب إحصائي أن ينسق جهود جمع البيانات أو شراء البيانات مع إدارات التخطيط، أو التعليم، أو الموارد الطبيعية. ويخفض هذا بدرجة كبيرة مثلاً من تكاليف الحصول على البيانات المستشعرة من بعد.

٢ – ١٤٦ هناك بديل هو تكليف وكالة حكومية أخرى أو شركة قطاع خاص بعملية الخرائط بكاملها. فمثلاً، تعاون مكتب الإحصاء الأسترالي في قيامه بتعداد عام ١٩٩١ مع شركة خاصة أنتجت خرائط مناطق العد الرقمية للبلد كله. وترشد الاتفاقات بين الشركة ومكتب الإحصاء استخدام البيانات ونشرها تجارياً بعد ذلك.

٢ – ١٤٧ يثير تكليف مصادر خارجية بالعمل الكثير من القضايا التي تناقش في القسم ٣ (ب) حول التعاون المؤسسي. والميزة التي يكسبها مكتب الإحصاء هي تخفيض الاستثمار في التدريب والمعدات، والاقتصاد في الوقت اللازم للوصول الفوري إلى الخبرة الموسعة في نظام المعلومات الجغرافية. أما العيوب فهي فقد الرقابة على العملية الخرائطية، وحقيقة عدم توفير خبرة داخلية، والتكاليف الأعلى المحتملة في المدى الطويل تصبح الوكالة معتمدة على موردين خارجيين. وقد يصعب في بعض البلدان أيضاً العثور على الشركة الداخلية القادرة على تقديم الخدمات على المستوى اللازم لأداء مشروع كبير لرسم خرائط التعداد. وفي الواقع، فإن النهج الذي يعتبر أكثر الوسائل ملاءمة هو مزيج من النشاطات الداخلية والخدمات الاستشارية الخارجية.

(٤) أهمية تجنب المخاطر

٢ – ١٤٨ يجب عند اختيار النهج الملائم لرسم خرائط التعداد، وضع استراتيجية مناسبة للتحكم في المخاطر. وحيث إن التعداد بكامله يتوقف على استكمال برنامج رسم خرائط مناطق العد في حينه، فيجب أن يكون هناك مستوى معيّن من الخطط المتكررة والاحتياطية في عمليات رسم خرائط التعداد. وفي أكثر الاستراتيجيات حرصاً، قد يتطلب الأمر نهجاً رقمياً ويدوياً موازياً لرسم الخرائط. ويمكن اتباع نهج هذه الاستراتيجية المزدوجة إلى أن يتحقق ضمان كامل بأن إنتاج الخرائط الرقمية سيتم في موعده.

٢ – ١٤٩ من المناهج الأخرى للتقليل من المخاطر إلى أدنى حد اتباع نهج رسم الخرائط الرقمية في منطقة واحدة أولاً قبل توسيع نطاق البرنامج وتطبيقه على كل المناطق، وهو ما يماثل مرحلة تجريبية ممددة، أو قصر المناهج الرقمية على جوانب مختارة فقط من عملية رسم خرائط التعداد. فمثلاً، يمكن القيام برسم الخرائط الميدانية يدوياً، مع تحويل الخرائط الكروكية إلى أشكال رقمية بعد ذلك بدلاً من الاعتماد على تقنيات رسم الخرائط الميدانية الرقمية من البداية. وفيما يجب ألاّ تعوق مسألة تجنب المخاطر تبني تقنيات مبتكرة لرسم الخرائط، فإن أهمية امتلاك القدرة على استكمال العمل الخرائطي في موعده هي أهم اعتبار في اختيار استراتيجية للتطبيق.

(ج) تحديد هيكل قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية

(١) قواعد البيانات العلاقاتية

٢ – ١٥٠ قبل مناقشة هياكل محددة لقاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية الخاصة بالتعداد، سنستعرض مفاهيم قواعد البيانات العلاقاتية، التي تستخدمها معظم برامج نظام المعلومات الجغرافية. ويستخدم نموذج قاعدة البيانات العلاقاتية لتخزين واسترجاع ومعالجة جداول البيانات التي تستند إلى المعالم الجغرافية في قاعدة بيانات الإحداثيات. وهي تبنى على أساس نموذج علاقة الكيان.

٢ – ١٥١ في سياق جغرافي، يمكن أن يكون الكيان وحدات إدارية أو وحدات تعداد، أو أي معلم مكاني آخر تجمع عنه الخصائص. فمثلاً، قد يمثل كيان معلم ''منطقة عد'' (انظر الشكل ثانياً – ٨). وتعتبر مناطق العد الفردية في مقاطعة أو بلد أمثلة على هذا الكيان، وتمثل كصفوف في جدول الكيان. وعلى النقيض من ذلك، فإن نوع الكيان يشير إلى هيكل جدول قاعدة البيانات: خصائص الكيان المخزنة في أعمدة الجدول. وقد يكون هذا، بالنسبة لمنطقة العد هو المحدد المتفرد، المنطقة السطحية، السكان، رمز منطقة رئيس مجموعة العدادين (CLA) المكلف بالكيان وهكذا. والجدير بالذكر أن نوع الكيان يشير فقط إلى التحديد العام لجدول قاعدة البيانات وليس إلى القيم الحقيقية المسجلة لكل حالة. وتستخدم خاصية أو أكثر (أعمدة) في نوع الكيان كمفاتيح أو محددات وأحدها هو المفتاح الرئيسي، الذي يخدم كمحدد متفرد لنوع الكيان. ويمكن أن يكون هذا المفتاح الرئيسي هو رمز منطقة العد بالنسبة لقاعدة بيانات منطقة العد.

الشكل ثانياً – ٨ مثال لجدول الكيان – منطقة العد

الكيان: منطقة عد

النوع (الخصائص)

رمز منطقة العد	المنطقة	السكان	رمز رئيس المجموعة العاملة CL
٧٢٣١٠١	٣٢,١	٧٦٣	٨٨
٧٢٣١٠٢	٢٨,٤	٥٩٣	٨٨
٧٢٣١٠٣	١٩,١	٨٣٨	٨٨
٧٢٣٢٠١	٣٤,٦	٨٣٢	٨٨
٧٢٣٢٠٢	٢٥,٧	٦٣٢	٨٩
٧٢٣٢٠٣	٢٨,٣	٨٣٩	٨٩
٧٢٣٢٠٤	١٢,٤	٣٨٨	٨٩

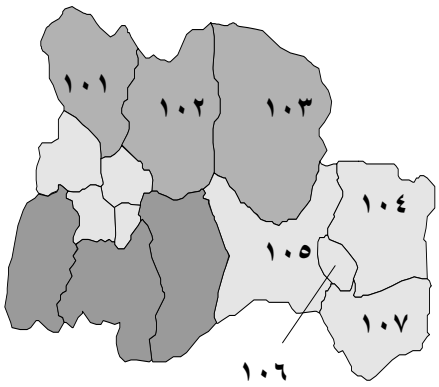
المفتاح الرئيسي

الشكل ثانياً – ٩ جداول قواعد البيانات العلاقاتية

جدول البيانات الأصلي

المحدد	الإقليم	المقاطعة	سكان الإقليم	معدل الخصوبة الإجمالي للإقليم	سكان المقاطعة	معدل الخصوبة الإجمالي للمقاطعة
١٠١	ميريدا	بالما	٢١٤ ٠٨٤	٣,٢	٨٩ ٧٦٣	٣,٤
١٠٢	ميريدا	سانتا ماريا	٢١٤ ٠٨٤	٣,٢	٤٥ ٩٣٨	٢,٩
١٠٣	ميريدا	فيزالو	٢١٤ ٠٨٤	٣,٢	٧٨ ٣٨٣	٣,٢
١٠٤	لاباز	بولو	٣٩٧ ٨٨١	٣,٧	٩٨ ٣٠٢	٣,٩
١٠٥	لاباز	هوزيه	٣٩٧ ٨٨١	٣,٧	٦٧ ٣٥٢	٤,٢
١٠٦	لاباز	مالابو	٣٩٧ ٨٨١	٣,٧	١٠٢ ٨٣٩	٣,٧
١٠٧	لاباز	تشيلابو	٣٩٧ ٨٨١	٣,٧	١٢٩ ٣٨٨	٢,٨
…	…	…	…	…	…	…

الأقاليم والمقاطعات



جدول البيانات بعد التطبيع

المقاطعات

المحدد	الإقليم	المقاطعة	سكان المقاطعة	معدل الخصوبة الإجمالي للمقاطعة
١٠١	ميريدا	بالما	٨٩ ٧٦٣	٣,٤
١٠٢	ميريدا	سانتاماريا	٤٥ ٩٣٨	٢,٩
١٠٣	ميريدا	فيرالو	٧٨ ٣٨٣	٣,٢
١٠٤	لاباز	بولو	٩٨ ٣٠٢	٣,٩
١٠٥	لاباز	هوزيه	٦٧ ٣٥٢	٤,٢
١٠٦	لاباز	مالابو	١٠٢ ٨٣٩	٣,٧
١٠٧	لاباز	تشيلابو	١٢٩ ٣٨٨	٢,٨
…	…	…	…	…

الأقاليم

الإقليم	سكان الإقليم	TFR الإقليم
ميريدا	٢١٤ ٠٨٤	٣,٢
لاباز	٣٩٧ ٨٨١	٣,٧
…	…	…

٢ – ١٥٢ تحدد العلاقات الارتباط بين الكيانات. مثلاً، يمكن ربط جدول يصف مناطق العد بجدول لمنطقة كيان رئيس المجموعة. وبهذا الجدول خصائص مثل اسم رئيس المجموعة، والمكتب الإقليمي المسؤول ومعلومات خاصة بالاتصال. والمفتاح الرئيسي في هذا الجدول هو رمز رئيس المجموعة (CL code)، الذي يوجد أيضاً في جدول منطقة العد. وبذا يمكن لنظام إدارة قاعدة بيانات علاقاتية أن يربط بين الجدولين، حتى يجرى التواؤم مثلاً بين جدول منطقة العد وما يقابله في جدول رئيس المجموعة.

٢ – ١٥٣ تُسمّى عملية تصميم هيكل قاعدة بيانات علاقاتية من خلال اتباع سلسلة من الخطوات التطبيع. ونواتجها هو قاعدة بيانات بأدنى حد من التكرار. وبمعنى آخر، ترتب البيانات في عدد من الجداول حتى يتم تجنب القيم التي تُكرر مرات كثيرة. ويقلل هذا من مساحة التخزين ويتجنب الأخطاء التي قد تحدث في العمليات العادية المتعلقة بقواعد البيانات مثل الإدخال، أو الحذف، أو التحديثات.

٢ – ١٥٤ يبيّن الشكل ثانياً – ٩ الفرق بين جدول بيانات بسيط وشكله بعد التطبيع، باستخدام مثال قاعدة بيانات مقاطعة. ففي الحالة الأولى، تكرر المعلومات الخاصة بالأقاليم بالنسبة لكن مقاطعة في الإقليم. ولا يضيع هذا فقط مساحة تخزين، بل يصعّب أيضاً من تحديث أو تغيير المعلومات بالنسبة للأقاليم. ويجب إبدال القيم بالنسبة لكل مقاطعة منفردة. وفي هيكل قاعدة البيانات الذي تم تطبيعه، استُبدل اسم الإقليم برمز عددي أكثر اندماجاً يوفر الصلة بجدول ثان. وهنا يصبح رمز الإقليم المفتاح الرئيسي لمعلومات الإقليم الذي يشمل اسم الإقليم، والسكان، والمعدل الإجمالي للخصوبة. وبعد ضم قاعدتي البيانات مؤقتاً عن طريق رمز الإقليم، يمكن الوصول إلى معلومات الإقليم في كل مثال في جدول المقاطعة.

٢ – ١٥٥ ليس تحديد الهيكل الكامل لقاعدة البيانات بالمهمة التافهة. وتوفر بعض برامج إدارة قواعد البيانات وظائف تطبيع تستحدث آلياً هياكل قواعد بيانات علاقاتية. غير أن هذا ليس بديلاً جيداً للتصميم الشامل لقاعدة بيانات شاملة. ويوصف نموذج علاقة الكيان بتفصيل أكبر في هول (Hohl, 1998) في سياق تحويل بيانات نظام المعلومات الجغرافية. ويوفر باتيني وآخرون (١٩٩٢) مقدمة أكثر عمومية وشمولاً.

(٢) عناصر قاعدة بيانات التعداد

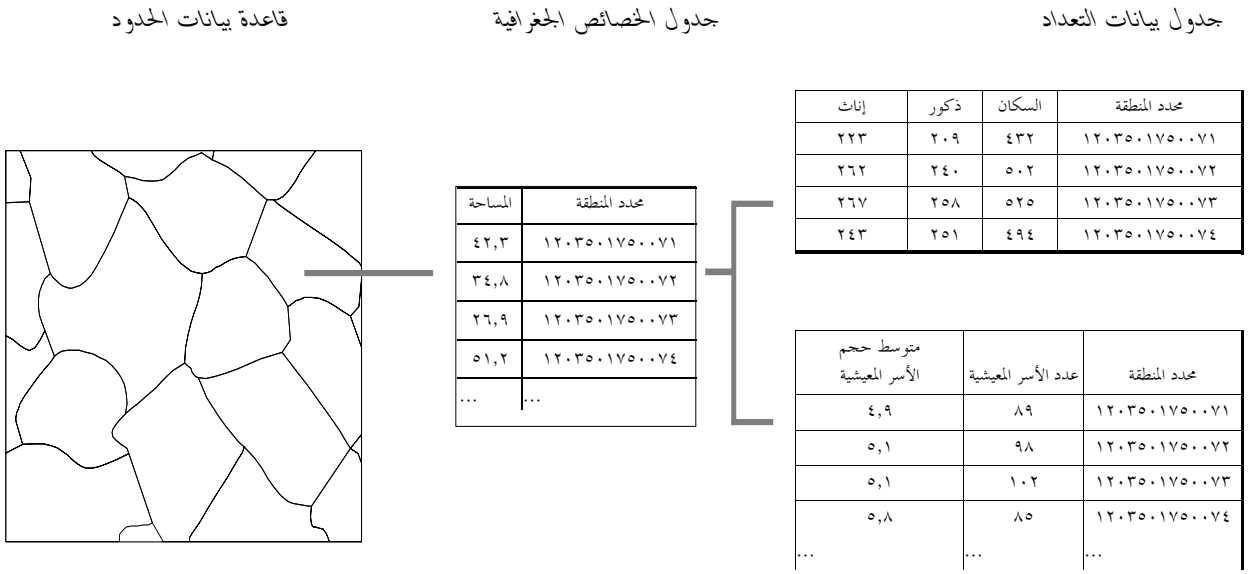
٢ – ١٥٦ تتألف قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية الشاملة الخاصة بالتعداد من خريطة رقمية لمناطق العد للتعداد، وفي معظم الحالات، سلسلة من طبقات الخرائط القاعدية التي توفر السياق والتكييف مع الأوضاع الجغرافية الواقعية في الخرائط النهائية للعدّادين. وقد تكون طبقات الخرائط القاعدية طرقاً أو أنهاراً أو مبان أو مستوطنات. ويتم احتواء كل من هذه الخرائط في قاعدة بيانات منفصلة لنظام المعلومات الجغرافية. ولهذا، لن يتم تخزين الطرق والأنهار مثلاً، على الرغم من تمثيلها على السواء كخطوط، في نفس الملف الرقمي.

٢ – ١٥٧ قبل بدء إدخال البيانات وتحويلها، يجب على الموظفين القائمين برسم الخرائط أن يصمموا هيكل مجموعات بيانات نظام المعلومات الجغرافية الذي سينتج. ويتعيّن أن يكون تحديد هذا الهيكل وصفاً تفصيلياً لكل المصطلحات والإرشادات التي يحتاج القائمون برسم الخرائط إلى اتباعها لضمان اتساق منتجات المخرجات النهائية. ومن شأن عملية التخطيط الجيدة أن تتجنب التشوش وحالات عدم التوافق في العملية في وقت لاحق.

٢ – ١٥٨ والخطوة الأولى هي التفكير في الصورة التي ستبدو عليها المنتجات النهائية. فالمحتمل مثلاً أن تتألف قاعدة البيانات الرقمية الكاملة لمناطق العد من العناصر التالية (انظر الشكل ثانياً – ١٠):

- قاعدة بيانات الحدود الرقمية، وتتألف من معالم المنطقة (المضلعات) التي تمثل وحدات التعداد.
- جدول الخصائص الجغرافية. وهو ملف لقاعدة البيانات يربط داخلياً بقاعدة البيانات المكانية ويحتوي على سجل واحد لكل مضلع. ويحتوي هذا الجدول على محدد متفرد لكل وحدة تعداد واحتمالاً بعض الثوابت الإضافية وهي المتغيرات غير المتغيرة مثل مساحة الوحدة بالكيلومترات.
- جداول بيانات التعداد، وتحتوي على خصائص غير مكانية، وهي مؤشرات للتعداد خاصة بوحدات التعداد المكانية. ويجب أن يحتوي كل من هذه الملفات المحدد المتفرد لوحدة التعداد، الذي يوفر الصلة بسجلات جداول خصائص المضلعات المقابلة. وسيخصص سجل واحد لكل وحدة تعداد.

الشكل ثانياً – ١٠ عناصر قاعدة بيانات التعداد المكانية الرقمية



٢ – ١٥٩ ترتبط قاعدة بيانات الحدود والخصائص الجغرافية ربطاً محكماً، فهما أساساً يمثلان مجموعة بيانات واحدة. وخلا التخطيط للتعداد، تجمع بعض المعلومات الأساسية المتعلقة بالتعداد مثل تقديرات وحدات المساكن أو السكان ومعلومات عن الوثائق بالنسبة لكل منطقة عد. وتخزن هذه المعلومات الخارجية عن وحدات التعداد في جداول بيانات منفصلة في نظام عام لإدارة قواعد البيانات. ومن هناك يمكن ربطها حسبما يتطلب الأمر ببيانات الحدود بواسطة المحدد المشترك – وهو رمز منطقة العد في جدول الخصائص الجغرافية. وعندئذ ومن أجل إعداد الخرائط المواضيعية لنتائج التعداد، تربط بيانات الحدود والتعداد عن طريق محددات متفردة في جداول

خصائص المضلعات. ومن الواضح أنه من أجل ضمان توافق قواعد بيانات التعداد، وهو منتج برنامج إدخال وجدولة البيانات مع ملفات الحدود الجغرافية، يلزم التعاون الوثيق بين قسمي رسم خرائط التعداد ومعالجة البيانات.

٢ – ١٦٠ عادة تعد قواعد بيانات منفصلة لكل مستوى إداري أو مجموعة من المناطق الإحصائية التي تنشر عنها بيانات التعداد. وعند تحديث الحدود على أي مستوى، يتعيّن – بطبيعة الحال – إجراء تغييرات أيضاً في كل قواعد البيانات التي تحتوي على هذه الحدود. وأفضل نهج هو إجراء كل التغييرات في قاعدة البيانات الرئيسية للحدود على أدنى مستوى للمجاميع (مثل قاعدة البيانات على مستوى منطقة العد) وإنتاج كل قاعدة بيانات للوحدة الإدارية أو الإحصائية على المستوى الأعلى باستخدام نظام معلومات جغرافية عادي ووظائف تجميع لقاعدة البيانات.

٢ – ١٦١ وقد يكون بعض طبقات البيانات القاعدية أكثر بساطة من خريطة مناطق العد الرقمية الخاصة بالتعداد. فمثلاً، قد يجمع فقط بالنسبة لقاعدة بيانات خاصة بالطرق عدد قليل فقط من الخصائص، وهي اسم الطريق أو محدده إذا كان متاحاً ونوع السطح وعدد الحارات. وفي هذه الحالة، قد يكون من الضروري تخزين معلومات الخصائص الوصفية في جدول منفصل. وللتبسيط يمكن احتواء كل الخصائص في جدول الخصائص الجغرافية نفسه.

٢ – ١٦٢ في مراحل معيّنة بين دورات التعداد وخلالها، يجب إعداد مجموعات بيانات المقياس المرجعي فمثلاً، يجب أن تتوفر نسخة متفردة من قاعدة بيانات التعداد للبلد تتوافق مع كل جهد لجمع البيانات أو تطبيق إحصائي يتصل بذلك. ويمكن إنتاج مجموعات منفصلة لبيانات الحدود المجمعة بالنسبة لكل وحدة إبلاغ إحصائي تكون البيانات مطلوبة عنها. ويجب أن تحفظ هذه المجموعات من بيانات المقياس المرجعي التي أعدت من نفس قاعدة البيانات الرئيسية لتعداد يتم في عام ١٩٩٥، ودراسة استقصائية كبيرة في ١٩٩٧ وانتخابات في عام ١٩٩٨.

(٣) تحديد محتوى قاعدة البيانات (نمذجة البيانات)

٢ – ١٦٣ بمجرد تحديد نطاق النشاطات الجغرافية الخاصة بالتعداد، يلزم أن يحدد مكتب التعداد ويوثق هيكل قواعد البيانات الجغرافية بتفصيل أكبر. وتعرف هذه العملية أحياناً بنمذجة البيانات ويشمل تحديد المعالم الجغرافية التي يلزم إدخالها في قاعدة البيانات، وخصائصها وعلاقاتها بمعالم أخرى. والمخرج الناتج هو معجم بيانات مفصل يرشد عملية إعداد قاعدة البيانات ويمثل أيضاً التوثيق في مراحل لاحقة.

٢ – ١٦٤ تجدر ملاحظة أن الكثير من قواعد بيانات نظام المعلومات الجغرافية تعد دون نمذجة للبيانات المفصلة. وتتطلب هذه الخطوة الوقت وبعض الخبرة في مفاهيم قواعد البيانات. وللاستثمار الإضافي ما يبرره في مشروع شامل لرسم خرائط التعداد. وتفرض عملية نمذجة البيانات درجة من الدقة والاتساق التي تضمن إعداد قواعد بيانات مرتفعة النوعية وتسهيل المحافظة عليها. وقد يكون من المرغوب فيه، بالنسبة لوكالة رسم خرائط التعداد التي تمارس هذه العملية لأول مرة أن توظف مستشاراً له خبرة في مجال قواعد بيانات نظام المعلومات الجغرافية لتوجيه الفريق خلال العملية.

٢ – ١٦٥ يقوم الكثير من الوكالات الوطنية والدولية – كما ناقشنا في موضع سابق – بدور نشط بالفعل في إعداد نماذج عامة للبيانات خاصة بالمعلومات المكانية كجزء من الهيكل الأساسي الوطني للبيانات الجغرافية (ويعرف أحياناً باسم رياضيات الأرض). وغالباً ما يستطيع مكتب التعداد أن يكيف معياراً وطنياً للبيانات المكانية بما يتناسب مع الاحتياجات الخاصة لجمع البيانات الإحصائية. وفي الحالات التي لا تتاح فيها مثل هذه المعلومات، يلزم وضع نموذج بيانات داخلياً. وتوفر الجداول الجاهزة من وكالات رسم الخرائط أو الوكالات الإحصائية في دول أخرى مرجعاً مفيداً لهذا الغرض.

٢ – ١٦٦ يقدم المرفق ثالثاً مثالاً يبيّن الشكل الذي قد يبدو عليه وصف نموذج بيانات في معجم بيانات. ويرتبط بنموذج البيانات معايير البيانات الواصفة للبيانات وهو ما سنناقشه في القسم التالي، والمعاجم الأبسط لقواعد البيانات، التي تصاحب قواعد البيانات الموزعة على الجمهور العام (انظر المرفق رابعاً).

(د) إعداد البيانات الواصفة للبيانات

٢ – ١٦٧ في الدليل الحالي، من الموصى به أن ينظر إلى رسم خرائط التعداد كعملية تتم في المدى الطويل، وليست جهداً يتم مرة واحدة فقط. فعلى مدى فترة طويلة من الزمن يتم الوصول إلى عناصر في قاعدة بيانات بصورة متكررة، وأحياناً بعد فترة مؤقتة طويلة. ويعني احتمال التغيرات المتكررة في هيئة الموظفين أنه يلزم أن تقوم الذاكرة المؤسسية على أساس ما هو أكثر مما يتذكره محللو نظام المعلومات الجغرافية في الإعداد الأوّلي للبيانات. ولهذا فإن التوثيق التفصيلي لجميع الخطوات التي يشملها إعداد قواعد بيانات التعداد الرقمية المكانية إجباري.

٢ – ١٦٨ يشمل مصطلح البيانات الواصفة للبيانات أو "البيانات عن البيانات" المعلومات الخاصة بنوعية البيانات، والصيغ، وخطوات معالجة البيانات، وكل المعلومات الأخرى المتعلقة بمجموعة بيانات. وللبيانات الواصفة للبيانات عدة مهام:

- دعم مجموعات البيانات الرقمية التي توفرها منظمة والحفاظ عليها وتحديثها؛
- دعم توزيع البيانات بتوفير معلومات عن مدى ملاءمة مجموعة البيانات لاستخدام مستعملين خارجيين؛

- دعم إدماج مجموعات بيانات منتجة خارجياً فيما يتوفر لمنظمة ما من بيانات.

٢ – ١٦٩ من الواضح أن ما يعتبره منتجون مختلفون للبيانات بيانات أساسية واصفة للبيانات يمكن أن يختلف اختلافاً كبيراً. ولهذا بدأ الكثير من البلدان في وضع معايير عامة للبيانات الواصفة للبيانات الجغرافية. وتستهدف هذه المعايير توحيد المصطلحات المتعلقة بمعلومات التوثيق المكانية. ولهذا تدعم هذه البلدان إعداد هيكل أساسي وطني للبيانات المكانية عن طريق تسهيل تبادل البيانات ودمجها. وعلى المستوى الدولي، تحاول عدة منظمات تنسيق إعداد معايير للبيانات الواصفة للبيانات المكانية بين مجموعات البلدان. ومن بينها المجموعة العاملة للمنظمة الدولية لتوحيد المقاييس المعنية بالمعلومات الجغرافية/رياضيات الأرض (www.statkart.no/ISOTC211)، وإدارة تبادل المعلومات المفتوحة للّجنة الأوروبية (www2.echo.Lu/oii/en/oii-home.html) واللجنة الدائمة المعنية ببناء الهيكل الأساسي لنظام المعلومات الجغرافية في آسيا والمحيط الهادئ (www.permcom.apgis.gov.au).

٢ – ١٧٠ نظراً لأن بيانات التعداد المسندة مكانياً تمثل جزءاً لا يتجزأ من الهيكل الأساسي الوطني للبيانات المكانية، يجب دمج خرائط التعداد الرقمية بأكبر قدر ممكن بالجهود الأخرى لرسم الخرائط الرقمية في البلد. وبالنسبة للبيانات الواصفة للبيانات يعني هذا أنه يجب على منظمة التعداد الوطنية أن تتبنى معياراً للبيانات الواصفة للبيانات على المستوى الوطني أو الإقليمي، إذا وجد. ومن شأن التعاون الوثيق مع السلطة الوطنية المسؤولة – وهي عادة المنظمة الوطنية لرسم الخرائط أو مجلس استشاري بين الإدارات – أن يسهل تقديم مثل هذه المعايير. وإذا لم يتوفر معيار وطني، فإن منظمة التعداد ستوفر الوقت والموارد بتكييف معيار مناسب تستمده من بلد آخر بدلاً من إعداد معيار للبيانات الواصفة للبيانات من العدم.

٢ – ١٧١ ومن الأمثلة على معيار البيانات الواصفة للبيانات المعد جيداً والمستخدم على نطاق واسع معايير المضمون الخاصة بالبيانات الواصفة للبيانات المكانية الجغرافية الرقمية (CSDGM) التي وضعتها لجنة البيانات الجغرافية الوطنية في الولايات المتحدة (www.fdgc.gov). وتبيّن أنواع المعلومات التي تحتويها قاعدة بيانات خاصة بالبيانات الواصفة للبيانات. والمعيار الكامل معيار شامل، وتقوم لجان متخصصة مختلفة بإعداد الإرشادات المتعلقة بأنواع محددة من البيانات. فمثلاً، يوجد مقر اللجنة الفرعية المعنية بالبيانات الثقافية والديمغرافية في مكتب التعداد في الولايات المتحدة (www.census.gov/geo/www/standards/scdd؛ انظر FGDC, 1997b). ويناقش في الفقرة التالية فقط العناصر الرئيسية لتعريف البيانات الواصفة للبيانات.

٢ – ١٧٢ تتكون معايير المحتوى الخاصة بالبيانات الواصفة للبيانات المكانية الجغرافية الرقمية (SDGM) من سبعة فروع رئيسية ويمكن تصورها كجدول جاهز لقاعدة بيانات مقسم إلى حقول تصف الجوانب المختلفة لمجموعة البيانات الرقمية. وتحتوي بعض الحقول على مجموعة محددة مسبقاً من الرموز أو الخصائص. غير أن الكثير من العناصر يمثل حقولاً نصية يصف فيها منتج البيانات معالم قاعدة البيانات مثل النوعية أو يقدم معلومات حول ترتيب الخطوط. وتعتبر أكثر العناصر أهمية إجبارية، ولهذا يجب إدخالها بالنسبة لكل مجموعة بيانات. وتعتبر هذه المجموعة الإجبارية من الحقول نقطة بدء جيدة لتحديد الجدول الجاهز للبيانات الواصفة للبيانات والمتعلقة بمنظمة التعداد. وتوصف الأخرى بأنها ''إجبارية، إذا انطبقت عليها هذه الصفة'' أو ''اختيارية''.

٢ – ١٧٣ هذه هي العناصر الرئيسية للمعيار:

- معلومات التحديد، وتشمل اسم مجموعة البيانات، والمنطقة المغطاة، والكلمات الرئيسية، والغرض، والبيانات التحديدية، والقيود المفروضة على الوصول إلى البيانات واستخدامه؛
- معلومات عن نوعية البيانات، مثل تقدير الدقة الأفقية والرأسية، والاتساق المنطقي، ودلالات الألفاظ، والمعلومات المؤقتة، ومدى اكتمال مجموعة البيانات و ترتيبها. ويشمل الترتيب مصادر البيانات المستخدمة لإنتاج مجموعة البيانات، فضلاً عن خطوات معالجتها والمنتجات الوسيطة؛
- معلومات حول تنظيم البيانات المكانية، ويشير هذا إلى الطريقة التي تخزن بها البيانات مثل معلومات صحائف الخرائط الرقمية الثابتة أو القائمة على خطوط المسح أو المتجهات؛
- معلومات الإسناد المكاني، وتشمل الإسقاط الخرائطي وكل المحددات ذات الصلة التي تحدد نظام الإحداثيات؛
- معلومات الكيان والخصائص، وتحتوي على تعريفات تفصيلية لخصائص مجموعة البيانات وتشمل خصائص أنواع البيانات، والقيم والتعريفات المسموح بها. وهذه إلى حد كبير هي نفس المعلومات التي يحتويها معجم البيانات كما وصفت في موضع سابق من هذا الدليل؛
- معلومات التوزيع، وتشمل موزع البيانات، وصيغة ملف البيانات، وأنواع الوسائط غير المباشرة، والاتصال المباشر بالبيانات، والرسوم وعملية إصدار الأمر؛
- معلومات إسناد البيانات الواصفة للبيانات، وتوفر معلومات عن البيانات الواصفة للبيانات ذاتها، والأهم عن الجهة التي أعدتها ومتى أعدتها.

٢ – ١٧٤ بالإضافة إلى الفروع الرئيسية السبعة، يشمل معيار المحتوى ثلاثة عناصر صغرى. ويشار إلى هذه العناصر بصورة متكررة في الفروع الرئيسية. وبدلاً من تكرارها مرات كثيرة، يلزم فقط تخزينها في موقع واحد. وهذه الفروع الثلاثة الصغرى هي:

- معلومات الاستشهاد، وتضمن الإسناد المتسق للمعد الأصلي للبيانات، واسمه، وتاريخ النشر، والناشر؛

- معلومات الفترة الزمنية، وتشمل التاريخ المنفرد، والتواريخ المتعددة أو سلسلة من التواريخ؛
- معلومات موظفي الاتصال، مثل الشخص و/أو المنظمة التي تتم مراجعتها، وعنوانها، وتليفونها.

٢ – ١٧٥ من مزايا توحيد معلومات البيانات الواصفة للبيانات بين الحكومات والجهات الأخرى المنتجة للبيانات إمكان إعداد أنظمة عامة تدير قاعدة البيانات وتستخدمها. فمثلاً، توجد سلسلة من الأدوات لإدارة CSDGM. وتشمل نماذج إدخال في النص، وصيغة لقاعدة البيانات أو تصفح الشبكة الحاسوبية (عن طريق الإنترنت أو الإنترانت) ووسائط قراءة البيانات الواصفة للبيانات التي يمكن للمكتبات أو أنظمة توزيع بيانات الإنترنت استخدامها. وأضاف بائعو البرامج الحاسوبية التجارية أيضاً أدوات توثيق إلى برامجهم تسهل إعداد البيانات الواصفة للبيانات في صيغة CSDGM.

٢ – ١٧٦ ويعتبر تحديد الجدول الخاص بالبيانات الواصفة للبيانات والمستخدم في مشروع رسم خرائط التعداد جانباً واحداً فقط من إدارة البيانات الواصفة للبيانات. والجانب الآخر هو تطبيق الإجراءات الخاصة بالحفاظ على البيانات الواصفة للبيانات. ويجب على منظمة التعداد أن تقرر متى يتم إدخال البيانات الواصفة للبيانات ومن الذي يتعيّن أن يقوم بذلك، وفي أي صيغة يتم تخزينها – نماذج ورقية أو ملفات رقمية – ومن الذي سيشرف على اكتمالها، ودقتها، وإمكانية استخدام المعلومات الناتجة. ويجب أن يصاحب إعداد البيانات الواصفة للبيانات في كل خطوة من خطوات عملية إعداد قاعدة البيانات، كما يجب ألاّ ينظر إليها ببساطة على أنها خطوة توثيق نهائية. ولصالح المستعملين في المستقبل أو المستعملين الخارجيين للبيانات، يجب أن تعتبر البيانات الواصفة للبيانات على نفس مستوى الأهمية الذي تمثله قواعد البيانات المكانية ذاتها.

(هـ) القضايا المتعلقة بنوعية البيانات

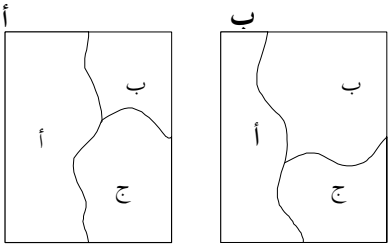
(١) متطلبات الدقة

٢ – ١٧٧ ربما تكون مهمة وضع معايير مقبولة لدقة البيانات من بين أكثر المهام أهمية في تخطيط مشروع لإعداد قاعدة بيانات رقمية. وفي الكثير من الميادين مثل إدارة المرافق والتسهيلات أو رسم خرائط الأرض أو الخرائط الهيدرولوجية، توجد معايير دقيقة لقواعد البيانات يمكن تبنيها في أي مشروع جديد. وعلى النقيض من ذلك، فإن رسم خرائط التعداد غالباً ما يتم نوعاً ما على أساس تحقيق غرض معيّن بالذات، وذلك باستخدام تقنيات يدوية وخرائط كروكية، دون إعطاء اعتبار كبير للدقة الجغرافية. وهذا مناسب طالما كانت خرائط التعداد تستخدم لأغراض التعداد فقط. غير أنه في نظام المعلومات الجغرافية أصبحت خرائط التعداد جزءاً لا يتجزأ من الكثير من التطبيقات التحليلية في القطاعات الحكومية أو الخاصة أو الأكاديمية. وهذا عنصر رئيسي يبرر الاستثمار في رسم خرائط التعداد الرقمية في المقام الأول. وعند ضم خرائط التعداد إلى مصادر بيانات جغرافية رقمية أخرى تظهر على الفور نواقص تتعلق بالدقة. ولهذا فإن متطلبات الدقة في رسم خرائط التعداد الرقمية أعلى منها بالنسبة للتقنيات التقليدية لرسم خرائط التعداد.

٢ – ١٧٨ تشير الدقة في نظام المعلومات الجغرافية إلى بيانات الخصائص، وهي جدول الخصائص الجغرافية وبيانات التعداد التي يمكن إرفاقها بها على السواء، والبيانات الجغرافية. ولا تختلف القضايا المتعلقة بدقة بيانات الخصائص عن تلك التي نواجهها في إدخال البيانات المتعلقة بالتعداد والنشاطات الخاصة بالمعالجة ولهذا ستناقش فقط باختصار. وترتبط دقة البيانات الجغرافية بالنقاط والخطوط والمناطق المخزنة في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية التي تصف المعالم على سطح الأرض.

٢ – ١٧٩ يمكن تقسيم دقة البيانات الجغرافية إلى دقة منطقية ودقة ترتبط بالموقع وتسمى هذه أحياناً بالدقة المطلقة. وتشير الدقة المنطقية إلى تكامل العلاقات بين المعالم الجغرافية. فمثلاً، يجب أن يتصل طريق في طبقة قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية يحسر في طبقة أخرى. ويجب أن يتوافق نهر مخزن في قاعدة بيانات هيدرولوجية تعين الحدود بين وحدتين إداريتين مع الحدود بين الوحدتين. ويجب أن تقع بلدة تمثل كنقطة في قاعدة بيانات نظام معلومات جغرافية في وحدة إدارية مقابلة في طبقة أخرى من نظام المعلومات الجغرافية. ويمكن تمثيل نفس العلاقة المنطقية بصورة صحيحة في خرائط مختلفة لها مظهر مختلف جداً. فمثلاً، تمثل الخريطتان في الشكل ثانياً – ١١ بصورة صحيحة علاقات الجوار بين ثلاث وحدات إدارية.

الشكل ثانياً – ١١ الدقة المنطقية



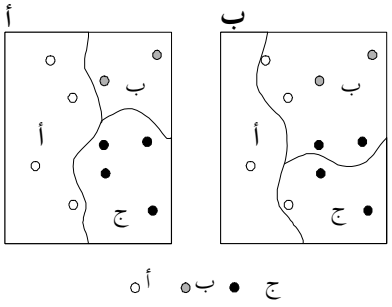
٢ – ١٨٠ تؤكد الدقة المرتبطة بالموقع بالدليل، على النقيض من ذلك، أن إحداثيات المعالم في قاعدة بيانات نظام للمعلومات الجغرافية صحيحة بالنسبة إلى مواقعها الحقيقية على سطح الأرض. وهذا يعني أنه يجب إجراء المقاييس الخرائطية بدرجة كافية من الخطة باستخدام أجهزة قياس دقيقة مثل الأنظمة العالمية لتحديد المواقع. وبطبيعة الحال، فإن مجموعة البيانات التي تخلو من الخطأ الموقعي ستمثل بدقة أيضاً العلاقات المنطقية بين المعالم الجغرافية.

٢ – ١٨١ في بعض التطبيقات تمثل الدقة المنطقية أهمية أكبر من الدقة الموقعية. وبالنسبة لقاعدة بيانات للتعداد، قد يكون من المهم أن نعرف أن شارعاً معيّناً يحدد حدود منطقة عد أكثر مما نعرف أن الإحداثيات

الدقيقة تمثل الموقع الحقيقي لطريق بدرجة عالية من الدقة على الطبيعة. وفي الحقيقة، فإن الخرائط الكروكية التي تنتجها النشاطات التقليدية الخاصة برسم خرائط التعدادات تكون دقيقة منطقياً في العادة، ولكن دقتها الموقعية منخفضة. ولا يمثل هذا مشكلة إذا ما كانت الخرائط تستخدم فقط لدعم عمليات العد المتعلقة بالتعداد طالما أن الانحرافات لا تجعل التكيف مع الأوضاع الجغرافية الواقعية في منطقة العد مستحيلاً. غير أنه إذا كانت خرائط التعداد تستخدم بعد ذلك لأغراض أخرى، فإن مشاكل كبيرة يمكن أن تنشأ.

٢ – ١٨٢ يبيّن الشكل ثانياً – ١٢ مثلاً مجموعة من عينات مواقع المسح التي حددت باستخدام نظام عالمي دقيق للغاية لتحديد المواقع. وتتوفر للخريطة القاعدية الأساسية درجة عالية من الدقة الموقعية، حتى تقع النقاط في الوحدة الإدارية الصحيحة. وعلى النقيض من ذلك، فإنه فيما تتصف الخريطة القاعدية في الشكل ثانياً – ١٢ ب بالدقة المنطقية، إلاّ أن درجة دقتها الموقعية منخفضة. ولهذا فإن بعض نقاط نظام المعلومات الجغرافية التي قيست بدقة تقع في الوحدات الإدارية غير الصحيحة. ويؤدي هذا إلى نتائج غير صحيحة عند تجميع بيانات المسح التي تقدمها الوحدات الإدارية.

الشكل ثانياً – ١٢ المشكلات التي تنشأ إذا لم تكفل الدقة الموقعية



٢ – ١٨٣ لهذا يجب أن يكون تحقيق درجة كافية من الدقة الموقعية هدفاً لعملية رسم خرائط التعداد الرقمية إذا استخدمت الحدود في تطبيقات أبعد من العد الفعلي. وبطبيعة الحال، فإن عدداً قليلاً من مجموعات البيانات الجغرافية هو الذي تبلغ دقته مائة في المائة. ففي أي نشاط لرسم الخرائط، يدوياً أو رقمياً، فإن هناك مفاضلة بين الدقة التي يمكن تحقيقها، والوقت والمال اللازمين للتوصل إلى هذا المستوى من نوعية البيانات. وعادة ما تتطلب زيادة الدقة بنسبة تفوق ٩٠ أو ٩٥ في المائة ما هو أكثر من مدخل نسبي من الوقت والموارد الأخرى. وفي الحقيقة، تدعى بعض التقديرات أن رفع درجة الدقة من ٩٥ إلى ١٠٠ في المائة يتطلب ٩٥ في المائة من إجمالي ميزانية المشروع (Hohl, 1998).

٢ – ١٨٤ الشائع في رسم الخرائط الطبغرافية هو وضع معايير الدقة استناداً إلى أمكنة مواقع النقاط. فمثلاً يتطلب الأمر أن تكون الارتفاعات الموضعية في نطاق ''سين'' من الأمتار من أمكنتها الحقيقية في ''صاد'' في المائة من كل الحالات. ويزيد الخطأ المسموح مع انخفاض مقياس رسم الخرائط. فمثلاً، يجب أن يكون الخطأ في الخرائط التي ترسم بمقياس رسم ١: ٢٥,٠٠٠ أصغر منه في الخرائط بمقياس ١: ١٠٠,٠٠٠. ونظراً لأن خرائط التعداد إلى حد كبير ترسم على أساس الخرائط الطبغرافية المتاحة، فإنه يجب وضع معايير الدقة لرسم خرائط التعداد بالتعاون الوثيق مع خبراء السلطات الوطنية لرسم الخرائط. ويضمن هذا أيضاً التوافق بين نوعية منتجات مشروع لرسم خرائط التعداد ومنتجات سلسلة وطنية أخرى من الخرائط الرقمية.

٢ – ١٨٥ على الرغم من أن تحقيق درجة عالية من الدقة الموقعية أمر مرغوب فيه، إلاّ أن معايير الدقة المحدودة جداً تؤدي إلى زيادة التكاليف، والمبالغة في توقعات المستعملين، وربما الإحباط بين موظفي رسم الخرائط الذين قد لا يكونون قادرين على تحقيق الأهداف التي حددت على أساس توقعات أعلى من اللازم. وقد تؤدي معايير الدقة المنخفضة أكثر من اللازم إلى منتجات ذات نوعية غير كافية. وقد يرفض المستعملون المنتج إذا كانوا يدركون قصوره أو قد يستخدمونه وهم على درجة من الثقة المبالغ فيها وهو ما قد يؤدي إلى أخطاء كبيرة في نتائج التحليلات. وهناك مفهوم شائع في إعداد قواعد بيانات نظام المعلومات الجغرافية وهو ''الملاءمة للاستخدام''. ويراعي هذا المفهوم الحقيقة التي مفادها أن البيانات المكانية الرقمية لن تبلغ أبداً حد الكمال. وفيما قد تكون مناسبة لمهمة واحدة، فإنها قد لا تتمتع بنوعية كافية لأداء غيرها.

٢ – ١٨٦ عند تقرير معايير النوعية، يجب أن تراعي منظمة التعداد احتياجاتها الداخلية، وليس هذا فحسب بل عليها أن تراعي أيضاً احتياجات المستعملين الخارجيين لخرائط التعداد الرقمية. ولهذا، يجب أن تعد الإرشادات الخاصة بدقة البيانات بالتعاون مع كل من لهم مصلحة فيها وذلك كجزء من تقدير احتياجات المستعملين. وتتأثر المعايير أيضاً بالموارد المتاحة، ونوعية مواد الموارد – فقد تكون طبقات البيانات المختلفة بنوعيات متباينة – والتكنولوجيا المختارة لجمع البيانات في الميدان.

(٢) الرقابة على النوعية

٢ – ١٨٧ تمثل الرقابة على النوعية مجموعة عمليات واصطلاحات تضمن مطابقة قواعد البيانات التي تعد لعملية رسم خرائط التعداد مع معايير الدقة المحددة. وتشدد المبادئ والتوصيات المنقحة لتعدادات السكان والمساكن (الأمم المتحدة، ١٩٩٨) على أهمية الرقابة على النوعية وتحتوي على عرض عام لهذه المسائل في عملية التعداد. وتنطبق هذه المفاهيم العامة أيضاً على رسم خرائط التعداد.

٢ – ١٨٨ تشكل الاختبارات وإجراءات مراجعة الأخطاء جانباً رئيسياً من عملية الرقابة على النوعية. غير أن الرقابة على النوعية أيضاً تعتبر مسألة اتجاه بين العاملين في رسم خرائط التعداد للحد من الأخطاء في كل خطوة من خطوات عملية تحويل البيانات. ويجب تشجيع العاملين في التعداد على الإبلاغ عن المشاكل في منتجات المخرجات. وقد يشير تكرر وقوع الأخطاء إلى عدم ملاءمة الإجراءات أو إلى نقص التدريب، وقد تتطلب تغيرات في المهام التي يكلف بها العاملون أو تعديلاً في المعدات أو التقنيات. ولهذا من المهم ألاّ يخشى العاملون الإبلاغ عن المشاكل التي يواجهونها في أعمالهم وأن يدركوا بوضوح الهدف الشامل لإجراءات الرقابة على النوعية.

٢ – ١٨٩ فيما قد يحسن التخصص في المهام المختلفة بين العاملين من النوعية الشاملة للبيانات في معظم الحالات، فإن الكثير من مهام إعداد قاعدة بيانات نظام للمعلومات الجغرافية متكرر بدرجة كبيرة. وقد تسبب مهمة عمل ترتيب تناوب مهام العمل في تجنب هذا. كما يتيح هذا إلمام العاملين بالجوانب المختلفة للعملية الشاملة لتحويل البيانات، ومن شأنه أن يحسن من إدراك العاملين لمهامهم وبالتالي نوعية المنتجات الشاملة. ويجب أن يطلب من العاملين أيضاً أن يقترحوا تغييرات في الإجراءات تؤدي إلى تحسين نوعية البيانات. ويجب تقييم هذه الاقتراحات في بيئة محكومة، وليس خلال العملية العادية للأعمال، قبل تطبيقها. وهكذا يصبح تحقيق أعلى نوعية ممكنة للبيانات عملية مستمرة.

٢ – ١٩٠ تتألف إجراءات الرقابة على النوعية من طرق آلية ويدوية. وتفضل الإجراءات الآلية حيث إنها سريعة وموثوق بها. غير أنه يمكن فقط تقييم الكثير من جوانب تحويل البيانات من خلال التفتيش المرئي والمقارنة. وتماثل التقنيات الآلية الخاصة ببيانات الخصائص الجغرافية تلك المستخدمة في إدخال بيانات التعداد. وتضمن مراجعات النطاقات والرموز احتواء حقول الخصائص فقط على القيم المسموح بها. ويجب أن يتوافق عدد الوحدات الإدارية، ووحدات التعداد في قاعدة البيانات الرقمية مع العدد المقابل في القائمة الرئيسية للمناطق الجغرافية. ويعتبر محدد المنطقة الجغرافية أهم حقل في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية، حيث إنه يضمن التوافق بين الخرائط القاعدية الرقمية وبيانات المجاميع الخاصة بالتعداد. وهكذا يجب أن يكون الهدف الذي تلتزم به أكبر الموارد في مراجعة بيانات الخصائص، الآلية واليدوية، هو ضمان عدم وجود أخطاء في هذه الخصائص.

٢ – ١٩١ تعتبر خيارات الرقابة الآلية على النوعية الخاصة بالبيانات الجغرافية محدودة نسبياً. فتراجع بعض برامج نظام المعلومات الجغرافية دقة طبغرافية قواعد البيانات، مثل مراجعة ما إذا كانت كل المناطق مغلقة وكل الخطوط متصلة. ويمكن ضم قاعدة بيانات قرية إلى مجموعة بيانات حدود وحدة إدارية معروفة النوعية لضمان صحة المحددات الإدارية في قاعدة بيانات القرية (عملية ضم المعالم المحددة بنقاط إلى المضلعات). وبعض الأخطاء واضحة، مثلما هو الحال عندما لا تتوافق حدود وحدتين إداريتين حوّلتا بصورة منفصلة رقمياً. ولكن هناك أخطاء أخرى أقل سهولة في اكتشافها مثلما هو الحال عندما تفتقر مجموعة بيانات نظام للمعلومات الجغرافية بعض الحدود الداخلية أو الطرق. ولهذا، يجب أن تعتمد الرقابة على نوعية المنتجات الخرائطية، في الأغلب، على المقارنة بالنظر لمواد الموارد (الخرائط، الصور الملتقطة من الجو، إلخ.) ذات البيانات المحوّلة رقمياً. ولهذا الغرض، تطبع الخرائط الرقمية وبصورة مثالية بنفس مقياس رسم خرائط المصدر. وعندئذ، تقارن مواد ومنتجات المصدر إما جنباً إلى جنب أو بالمراكبة على منضدة مضيئة. ويشير أي خطأ عام إلى مشكلة في إجراءات تحويل البيانات، يجب معالجتها فوراً. ويجب ألاّ تتم أبداً مراجعة الأخطاء يدوياً من جانب الموظف الذي أنتج البيانات.

٢ – ١٩٢ يجب توثيق خطوات الرقابة على النوعية بصورة دقيقة. وأكثر الوسائل ملاءمة لتوثيق نوعية البيانات هو نموذج السجل المطبوع، على الرغم من أنه يمكن استخدام النماذج الرقمية الآلية أيضاً. ويجب أن يحدد نموذج السجل الإجراء الذي تم أداؤه للرقابة على النوعية، ومتى تم ومن الذي قام به، ومن الذي أنتج البيانات التي روجعت، ونتائج الاختبارات. ويجب إعداد سجلات للاختبارات اليدوية والآلية. ولا توثق هذه السجلات دقة مجموعة البيانات وترتيب الخطوط فحسب، بل يمكن أن تبيّن من هم الموظفون الذين قد يحتاجون إلى تدريب إضافي.

٢ – ١٩٣ يجب أن تؤدي مجموعة متسقة من إجراءات الرقابة على النوعية إلى منتج نهائي ذي دقة مقبولة. غير أنه تضاف إعادة خطوة أخيرة، في معظم المشروعات، تسمى تأكيد النوعية، وتتألف من جولة أخرى من المراجعة وعملية أخيرة لحل المشكلات. ويناقش تأكيد النوعية في القسم هاء.

(و) تقسيم الإقليم إلى مناطق تشغيلية

٢ – ١٩٤ تتألف قاعدة البيانات الرقمية الكاملة لمنطقة عد من آلاف من الوحدات. وفي البلدان الأكبر، ليس من العملي عادة تخزين كل مضلعات منطقة العد في نفس طبقة البيانات الفيزيائية. بل يمكن تقسيم الأراضي الوطنية إلى مناطق تشغيلية. وهكذا يمكن للمكاتب الإقليمية ولعاملين مختلفين في كل مكتب إقليمي، في نطاق هيكل إداري لامركزي للتعداد، أن يعملوا حول أجزاء منفصلة من قاعدة البيانات في وقت واحد. وإذا نفذ شرط الاتساق بين حدود أجزاء فروع لقاعدة البيانات الوطنية، فإنه يمكن ضم الأجزاء المنفصلة في مرحلة لاحقة لإنتاج خرائط خاصة بالمقاطعات أو الأقاليم أو على المستوى الوطني. غير أن هذه العملية تتطلب بعض التوافق في الأطراف الذي يشمل الربط اليدوي بين المعالم المترابطة التي تتقاطع مع بلاطتين تمثلان صحائف الخرائط الرقمية المتاخمة لبعضها البعض أو أكثر.

٢ – ١٩٥ بالنسبة للبلدان الأكبر، من المحتمل أن يتم رسم الخرائط على أساس لامركزي. وفي هذه الحالة تحدد مناطق التشغيل طبيعياً بالمنطقة المسؤول عنها كل مكتب تعداد إقليمي. فمثلاً، يمكن أن يعهد بلد إلى أربعة مكاتب إقليمية القيام برسم الخرائط، على أن يعمل المكتب الرئيسي في وقت واحد كجهاز للتنسيق الشامل وكأحد المكاتب الإقليمية. ويمكن تقسيم قواعد البيانات بدرجة أكبر في كل مكتب إقليمي إلى مناطق أصغر. والعمل على قواعد البيانات ذات الحجم الأصغر أقل مطالب عادة على عمليات الحساب. كما يسمح التقسيم إلى أجزاء أصغر لعدة عاملين أن يعملوا في وقت واحد لتغطية أجزاء منفصلة من قاعدة البيانات.

(ز) الخريطة القاعدية الإدارية الرقمية

٢ – ١٩٦ إذا اختير النهج اللامركزي، يجب على مكتب التعداد الوطني أولاً أن يُعدّ جدول حدود وطنياً جاهزاً للمستويات الإدارية الرئيسية في البلد. فمثلاً، يجب على مكتب التعداد أن يعدَّ مجموعة من الحدود المكانية الرقمية للأقاليم والمقاطعات، ومثالياً للتقسيمات الفرعية للأقاليم أيضاً ويحصل عليها أو يكلف من يقوم بها. ويجب أن تكون هذه الحدود على درجة عالية من الدقة ويتعيّن أن تبين قدراً من التفاصيل يجعلها مفيدة لرسم خرائط مناطق العد بمقاييس رسم خرائط أكبر (مثلاً بمقياس ١: ٢٥٠,٠٠٠ على الأقل). ويجب استخدام هذه الحدود خلال عملية رسم خرائط التعداد كلها، وكذلك في توزيع معلومات التعداد الإجمالية والمسندة مكانياً على هذه المستويات الإدارية.

٢ – ١٩٧ قد تكون هذه الحدود منتجة بالفعل في شكل رقمي من جانب الوكالة الوطنية لرسم الخرائط. وفي تلك الحالة، سوف تمثل خريطة قاعدية إدارية رقمية للبلد معترفاً بها رسمياً (انظر المناقشة حول الهياكل الأساسية الوطنية للبيانات المكانية في القسم ٣ (ب) أعلاه). ويجب أن تتوافق الرموز المستخدمة في القاعدة الإدارية مع الرموز المستخدمة في قاعدة بيانات التعداد.

٢ – ١٩٨ يجب توزيع الحدود الرسمية للمقاطعات لكل منطقة تشغيل على المكاتب المسؤولة عن تحديد مناطق العد. ويتم عندئذ إدخال حدود مناطق العد في هذه المضلعات الرسمية للوحدات الإدارية. وسوف يضمن هذا أنه في حالة أي تجميع تال، ستتطابق الحدود المجاورة مثالياً. وإذا كان كل مكتب محلي قد قام بتحويل حدود المقاطعات رقمياً بصورة منفصلة، فمن غير المحتمل أن تتطابق الحدود مثالياً. وسوف يتطلب الأمر تنقيحاً إضافياً كبيراً. وبالإضافة إلى هذا، سوف يكون هناك ازدواج كبير في العمل، حيث إن تحويل نفس الحدود إلى أشكال رقمية سيجري في هذه الحالة مرتين، مرة من جانب كل مكتب ومسؤول إقليمي مجاور عن التشغيل.

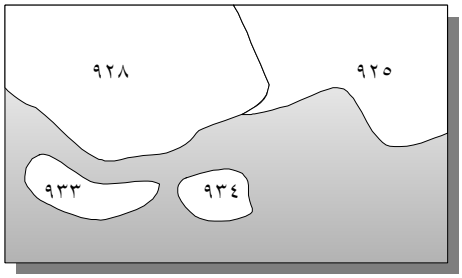
(ح) معالجة وحدات المناطق المنفصلة

٢ – ١٩٩ تنقسم الوحدات الإدارية بصورة متكررة إلى وحدات أو مضلعات مكانية متميزة منفصلة. فمثلاً، قد تتألف مقاطعة من منطقة برية رئيسية وعدد من الجزر. ولا يمثل هذا مشكلة بالنسبة لمعالجة بيانات التعداد، حيث إنه سيكون هنالك سجل واحد في كل جدول بيانات التعداد ينطبق على المقاطعة. غير أنه في قاعدة بيانات الخصائص الجغرافية سيكون لهذه المقاطعة سجلان أو أكثر – واحد لكل مضلع. وسيسبب هذا مشكلات عند ربط معلومات خصائص التعداد بالمضلعات عن طريق جدول الخصائص الجغرافية. وفي نظام قاعدة بيانات علاقاتية، يربط سجل بيانات التعداد بكل مضلع في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية التي لها نفس محدد المقاطعة. ولا يمثل رسم خرائط متوسط القيم أو الكثافة السكانية أي مشكلة، فمتوسط الدخل أو كثافة السكان هي نفسها في المقاطعة كلها. غير أن بيانات العد، مثل إجمالي السكان أو عدد الأسر المعيشية يثير مشكلة عندما يريد مستعمل أن يجمع إجمالي سكان كل المقاطعات. ونظراً لأن السجلات تتكرر بالنسبة لكل مضلع يتعلق بنفس المقاطعة، فسوف يحدث بعض العد المضاعف وسيكون الإجمالي النهائي مبالغاً فيه. وهناك نهجان لمعالجة هذه المشكلة.

٢ – ٢٠٠ تتيح بعض برامج نظام المعلومات الجغرافية المتقدمة تحديد المناطق. ويمكن أن تتألف المناطق من مضلع أو أكثر، ولكن هناك سجلاً واحداً فقط لكل منطقة في جدول الخصائص الجغرافية. ويتابع النظام داخلياً أي المضلعات المنفردة يخص أي المناطق. وفي بعض البرامج، يمكن أن تتداخل المناطق، على الرغم من أن هذه ليست ميزة مفيدة في تطبيقات التعداد، حيث يتعيّن أن تكون مناطق العد متفردة بصورة متبادلة.

٢ – ٢٠١ لا يتيح الكثير من برمجيات نظام المعلومات الجغرافية المنخفضة المستوى هذا الخيار. وفي هذه الحالة هناك حل بسيط وهو إضافة حقل البيانات الإضافية (قيمة علامة تدليلية) إلى جدول الخصائص الجغرافية. وسيفترض هذا الحقل القيمة واحد لأكبر مضلع يخص المقاطعة والقيمة صفر للمضلعات الأصغر. وقبل الجمع أو إيجاد متوسط أي قيمة للخصائص، يمكن للمستعمل أولاً أن يختار فقط المضلعات ذات القيمة واحد في هذا الحقل. ويمكن إضافة حقل يحتوي على عدد المضلعات التي تخص الوحدة ذاتها. ويمكن توليد هذه المعلومات بسرعة، باستخدام ميزة التكرار أو التبويب المتقاطع في برنامج نظام المعلومات الجغرافية.

الشكل ثانياً – ١٣ معالجة الوحدات الإدارية التي تتألف من عدة مضلعات



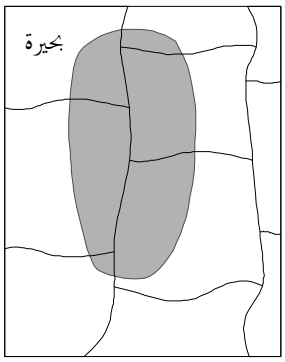
المحدد الداخلي	المحدد الإداري	اسم الوحدة الإدارية	العلامة التدليلية
٩٢٥	٠٢٠١٥	كالانا	١
٩٢٨	٠٢٠١٢	باجور	١
٩٣٣	٠٢٠١٢	باجور	صفر
٩٣٤	٠٢٠١٢	بادور	صفر

(ط) مناطق الحساب

٢ – ٢٠٢ تتعزز فائدة قواعد بيانات التعدادات إذا شملت عدداً من المتغيرات الجغرافية الموحدة. أهمها هو مساحة كل منطقة عد أو وحدة إدارية. ويحسب كل برنامج لنظام المعلومات الجغرافية مساحة المضلع، بشرط إسناد قاعدة البيانات بصورة صحيحة في إسقاط معادل لإسناد المساحة. غير أنه استناداً إلى وضوح ودقة الحدود المحوّلة رقمياً، قد يحدث خطأ كبير في قياسات نظام المعلومات الجغرافية نتيجة لتعميم الحدود بدرجة كبيرة وإغفال جزر يمكن أن تكون من الصغر بحيث لا تبين في خريطة بمقياس رسم صغير. ولهذا، من المستحسن – إذا كان ذلك متاحاً – استخدام المزيد من الأرقام الدقيقة الخاصة بالمساحة والتي تنتجها الوكالة الوطنية لرسم الخرائط.

٢ – ٢٠٣ تستخدم أرقام المساحة لحساب تقديرات الكثافة، والأهم كثافات السكان. وفي العادة تشير أرقام المساحة التي تنشر إلى مدى الحدود القانونية الإجمالية للوحدة الإدارية، أو بمعنى آخر المساحة الإجمالية. ويمكن أن يؤدي ذلك أحياناً إلى تقديرات مضللة للكثافة. ففي إحدى الحالات على سبيل المثال، ذكر منشور خاص بالتعداد الوطني مساحة عدة مقاطعات مجاورة لبحيرة كبيرة. وتضمنت المساحة المذكورة جزءاً من المقاطعات يمتد من شاطئ البحيرة إلى خط الوسط فيها (انظر الرسم التوضيحي في الشكل ثانياً – ١٤). وقد ضاعف حساب مساحة البحيرة من المساحة الإجمالية لبعض المقاطعات. وبالتالي قدرت كثافات السكان الفعلية بأقل من الحقيقة بعامل أو عاملين. وحينما تستخدم الإحصاءات الرسمية عن كثافة السكان، مثلاً، كمعيار لتخصيص الموارد أو لتقرير أهلية البرامج الحكومية، فإنه يمكن أن يكون لتحديد كثافة السكان عواقب وخيمة.

الشكل ثانياً – ١٤ بحيرة تغطي مساحة كبيرة في عدة وحدات إدارية



٢ – ٢٠٤ في البلدان التي يمثل فيها هذا مشكلة، قد يقرر مكتب التعداد ذكر حقلين للمساحة، أحدهما يمثل المساحة الكلية للوحدة الإدارية، والآخر يمثل مساحة الأرض، أو بمعنى آخر المساحة الكلية ناقصاً المساحة التي تغطيها الأجسام المائية وربما المناطق الأخرى غير المأهولة مثل المناطق الطبيعية المحمية. كما يذكر بعض البلدان مساحة الأرض الزراعية. ويتيح هذا للمستعملين أن يحسبوا كثافات السكان الزراعيين أو العكس صحيح، فيحسبوا عدد الهكتارات من الأرض الزراعية المتاحة لكل فرد من سكان المقاطعة. ويمكن حساب أرقام المساحة هذه بسهولة كبيرة في نظام المعلومات الجغرافية باستخدام الطبقات المناسبة من البيانات الجغرافية، مع مراعاة التحذيرات المتعلقة بالتعميم الخرائطي التي أشرنا إليها أعلاه. وعلى أية حال، من المهم أن يتم توثيق تحديدات المساحات الصافية جيداً.

٢ – ٢٠٥ بالنظر إلى أن معظم برامج نظام المعلومات الجغرافية تعتبر كل مضلع في قاعدة البيانات كسجل منفصل، فلن تكون أرقام المساحات التي يحسبها نظام المعلومات الجغرافية للوحدات الإدارية أو وحدات التعداد التي تتكون من أكثر من مضلع، مفيدة في حساب الكثافة. وبدلاً من ذلك، يلزم تجميع مساحات كل المضلعات التي تخص نفس الوحدة الإدارية أو وحدة التعداد. ويمكن تحقيق ذلك في نظام المعلومات الجغرافية باستخدام وظائف التبويب المستعرض المناسبة.

دال – إعداد قاعدة البيانات الخرائطية الرقمية

١ – عرض عام

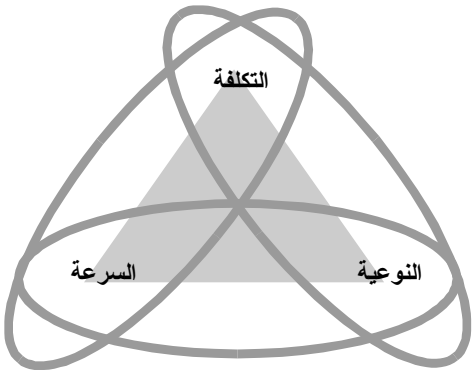
٢ – ٢٠٦ يقوم إعداد قاعدة بيانات التعداد الرقمية على أساس مصدرين للبيانات: تحويل وإدماج المنتجات الخرائطية القائمة التي قد تتوفر مطبوعة أو في شكل رقمي، وجمع بيانات إضافية

باستخدام العمل الميداني أو الصور الملتقطة من الجو أو الصور التي تلتقطها السواتل. ويستخدم اصطلاح تحويل البيانات جماعياً للإشارة إلى تلك الخطوات (انظر Montgomery and Schuch, 1994؛ Hohl, 1998).

٢ – ٢٠٧ تتوقف أفضل استراتيجية لتحويل البيانات على عوامل كثيرة، تشمل مدى توفر البيانات والقيود المتعلقة بالوقت والموارد. وتستوجب دائماً مفاضلة بين تكاليف المشروع، والوقت اللازم لاستكمال تحويل البيانات، ونوعية المنتج النهائي (الشكل ثانياً – ١٥). وعادة ما يمكن فقط جعل هدفين من الأهداف الثلاثة أقرب إلى الكمال على حساب الهدف الثالث. مثلاً، من الممكن إيجاد قاعدة بيانات جيدة النوعية بسرعة، ولكن هذا سيكون مكلفاً. ويمكن إنتاج بيانات جيدة بتكلفة رخيصة، ولكن هذا يحتاج إلى وقت طويل. أو يمكن إعداد قاعدة بيانات بسرعة وبتكلفة رخيصة، ولكن نوعية المنتج ستكون منخفضة.

الشكل ثانياً – ١٥ المفاضلة في عملية تحويل البيانات

(نقلاً عن Hohl, 1998)

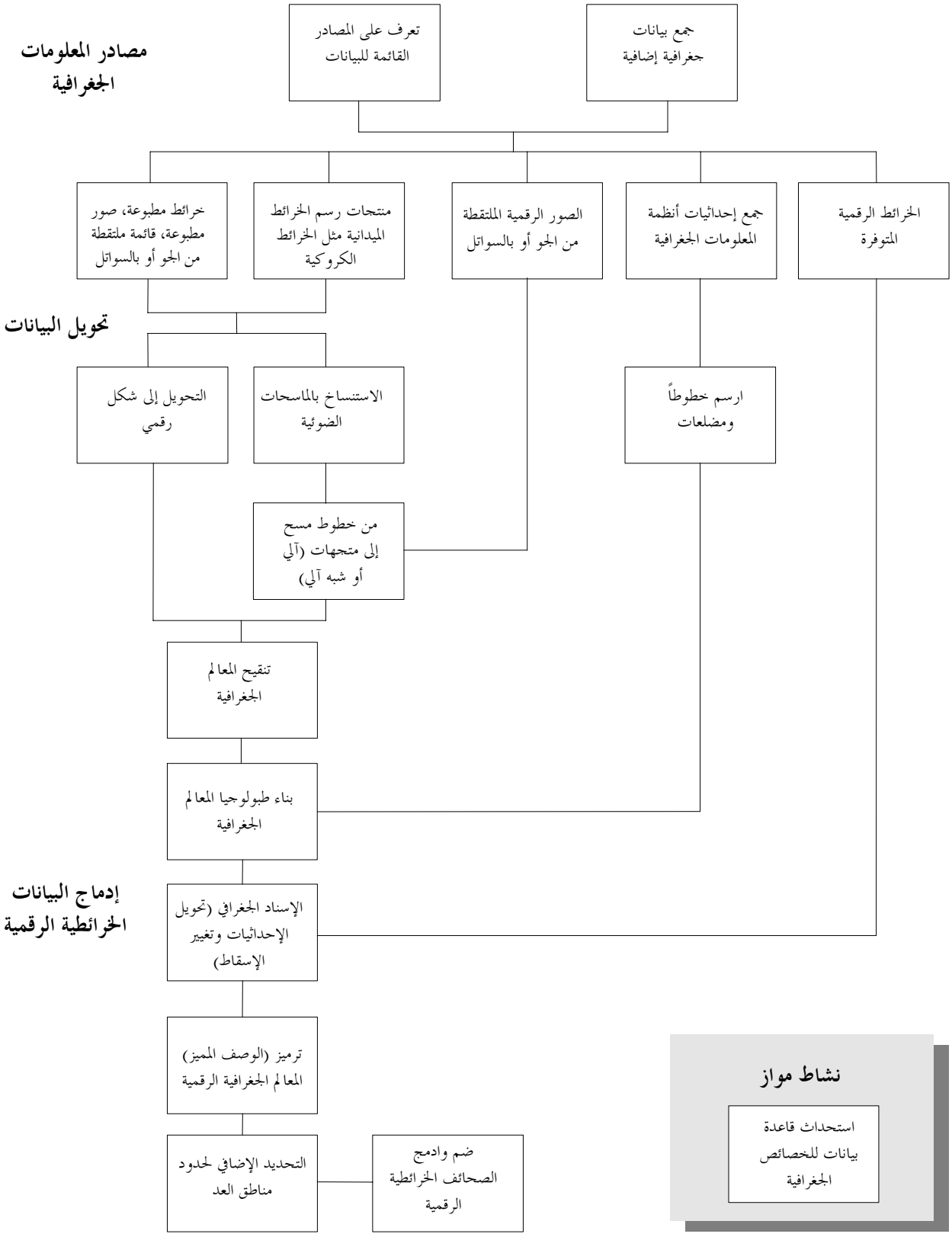


٢ – ٢٠٨ يوجز الشكل ثانياً – ١٦ الخطوات الأساسية في عملية تحويل البيانات التي تؤدي إلى إعداد قاعدة بيانات رقمية كاملة للتعداد. ويؤدى مسح المصادر الرقمية المطبوعة القائمة إلى تحديد الفجوات في البيانات. فقد تكون الخرائط القائمة قد قدم عهدها، أو قد يكون مقياس رسم الخرائط الطبغرافية المتاحة غير كاف لأغراض التعداد. وبالنسبة لأي مجال تكون فيه نوعية المواد غير كافية، يجب وضع استراتيجية لرسم الخرائط الميدانية أو إعداد نهج آخر لجمع البيانات.

٢ – ٢٠٩ يجب تحديد حدود ومواقع نقاط المعالم الجغرافية اللازمة للتعداد – المباني والمواقع القروية، وبنية الطرق الأساسية، والأنهار وأية معلومات أخري تستخدم لتحديد مناطق العد – رقمياً من الخرائط الورقية المطبوعة المنشورة، والخرائط المرسومة كروكياً، والصور المطبوعة الملتقطة من الجو أو بالسواتل. ويتحقق ذلك بالتحويل إلى أشكال رقمية – بتتبع المعالم بمؤشر أشبه بفأر الحاسوب – أو بالاستنساخ بالماسحات الضوئية للصور التالية وتحويلها إلى متجهات. وعلى الرغم من أن تكنولوجيا التحويل إلى أشكال رقمية أو الاستنساخ بالماسحات الضوئية تتحسن باستمرار، إلاّ أن هذا لا يزال يمثل أكثر أجزاء عملية تحويل البيانات إثارة للملل. وتعقب جمع البيانات خطوة تشمل التنقيح، وبناء طبولوجيا قاعدة بيانات لنظام المعلومات الجغرافية، وإسناد كل الإحداثيات في إسقاط خرائطي سليم (يمكن دمج هذه الخطوة أحياناً في أنشطة التحويل إلى الشكل الرقمي).

٢ – ٢١٠ في نفس الوقت، يجب تضمين قواعد البيانات الرقمية القائمة، على سبيل المثال، منتجات أنتجتها وكالة حكومية أخرى، وإحداثيات جمعت في الميدان باستخدام النظام العالمي لتحديد المواقع في نظام المعلومات الجغرافية. وقد يتحتم تحويل إحداثيات النظام العالمي لتحديد المواقع من مواقع نقاط إلى خطوط وحدود تبيّن المعالم الخطية والمضلعات مثل الطرق أو مباني شارع بالمدينة. وبعد إرفاق رموز الخصائص بجميع معالم قاعدة البيانات يمكن ضم الصحائف الخرائطية الرقمية التي أعدت بصورة منفصلة لإعداد قاعدة بيانات متقنة لمنطقة بكاملها. واستناداً إلى نطاق أنشطة رسم الخرائط، ستبين قاعدة البيانات الكاملة المعالم الفيزيائية الرئيسية، والمعالم البارزة، والبنية الأساسية، والمستوطنات والمباني الانفرادية. وتأسيساً إلى هذه المعلومات، يمكن لموظفي التعداد أن يحددوا مناطق العد تفاعلياً باستخدام معلومات الإسناد الجغرافي كخلفية.

الشكل ثانياً – ١٦ مراحل في إعداد قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية للتعداد



٢ – ٢١٠ في نفس الوقت، يجب تضمين قواعد البيانات الرقمية القائمة، على سبيل المثال، منتجات أنتجتها وكالة حكومية أخرى، وإحداثيات جمعت في الميدان باستخدام النظام العالمي لتحديد المواقع في نظام المعلومات الجغرافية. وقد يتحتم تحويل إحداثيات النظام العالمي لتحديد المواقع من مواقع نقاط إلى خطوط وحدود تبين المعالم الخطية والمضلعات مثل الطرق أو مباني شارع بالمدينة. وبعد إرفاق رموز الخصائص بجميع معالم قاعدة البيانات يمكن ضم الصحائف الخرائطية الرقمية التي أعدت بصورة منفصلة لإعداد قاعدة بيانات متقنة لمنطقة بكاملها. واستناداً إلى نطاق أنشطة رسم الخرائط، ستبين قاعدة البيانات الكاملة المعالم الفيزيائية الرئيسية، والمعالم البارزة، والبنية الأساسية، والمستوطنات والمباني الانفرادية. وتأسيساً إلى هذه المعلومات، يمكن لموظفي التعداد أن يحددوا مناطق العد تفاعلياً باستخدام معلومات الإسناد الجغرافي كخلفية.

٢ – ٢١١ يجب على موظفي التعداد أن يعدوا، كنشاط مواز خلال عملية إعداد البيانات بكاملها، قائمة بكل الوحدات الإدارية ومناطق العد التي خططت بدقة في قاعدة البيانات. وهذه القائمة التي تدخل إلى الحاسوب هي جدول الخصائص الجغرافية، وتربط بالقاعدة المستكملة لبيانات نظام المعلومات الجغرافية.

٢ – ٢١٢ يبيّن رسم بيان سير العمليات بالشكل ثانياً – ١٦ حلقة واحدة فقط من حلقات التسلسل الكثيرة المحتملة في عملية تحويل البيانات. ويمكن تخطيط حدود مناطق العد، بصفة خاصة، في نقاط عدة خلال العملية. فمثلاً، تبين الصور الملتقطة من الجو والمستنسخة بالماسحات الضوئية والمسندة جغرافياً إسناداً صحيحاً تفاصيل كافية تمكن المسؤول عن التشغيل من تخطيط حدود مناطق العد الرقمية على الشاشة، باستخدام الصور التي التقطت من الجو كخلفية. ويمكن أيضاً رسم حدود مناطق العد باليد على خرائط ورقية مناسبة وتحوّل إلى شكل رقمي مع معلومات أخرى من تلك المصادر الورقية المطبوعة. وقد تؤدي خطوات أخرى أيضاً في تسلسل مختلف. مثلاً، يدعم معظم برامج نظام المعلومات الجغرافية الإسناد الجغرافي في بداية عملية التحويل إلى شكل رقمي، ومن ثم تجعل اتخاذ خطوة إضافية في مرحلة لاحقة غير ضروري.

٢ – ٢١٣ أيًّا كانت العملية التي يتم اختيارها، يجب أن يقيِّم مكتب التعداد جدوى النهج من خلال القيام بدراسة تجريبية. وتشمل هذه عادة اختبار للنهج على منطقة صغيرة تتخذ كعينة. وتتيح الدراسة التجريبية التعرف على المشاكل مبكراً، حتى يمكن تحسين التكنولوجيا والإجراءات أو تعديلها، أو في أسوا الحالات التخلي عنها. وتساعد المعلومات المستمدة من الاختبارات التجريبية أيضاً في تحديد الجدول الزمني للأنشطة وميزانياتها، كما تسمح بتقسيم أفضل للمتطلبات من الموظفين والمعدات والوقت اللازم لأداء كل الأنشطة.

٢ – ٢١٤ يجب أن تكون المنطقة التجريبية ممثلة لأكبر عدد ممكن من المناطق في البلد. وبمعنى آخر يجب أن تشمل درجة عالية من التغاير، بحيث تغطي المناطق الريفية والحضرية، والمناطق ذات الطابع المتميز للمستوطنات، والأراضي الزراعية ومناطق النباتات الكثيفة أو معالم أخرى تمنع جمع البيانات ميدانياً.

٢ – ٢١٥ غالباً ما يكون بائعو برامج نظام المعلومات الجغرافية ومعداتها على استعداد للمساعدة في الدراسة التجريبية، حيث إنهم يأملون في الانتفاع من بيع منتجاتهم إذا أثبتت ملاءمتها لمشروع رسم خرائط التعداد. كما يقدم البائعون أيضاً بيانات علامات المساحة وهي بيانات هامة بالنسبة للتطبيقات التي تتطلب قدرة عالية مثل إنتاج الخرائط ذات الحجم الكبير والوصول إلى قاعدة البيانات. ويمكن بسهولة اختبار بعض التقنيات على جزء من أراضي البلد. فمثلاً، تباع أجهزة استقبال النظام العالمي لتحديد المواقع بثمن رخيص، ويمكن لموظفي التعداد أن يؤدوا عمليات تقييم تقنيات البيانات الميدانية. غير أن الحصول على صور رقمية من الجو لموقع اختبار تجريبي صغير مكلفة. وفي هذه الحالة، يمكن الحصول على منتجات أقدم عهداً أو على عينة من الصور الملتقطة من الجو لبلد تتشابه ظروفه مع ظروف البلد المعني.

٢ – مصادر البيانات الخرائطية لرسم خرائط مناطق العد (الحصول على البيانات الثانوية)

(أ) أنواع الخرائط المطلوبة

٢ – ٢١٦ في جميع الحالات تقريباً، يتحتم على برنامج خرائطي للتعداد أن يرجع إلى الخرائط المطبوعة القائمة لإنتاج قاعدة بيانات خرائطية رقمية أو لتحديث قاعدة بيانات قائمة لنظام المعلومات الجغرافية. ويلزم أن يحصل موظفو التعداد الجغرافيون على كل الخرائط التي تم تحديثها لأراضي البلد، بما في ذلك الأنواع التالية من الخرائط (انظر أيضاً مكتب الولايات المتحدة للتعداد BUCEN، ١٩٧٨، الفصل ٢):

- خرائط العرض العام الوطنية، وترسم عادة بمقياس رسم يتراوح بين ١: ٢٥٠,٠٠٠، و١: ٥٠٠٠,٠٠٠، تبعاً لحجم البلد. ويتعيّن أن تبيّن هذه الخرائط التقسيمات المدنية الرئيسية، ومواقع المناطق الحضرية، والمعالم الفيزيائية الرئيسية مثل الطرق الهامة، والأنهار، والبحيرات، والارتفاعات، ونقاط الإسناد الخاصة. وتستخدم هذه الخرائط لأغراض التخطيط.
- الخرائط الطبغرافية التي ترسم بمقياس رسم كبير ومتوسط. ويختلف مدى توفر الخرائط بهذه المقاييس حسب البلد (انظر Boehme, 1991؛ Larsgard, 1993). وفي الوقت الذي تتوفر في بعض البلدان تغطية كاملة بمقياس رسم ١: ٢٥,٠٠٠ أو ١: ٥٠,٠٠٠، فإن سلسلة الخرائط الكاملة الأكبر في بلدان

أخرى رسمت فقط بمقياس رسم ١: ١٠٠,٠٠٠ أو ١: ٢٥٠,٠٠٠.

- خرائط البلدات والمدن التي رسمت بمقياس رسم كبير وتظهر الطرق ومباني الشوارع بالمدينة والمنتزهات وغيرها.
- خرائط الوحدات الإدارية على جميع مستويات التقسيم المدني.
- الخرائط المواضيعية التي تبيّن توزيع السكان في تواريخ تعدادات سابقة، أو أي معالم قد تكون مفيدة لرسم خرائط التعداد.

٢ – ٢١٧ لإدماج هذه الخرائط في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية، يجب – مثالياً – أن يكون لها جميعاً وثائق شاملة. ويشتمل هذا على المعلومات المستندة جغرافياً، بما في ذلك مقياس رسم الخرائط، وإسقاطها ومرجع إسنادها الجغرافي، وتاريخ جمع الخرائط، والوكالة التي قامت بهذا الجمع والشرح المفتاحي الكامل. غير أنه حتى الخرائط التي لا يتم إسنادها جغرافياً بصورة سليمة تفيد إذا تضمنت معلومات لها صلة برسم خرائط التعداد. وفي مثل هذه الحالات، غالباً ما ترجح كفة النافع المتحققة من المعلومات الإضافية على الموارد اللازمة لإدماج مثل هذه البيانات في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية للتعداد. ومشاكل الدقة المصاحبة لأي من مثل هذه المنتجات.

(ب) جرد المصادر الموجودة

٢ – ٢١٨ يجب إعداد الوثائق الخاصة بجميع الخرائط التي تم الحصول عليها وتنظيمها جيداً طبقاً لتنظيم برنامج رسم خرائط التعداد – أي حسب منطقة أو مقاطعة التعداد. يقدم مكتب الولايات المتحدة للتعداد (BUCEN 1978، الفصل ٦) مناقشة حول عمليات جرد الخرائط وإعداد مكتبة للخرائط.

٢ – ٢١٩ بالإضافة إلى مصادر الخرائط المطبوعة، ستتاح مصادر الخرائط الرقمية بصورة متزايدة من مصادر كثيرة. وبطبيعة الحال، تتميز الخرائط الرقمية بإمكان معالجتها وتكييفها بسهولة أكبر لتحقيق أغراض رسم خرائط التعداد. غير أن هذا ليس دائماً مباشراً بصورة كاملة. ففي غيبة الوثائق، غالباً ما يستحيل تقرير معلومات الإسقاط الصحيحة، كما يصعب تقييم نوعية البيانات. ويجب الاتصال بالوكالات والمؤسسات التالية لمعرفة ما إذا كان يمكن أن تساهم بتقديم خرائط مطبوعة أو رقمية:

- المعهد الجغرافي الوطني/وكالة رسم الخرائط. هذه هي الوكالة الرئيسية المعنية برسم الخرائط في البلد. غير أن وكالة رسم الخرائط في بعض البلدان تفتقد الموارد الضرورية لإنتاج الخرائط الطبغرافية بمقاييس رسم خرائطي كبيرة أو لتحويل الخرائط إلى قواعد بيانات رقمية.
- إدارة رسم الخرائط العسكرية. في بعض البلدان تعتبر المؤسسة الرئيسية لرسم الخرائط جزءاً من المؤسسة العسكرية. وغالباً ما تكون مؤسسات رسم الخرائط العسكرية قوية في مجال التصوير من الجو وفي تفسير البيانات المستشعرة من بعد.
- حكومات الأقاليم، والمقاطعات، والبلديات. تستخدم مؤسسات الحكومات المحلية بصورة متزايدة نظام المعلومات الجغرافية لإدارة المعلومات المتعلقة بالنقل، والخدمات الاجتماعية، وخدمات المرافق، وفي تخطيط المعلومات ذات الصلة.
- مختلف المؤسسات الحكومية أو التابعة للقطاع الخاص والتي تتناول البيانات المكانية:
  - السلطة المختصة بالمسح الجيولوجي أو الهيدرولوجي؛
  - السلطة المختصة بحماية البيئة؛
  - السلطة المختصة بالنقل؛
  - شركات قطاع المرافق والاتصالات؛
  - الوكالة المختصة بتوثيق ملكية الأراضي؛
  - أنشطة المتبرعين. في بعض الأحيان تشمل الأنشطة التي تتم على مستوى المشروع من جانب منظمات المساعدات المتعددة الدول أو الثنائية عناصر رسم خرائط. وتملك مثل هذه المشروعات غالباً الوسائل التي تمكنها من شراء وتحليل البيانات المستشعرة من بعد أو الصور الملتقطة من الجو، والتي يمكن أن يكون لها نفع عظيم لوكالة رسم الخرائط.

(ج) استيراد البيانات الرقمية القائمة

٢ – ٢٢٠ في معظم الحالات يمثل استيراد البيانات الرقمية مباشرة أسهل شكل لتحويل البيانات المكانية الرقمية. غير أنه لم يظهر حتى الآن – لسوء الحظ – معيار موحد مقبول دولياً لتحويل البيانات المكانية. ولهذا يعتمد تحويل البيانات على تبادلها في معظم الحالات في صيغ ملفات تصان حقوق ملكيتها، باستخدام وظيفتي الاستيراد والتصدير في برامج نظام المعلومات الجغرافية التجارية.

٢ – ٢٢١ توفر كل أنظمة البرمجيات ارتباطا بصيغ أخرى، غير أن عدد أنظمة الاستيراد ومدى أدائها لوظيفتها يتباين بين البرامج. وغالباً ما تحدث المشاكل لأن مُعدّي هذه البرمجيات ينفرون من نشر صيغ الملفات الدقيقة التي تستخدمها أنظمتهم. ولهذا يستخدم المنافسون شكلاً من أشكال الهندسة العكسية لمعرفة صيغ الملفات الدقيقة حتى يمكنوا عملائهم من استيراد الملفات الخارجية. وبالتالي، فإن أنظمة الاستيراد أحياناً تكون غير مستقرة وكثيراً ما تفقد بعض المعلومات التي تحتويها ملفات البيانات الأصلية. وفي بعض الحالات قد يكون من الأفضل استخدام صيغة بيانات ثالثة، بدلاً من محاولة استيراد ملف تبادل آخر في البرنامج بصورة مباشرة. فمثلاً، تقبل معظم برامج نظام المعلومات الجغرافية صيغة أوتوكاد لتبادل الرسوم (DXF)، وهي موثقة جيداً. ولهذا يعتمد كثيراً عادة على صيغة DXF لاستيراد وتصدير وظائف البرامج التجارية الأخرى.

٢ – ٢٢٢ يمكن تخفيف المشاكل إذا استخدمت الوكالة الخرائطية للتعداد برنامج نظام معلومات جغرافية شامل يستخدم على نطاق واسع. والأكثر احتمالاً أن الأنظمة الرفيعة توفر وظائف الاستيراد لعدد كبير من صيغ التبادل. والأكثر احتمالاً أيضاً أن منتجي بيانات آخرين سيتمكنون من توفير بيانات نظام معلومات جغرافية في الصيغة الوطنية المحلية لبرنامج نظام المعلومات الجغرافية. وتعتبر قدرات الاستيراد معياراً هاماً لاختيار برمجيات نظام المعلومات الجغرافية. وهناك اختيار آخر وهو استخدام برنامج تحويل لطرف ثالث.

٢ – ٢٢٣ بخلاف المشاكل التي تنشأ في تحويل ملفات البيانات من صيغة إلى أخرى، فإن الصعوبة التي غالباً ما تواجه عند استخدام البيانات الرقمية القائمة هي عدم كفاية البيانات الواصفة للبيانات أو انعدامها. وبدون هذه المعلومات، يصعب تقدير نوعية المعلومات الرقمية. بل الأسوأ، أن عدم توفر المعلومات حول إطار الإسناد الجغرافي قد يؤدي إلى استحالة تحويل البيانات من نظام إحداثيات مجموعة البيانات الخارجية إلى النظام الذي تستخدمه المؤسسة المسؤولة عن التعداد. وبالمثل، فإن عدم توفر سجل الرموز أو معجم البيانات يصعب تفسير الخصائص الجغرافية وخصائص البيانات التي تشملها جداول خصائص مجموعة بيانات نظام المعلومات الجغرافية. وعند شراء البيانات من مصادر خارجية، يجب على مكتب التعداد أن يصر دائماً على تقديم وثائق موسعة.

٢ – ٢٢٤ تشمل المشاكل الأخرى المحتملة التي قد تتطلب المعالجة الاختلافات في أنظمة التعريفات والترميز، واستخدام أنظمة مختلفة للإسناد الخرائطي، ومقاييس الرسم المكانية غير المتوافقة، وتباين معايير الدقة وهو ما قد يؤدي إلى معالم يتعيّن أن تتوافق. وقد تتطلب معالجة هذه المشكلات لتحقيق الانتفاع الكامل بالخرائط الرقمية القائمة عمليات معالجة وتنقيح كبيرة.

٣ – جمع بيانات جغرافية إضافية (الحصول على البيانات الأوّلية)

(أ) عرض عام للتقنيات الميدانية

٢ – ٢٢٥ على الرغم من ظهور تكنولوجيات مثل الأنظمة العالمية لتحديد المواقع، إلاّ أن المهارات التقليدية في جمع البيانات الميدانية لا تزال مفيدة للعمل الخرائطي المتعلق بالتعداد. وغالباً ما تحتاج الخرائط إلى تحديث يقوم به موظفو رسم خرائط التعداد في الميدان. وقد يشمل هذا إعداد الخرائط الكروكية، التي تسند جغرافياً باستخدام معلومات مستمدة من النظام العالمي لتحديد المواقع. وتوصف التقنيات الميدانية التقليدية لتطبيقات التعداد بصورة موسعة في (BUCEN 1978، الفصل ٥) ولهذا لن تناقش في الدليل الحالي.

(ب) الأنظمة العالمية لتحديد المواقع

٢ – ٢٢٦ أحدثت تكنولوجيا النظام العالمي لتحديد المواقع GPS ثورة في السنوات الأخيرة بالنسبة لرسم الخرائط الميدانية. ومع انخفاض أسعار أجهزة استقبال النظام العالمي لتحديد المواقع أدمجت طرائقه في مجالات تطبيقات كثيرة. وتوجد أكبر مجموعة من المستعملين في مجالات إدارة المرافق، والمسح، والملاحة. ولكن النظام العالمي لتحديد المواقع ساهم أيضاً في تحسين البحوث الميدانية في مجالات مثل البيولوجيا وعلم الحراجة والجيولوجيا، كما وجد تطبيقاً متزايداً في مجال علم الأوبئة والدراسات السكانية، وأصبح النظام العالمي لتحديد المواقع كذلك أداة رئيسية في التطبيقات الخرائطية المتعلقة بالتعدادات.

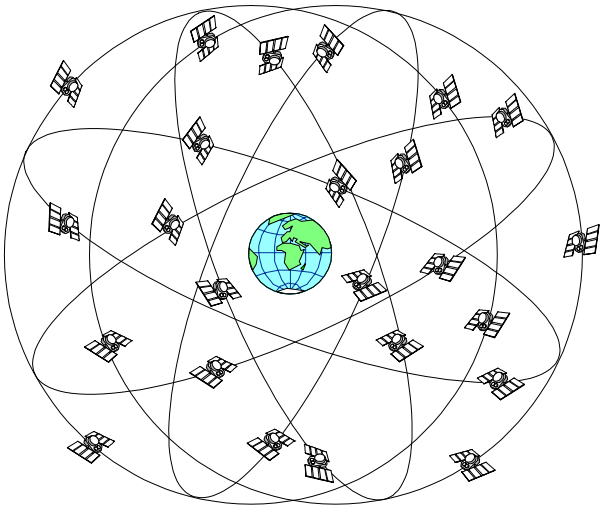
٢ – ٢٢٧ تشير معظم المناقشة إلى نظام الولايات المتحدة الذي يشار إليه عادة بالنظام العالمي لتحديد المواقع GPS وهذا هو أكثر الأنظمة المستعملة على نطاق واسع، والذي نشأ من أجله سوق تجاري كبير من شركات صناعة أجهزة الاستقبال وخدمات المسح. والنظام الثاني لتحديد المواقع عن طريق السواتل هو النظام الروسي المعروف باسم GLONASS، ويناقش أدناه.

(١) كيف تعمل الأنظمة العالمية لتحديد المواقع

٢ – ٢٢٨ تجمع أجهزة استقبال النظام العالمي لتحديد المواقع الإشارات التي يبثها نظام مكون من ٢٤ ساتلاً – من بينها ٢١ ساتلاً عاملاً وثلاثة احتياطية (انظر الشكل ثانياً – ١٧؛ Leick 1995؛ French, 1996؛ Schmidt, 1996؛ Kennedy, 1996؛ Dana, 1997). وتحفظ وزارة الدفاع الأمريكية النظام، الذي يعرف باسم نافستار NAVSTAR وتدور السواتل حول الأرض في ستة مستويات مدارية على ارتفاع يبلغ تقريباً ٢٠ ٠٠٠ كيلومتر. وفي أي وقت معيّن، يكون خمسة إلى ثمانية سواتل في النظام العالمي لتحديد المواقع في ''مجال رؤية'' مستعمل على سطح الأرض.

٢ – ٢٢٩ يتم تحديد الموقع على سطح الأرض بقياس المسافة من عدة سواتل. ويبث كل من الساتل في النظام العالمي لتحديد المواقع وجهاز الاستقبال إشارة تتزامن مع الأخرى بدقة (تسمى Pseudo - random code) ويتحقق التزامن عن طريق ساعات دقيقة جداً على الساتل وفي جهاز الاستقبال. ويمكن أن يقيس جهاز الاستقبال التواني بين الإشارة الداخلية والإشارة التي يستقبلها من الساتل. وهذا التواني هو الوقت الذي تستلزمه الإشارة لتقطع المسافة من الساتل إلى جهاز الاستقبال. ونظراً لأن الإشارة تسافر بسرعة الضوء، يلزم ببساطة ضرب مقدار التواني في سرعة الضوء لحساب المسافة.

الشكل ثانياً – ١٧ النظام العالمي لتحديد المواقع

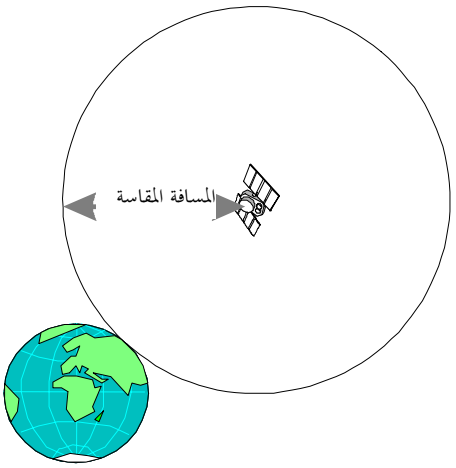


٢ – ٢٣٠ بمجرد معرفة المسافة من عدة سواتل، يمكن تحديد الموقع عن طريق تحديد ثلاثة أضلاع. وحيث إن من الصعب إظهار ذلك بالرسم البياني في ثلاثة أبعاد، تبيّن الأشكال التالية المبدأ في شكل مبسط من بعدين. وفي الشكل الأول (الشكل ثانياً – ١٨ أ) نجد ساتلاً واحداً فوق سطح الأرض. وللدائرة حوله نصف قطر يطابق المسافة التي قيست بين مستعمل للنظام العالمي لتحديد المواقع والساتل. وبطبيعة الحال لا نعرف عن هذه النقطة بالضبط موقعنا على الدائرة.

الشكل ثانياً – ١٨ كيف يحدد النظام العالمي لتحديد المواقع

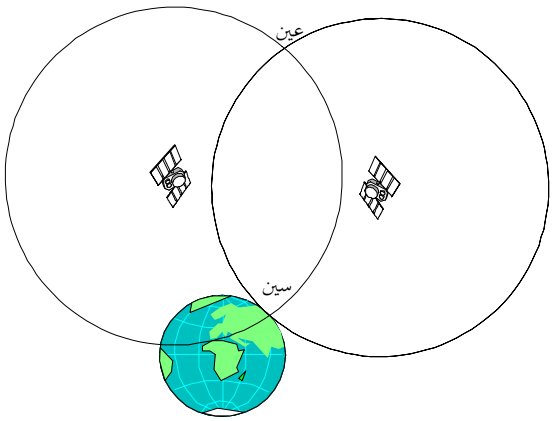
إحداثيات المواقع

أ



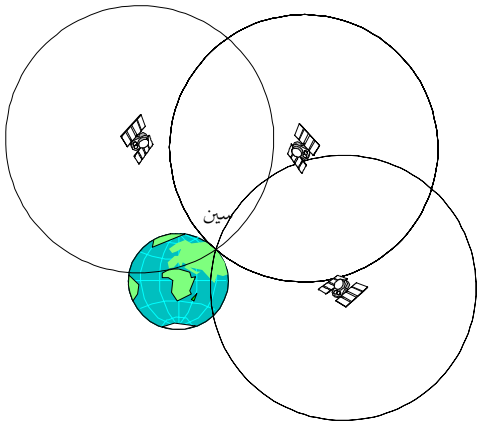
٢ – ٢٣١ إذا حصلنا على قياس مسافة من ساتل ثان، يمكننا أن نضيق موقعنا إلى نقطتين سين وعين حيث تتقاطع الدائرتان. وعادة ما يكفي هذان القياسان، لأن من المحتمل أن يكون أحد الموقعين المرشحين غير واقعي بدرجة كبيرة.

ب



٢ – ٢٣٢ غير أنه لتأكيد موقعنا الدقيق، يجب أن نحدد المسافة من ساتل ثالث. وتتقاطع دوائر المسافة حول السواتل الثلاثة جميعاً عند نقطة واحدة فقط وهي موقعنا الحقيقي.

ج



٢ – ٢٣٣ بطبيعة الحال، نحن نعيش في الواقع في عالم من ثلاثة أبعاد. وبقياس المسافة من ساتل واحد يمكن أن نكون في أي مكان على سطح يحيط بالساتل. وبقياس المسافة من ساتلين يمكن أن نكون في أي مكان على دائرة تتشكل نتيجة تقاطع الكرة. وأخيراً، تتقاطع الكرة المحيطة بساتل ثالث مع هذه الدائرة في موقعين. ومرة أخرى، فإن أحد هذين الموقعين هو الواقعي عادة. غير أنه لتحسين تقدير الموقع يؤخذ قياس رابع. وهذا القياس الرابع يساعد أيضاً في تصحيح أي انحراف قائم عن الدقة في الساعة الداخلية لجهاز الاستقبال. غير أن الساعة الذرية على الساتل، على النقيض من ذلك، دقيقة للغاية.

(٢) دقة النظام العالمي لتحديد المواقع

٢ – ٢٣٤ يمكن أن تقدم أجهزة استقبال النظام العالمي لتحديد المواقع الرخيصة بصورة معقولة معلومات دقيقة عن خط العرض، وخطي الطول والعرض لموقع المستعمل في أي مكان من العالم وفي أي وقت. وطبقاً لما يقوله بائعو خدمة النظام العالمي لتحديد المواقع المنخفضة التكلفة، فإن الموقع المسجل يكون دقيقاً في حدود تتراوح بين ١٥ و١٠٠ متر من الموقع الفعلي وذلك بالنسبة للتطبيقات المدنية. وطبقاً لمواصفات وزارة الدفاع الأمريكية الأكثر دقة، هناك فرصة بنسبة ٩٥ في المائة أن يكون الموقع المسجل دقيقاً في حدود ١٠٠ متر، وبنسبة ٥٠ في المائة في حدود ٤٠ متراً. وفي الواقع يمكن عادة تحقيق دقة في حدود ٣٠ إلى ٥٠ متراً. ولكن معلومات الارتفاع إلى حد ما أقل اعتماداً عليها من خطي العرض والطول. وهنا فإن التجربة العملية تشير إلى تحقيق دقة في حدود نحو ٨٠ متراً.

٢ – ٢٣٥ تخضع الدقة لعدة عوامل. من بينها عدد ومواقع السواتل. ومثالياً، توزع هذه السواتل فوق السماء لتتيح حساباً هندسياً يقرب من الكمال. ويمكن للعاملين في الميدان أن يتعرفوا على الفترات المثالية لجمع البيانات بالرجوع إلى تقويم يتضمن جدولاً تفصيلياً لكامل السواتل للنظام العالمي لتحديد المواقع. وتتضمن مصادر الأخطاء الإضافية الاضطرابات التي تحدث في الغلاف الجوي والتي تعدّل الإشارة وهي تشق طريقها عبره والخطأ المسمى بخطأ المسارات المتعددة والذي ينتج عنه تناثر الإشارات التي تصدر من المباني أو الأجسام الصلبة الأخرى. وتمثل الأخطاء من هذا النوع إلى حد ما ضوضاء عشوائية، وهي تذبذبات عشوائية قصيرة المدى للموقع (Lang, 1997).

٢ – ٢٣٦ غير أن مجموع هذه الأخطاء يصل فقط إلى نحو ربع الخطأ الإجمالي لأجهزة الاستقبال العادية للنظام العالمي لتحديد المواقع. أكبر مصدر للخطأ هو ما يسمى الإتاحة المنتقاة. ولمنع الدول المعادية من استخدام نظام عالمي بالغ الدقة لتحديد المواقع، تحدث وزارة الدفاع الأمريكية عن عمد ضوضاء للتشويش على الإشارة. والعسكريون وحدهم هم الذين يمكنهم الحصول على معلومات التصحيح. ومن المقرر أن تلغى الإتاحة المنتقاة على مراحل خلال السنوات القليلة القادمة، حيث إن الغرض منها، كما يوضح أدناه، قد تلاشى بظهور سبل مختلفة لتحسين دقة إشارة النظام العالمي لتحديد المواقع. ومع ذلك، فحتى بدون الإتاحة المنتقاة فإن دقة إحداثيات النظام العالمي لتحديد المواقع لن تصل إلى حد الكمال.

٢ – ٢٣٧ لن تحسن القرارات المتكررة لإحداثيات النظام العالمي لتحديد المواقع بالضرورة من تقرير الإحداثيات. ويرجع هذا إلى أن الخطأ الناتج عن الإتاحة المنتقاة لا يتناثر بشكل عشوائي حول الموقع الحقيقي، ولأن معظم الأنظمة تستخدم شكلاً من أشكال أخذ متوسط القياسات المتكررة، وهو ما يقلل من تفاوت المواقع التي يتم قياسها. ويوفر وقف تشغيل وتشغيل النظام العالمي لتحديد المواقع بعد كل قياس مؤشراً أفضل للدقة المتاحة (انظر Lang, 1997). وللحصول على مواقع أكثر دقة، نحتاج إلى أخذ متوسط قراءات الإحداثيات عبر فترة زمنية طويلة، ويعنى هذا أكثر من ٢٤ ساعة. وفي الواقع، هناك خيارات أفضل لتحسين إحداثيات النظام العالمي لتحديد المواقع.

(٣) الأنظمة العالمية التفاضلية لتحديد المواقع

٢ – ٢٣٨ بالنسبة للتطبيقات التي تتطلب دقة عالية، تستخدم الأنظمة العالمية التفاضلية لتحديد المواقع (DGPS) معلومات التصحيح التي تبثها محطة قاعدية ذات إحداثيات معروفة بدقة لتصحيح إشارات السواتل . وتخضع الإشارات التي تستقبلها المحطة القاعدية للنظام العالمي التفاضلي لتحديد المواقع والوحدة المتنقلة للنظام العالمي لتحديد المواقع لنفس الأخطاء. ولهذا يمكن للمحطة القاعدية للنظام العالمي التفاضلي لتحديد المواقع أن تقارن الاختلاف بين الموقع المحسوب وموقعه الصحيح المعروف وترسل هذه المعلومات إلى الوحدة المتنقلة (انظر الشكل ثانياً – ١٩). وتتوقف الدقة التي يمكن التوصل إليها من استخدام النظام العالمي التفاضلي لتحديد المواقع على النظام العالمي والإجراء الخاص بجمع الإحداثيات. ويمكن تحقيق دقة في حدود نحو ٣ إلى ١٠ أمتار بمعدات مقدور عليها بدرجة كبيرة وبأوقات ملاحظة أقصر. ويمكن أن تنتج الأنظمة الأغلى ثمناً وجمع البيانات الأطول بالنسبة لكل قراءة للإحداثيات دقة تقل عن المتر.

٢ – ٢٣٩ هناك عدد من الخيارات لتطبيق التصحيح المتعلق بالنظام العالمي لتحديد المواقع. فتقوم الوكالات الحكومية في عدد كبير من البلدان الآن بتركيب المحطات القاعدية للأنظمة العالمية التفاضلية لتحديد المواقع التي تبث بصفة مستمرة معلومات التصحيح. ويوجد مثل هذه المحطات عادة قرب المناطق الساحلية، حيث تدعم الملاحة في البحار. وتقوم جماعات من المستعملين أحياناً بتركيب محطات قاعدية للنظام العالمي التفاضلي لتحديد المواقع الرخيص نسبياً، مثلما يحدث في الزراعة التي تعتمد على الدقة. ويمكن أيضاً تحويل بعض وحدات النظام العالمي التفاضلي لتحديد المواقع المحمولة والرفيعة المستوى التي تتكلف عدة آلاف من الدولارات إلى محطات قاعدية لنظام عالمي تفاضلي لتحديد المواقع تبث معلومات التصحيح. ويحتاج المستعمل إلى أن يعثر على موقع معروف بدقة يمكن في منطقة مجاورة له رسم الخرائط الدقيقة. وأخيراً، تبث معلومات التصحيح أيضاً عن طريق السواتل للملاحة الجوية في الطائرات على سبيل المثال. وفي المستقبل من المحتمل أن تتاح هذه الخيارات المتعلقة بالنظام العالمي التفاضلي لتحديد المواقع، للمستعمل العادي، ومن ثم تتاح معلومات تصحيح النظام العالمي التفاضلي لتحديد المواقع في أي مكان ووقت.

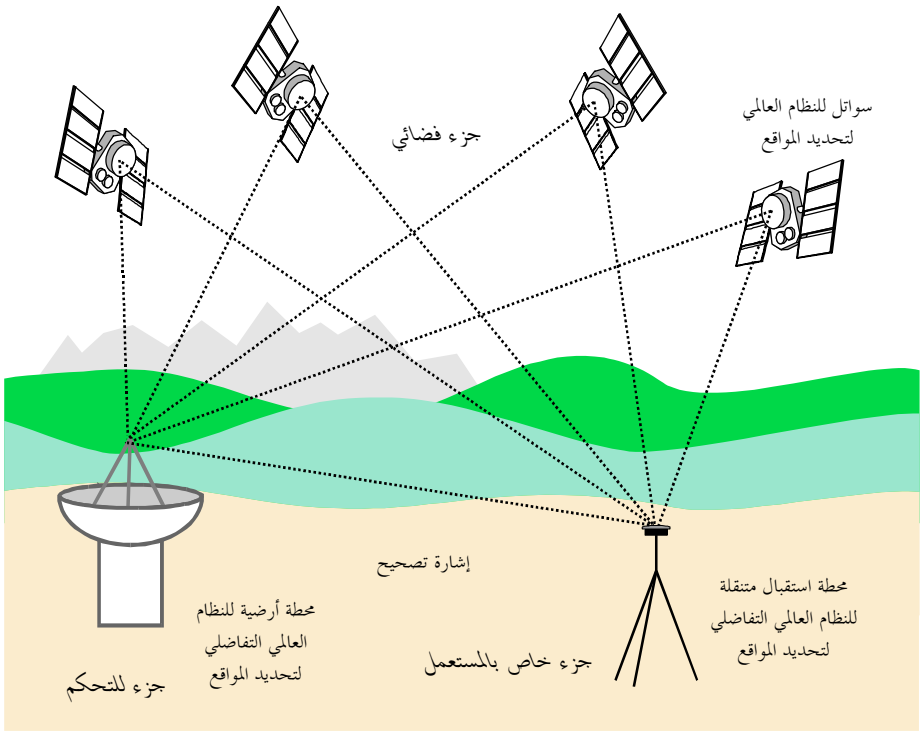
٢ – ٢٤٠ غالباً ما تكون معالجة إحداثيات الأنظمة العامية لتحديد المواقع خياراً أقل تعقيداً وتكلفة. هنا يجمع المستعمل الإحداثيات بجهاز استقبال عادي للنظام العالمي لتحديد المواقع. ويسجل الزمن والساتل المستخدم لكل إحداثي في ذاكرة أجهزة الاستقبال. وعندما يعود المستعمل إلى مكتبه، يمكنه أن يرحل معلومات التصحيح الخاصة بتلك الفترة الزمنية داخل الحاسوب، وأن يطبق عوامل التصحيح على جميع الإحداثيات التي جمعت. وتتاح ملفات بيانات التصحيح من عدد من المصادر التجارية أو العامة في بلدان كثيرة. وحيث لا تتاح مثل هذه المعلومات من مصادر ثانوية، يمكن إنشاء محطة قاعدة النظام العالمي لتحديد المواقع في موقع مركزي. ولتعزيز رسم خرائط التعداد، على سبيل المثال، يمكن إنشاء محطة تصحيح للنظام العالمي التفاضلي لتحديد المواقع في العاصمة حتى يمكن تصحيح بيانات الإحداثيات التي جمعت في الميدان، باستخدام أجهزة استقبال عادية رخيصة، في وقت لاحق. وفي البلدان الأكبر، يمكن إنشاء عدة محطات قاعدية.

(٤) النظام العالمي للسواتل التي تدور حول الأرض والخاصة بالملاحة

٢ – ٢٤١ تشغل وزارة الدفاع في روسيا الاتحادية النظام العالمي الروسي لتحديد المواقع GLONASS وهو نظير النظام العالمي لتحديد المواقع. ويبنى النظام أيضاً على أساس مجموعة من ٢٤ ساتلاً عاملاً يدور حول الأرض في ثلاث مستويات مدارية (مقابل ست مستويات للنظام العالمي لتحديد المواقع). وتتماثل خصائص النظامين على السواء بدرجة كبيرة. والاختلاف الوحيد هو أن GLONASS لا يستخدم الإتاحة المنتقاة للمستعملين المدنيين، وهو ما يعني أن GLONASS يوفر مواقع أكثر دقة من النظام العالمي لتحديد المواقع في نمط تلقائي (أي غير تفاضلي). وعلى الرغم من أن مشروع GLONASS بدأ في عام ١٩٨٢، إلاّ أن مجموعة السواتل التي يمكن استخدامها يتراوح بين ١١ و١٦ ساتلاً.

٢ – ٢٤٢ ليست أجهزة استقبال GLONASS المخصصة في حالة استخدام واسع الانتشار. غير أن عدة معاهد بحوث أكاديمية وشركات خاصة طورت أنظمة لتحديد المواقع تجمع بين إشارات النظام العالمي لتحديد المواقع وGLONASS ويعني استخدام النظامين على السواء أنه، في أي وقت ومكان معيّنين سيتوفر من السواتل في مجال رؤية المستعمل ما يفوق عددها فيما لو أن نظاماً واحداً فقط هو الذي يستخدم. ولهذا أهمية خاصة في مناطق لا يرى منها جزء من الأفق بسبب أجسام تعترض الرؤية مثل الأودية السحيقة في المناطق الحضرية، أو المناطق الجبلية أو تحت الأشجار. ويبيّن الجدول ثانياً – ٣ أن الجمع بين النظام العالمي لتحديد المواقع وGLONASS يحسن دقة قياسات الموقع بدرجة كبيرة بالمقارنة بالنظام العالمي لتحديد المواقع استناداً إلى الإتاحة المنتقاة. وعلى الرغم من أن الأرقام تشير إلى تحسن هامشي فقط بالمقارنة بـ GLONASS في ذاته، فإن حقيقة أن عدداً منخفضاً من سواتل GLONASS هو المتاح حالياً يعني أن النظام المشترك سيحقق نتائج يمكن الاعتماد عليها بدرجة أكبر.

الشكل ثانياً – ١٩ الأنظمة العالمية التفاضلية لتحديد المواقع



الجدول ثانياً – ٣ دقة تحديد المواقع للنظام العالمي لتحديد المواقع والنظام العالمي التفاضلي لتحديد المواقع

	الخطأ الأفقي (بالأمتار)		الخطأ الرأسي (بالأمتار)
	(٥٠ %)	(٩٥ %)	(٩٥ %)
النظام العالمي لتحديد المواقع	٦	١٨	٣٤
النظام العالمي لتحديد المواقع	٢٥	٧٢	١٣٥
GLONASS	٧ – ١٠	٢٦	٤٥
النظام العالمي لتحديد المواقع وGLONASS	٩	٢٠	٣٨

المصدر: Misra, 1993؛ Hall and others, 1997.

(٥) اختيار وحدة للأنظمة العالمية لتحديد المواقع

٢ – ٢٤٣ تتباين أجهزة استقبال الأنظمة العالمية التجارية المتاحة لتحديد المواقع من حيث السعر والقدرات. وتحدد المواصفات التقنية الدقة التي يمكن أن يتحقق بها تحديد المواقع. وكلما كان جهاز الاستقبال أقوى كلما ارتفع ثمنه. فيجب على المستعمل أن يقرر ما إذا كان الكسب الإضافي في الدقة جدير بالتكلفة الإضافية. وفي الكثير من التطبيقات المتعلقة برسم الخرائط، تعتبر الأنظمة العادية الخاصة بالدقة كافية إلى حد كبير. وتتفاوت أجهزة الاستقبال أيضاً من حيث سهولة أو صعوبة استخدامها من جانب المستعملين، وقدراتها المتابعة وهي قدرات مفيدة في الملاحة، إذ يستطيع الكثير من أجهزة الاستقبال أن ترسم الخرائط البسيطة، ومن حيث الإسقاطات الخرائطية وأنظمة الإسناد الجغرافي المدعومة. ومن الاعتبارات الإضافية في اختيار أجهزة استقبال الأنظمة العالمية لتحديد المواقع قوة الوحدات، واستهلاكها للطاقة (نظراً لأن البطاريات مكلفة، فإن وحدات تكييف قداحات السيارات مفيدة)، وقدرة تخزين الإحداثيات، وسهولة تحوّل الإحداثيات المخزنة إلى حاسوب خفيف متنقل أو حاسوب منضدي.

٢ – ٢٤٤ يقدم معظم البائعين منتجات مدمجة تجمع بين جهاز استقبال النظام العالمي لتحديد المواقع وحاسوب صغير (Palmtop) أو حاسوب دفتري حتى يمكن رسم الإحداثيات التي يتم تجميعها على الشاشة فوراً، إما وحدها بصورة معزولة أو على خريطة قاعدية رقمية. وبالنسبة للتطبيقات المتعلقة بالتعداد، من المحتمل أن تتجاوز المعدات المطلوبة لعدد كبير من العاملين الميدانيين موارد مشروع التعداد. ويوفر تخزين الإحداثيات في النظام والتسجيل اليدوي المحتمل على صحائف البيانات كاحتياطي بديل أقل تكلفة.

(٦) الأنظمة العالمية لتحديد المواقع في تطبيقات رسم خرائط التعداد

٢ – ٢٤٥ لتكنولوجيا النظام العالمي لتحديد المواقع تطبيق واضح في أي نوع من أنشطة رسم الخرائط، بما في ذلك إعداد خرائط العدادين اللازمة لأنشطة التعداد (مثل Tripathi, 1995). وبتحديد المواقع الجغرافية الدقيقة لمناطق العد، باستخدام النظام العالمي التفاضلي لتحديد المواقع يمكن تحديد الحدود باستخدام النظام العالمي لتحديد المواقع، ويمكن تحديد موقع معالم النقاط مثل مرافق الخدمات أو المراكز القروية بطريقة تتناسب في التكلفة مع الفعالية. ويمكن الترحيل الحاسوبي للإحداثيات أو إدخالها يدوياً في نظام رقمي لرسم الخرائط أو نظام عالمي لتحديد المواقع، ويمكن دمجها مع المعلومات القائمة المسندة جغرافياً.

٢ – ٢٤٦ تتباين الطريقة المضبوطة التي تستخدم بها إحداثيات النظام العالمي لتحديد المواقع في رسم خرائط التعداد حسب الاستراتيجية المختارة لرسم خرائط التعداد. ويمكن استخدام النظام العالمي لتحديد المواقع في نمط نقاط لجمع الإحداثيات، مثلاً بالنسبة لكل مبنى في قرية أو لكل تقاطع في شبكة شوارع بلدة. وتساعد الخرائط المتاحة أو الخرائط الكروكية التي ترسم خلال جمع البيانات في تفسير معلومات الإحداثيات عند عودة العدادين إلى المكتب. والاحتمال الثاني هو جمع إحداثيات النظام العالمي لتحديد المواقع على فترات منتظمة. وبهذه الطريقة يمكن تسجيل المعالم الخطية تلقائياً بالمشي على امتداد شارع أو السفر في سيارة أو على دراجة. وهذه طريقة تتناسب في التكلفة مع الفعالية لإنشاء قاعدة بيانات شارع أو شبكة طرق (انظر الإطار ثانياً – ٣: مثال إريتريا)، على الرغم من أنه سوف يتوقف على المعايير المختارة لنوعية البيانات ما إذا كانت دقة الخطوط الناتجة كافية أم لا.

٢ – ٢٤٧ عند تطبيق النظام العالمي لتحديد المواقع، يمكن – بطبيعة الحال – أن تنشأ مشاكل والخطأ المحتمل لاستخدام النظام العالمي لتحديد المواقع العادي في البيئات الحضرية الكثيفة السكان (ما يصل إلى ١٠٠ متر) هو أنه ليس كافياً لتحديد مناطق العد المتاخمة بدقة. وفي هذه الحالات يجب استخدام النظام العالمي لتحديد المواقع بمراجعتها على مصادر إضافية للبيانات مثل الخرائط المنشورة، أو الصور الملتقطة من الجو أو حتى الخرائط الكروكية التي ترسم خلال العمل الميداني. وقد أنشأت بعض المدن، كالدوحة على سبيل المثال، نظاماً من المحطات القاعدية الأرضية للنظام العالمي لتحديد المواقع تدعم رسم الخرائط بدقة بالغة باستخدام النظام العالمي التفاضلي لتحديد المواقع. ولكن مثل هذه الشبكات لا توجد بعد في الكثير من البلدان النامية. وقد يصعب وجود العمارات العالية أو الشوارع التي

تصطف بالأشجار الكثيفة من استقبال الإشارات من عدد كاف من السواتل، حيث إن إشارة الساتل لا يمكن أن تخترق أجساماً صلبة. غير أن جامع البيانات المدرّب يمكنه أن يحصل على معلومات الإحداثيات بالمشي إلى موقع مفتوح بدرجة أكبر وتطبيق موازنة مع إحداثي مسجل.

(٧) الأنظمة المتكاملة لرسم الخرائط الميدانية

٢ – ٢٤٨ يعتمد جمع البيانات في قطاع المرافق وتطبيقات أخرى لرسم الخرائط الآن بدرجة كبيرة على نظام المعلومات الجغرافية. وفي الكثير من هذه التطبيقات تدمج هذه الأنظمة في حاسوب محمول أو حاسوب رقمي شخصي مساعد. وتجمع الإحداثيات وتعرض فوراً على شاشة الحاسوب المحمول. وإذا توافرت خريطة قاعدية رقمية، فإنه يمكن عرض الإحداثيات فوقها. ويمكن للعاملين الميدانيين أن يضيفوا أي معلومات مطلوبة حول الخصائص، ويخزنوا هذه البيانات في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية. ويمكن عندئذ دمج معلومات نظام المعلومات الجغرافية هذه في نظام للمعلومات الجغرافية في المركز الرئيسي. وبالنظر إلى أن الحواسيب الدفترية وغيرها من الحواسيب المحمولة تزداد رخصاً بصورة مستمرة، فقد تصبح الأنظمة المتكاملة لرسم الخرائط الميدانية قريباً خياراً قابلاً للتطبيق لجمع البيانات الميدانية لأغراض التعدادات. وبالمثل، فإن أجهزة استقبال نظام المعلومات الجغرافية تصغر حجماً وتقل تكلفة بصفة مستمرة. ووقت كتابة هذا الدليل، أعلن عن أول جهاز استقبال لنظام المعلومات الجغرافية يدمج في ساعة معصم. ومن المحتمل أن يدمج نظام المعلومات الجغرافية على نطاق واسع في السيارات والمعدات الإلكترونية.

(٨) الخلاصة: مزايا وعيوب الأنظمة العالمية لتحديد المواقع

٢ – ٢٤٩ تشمل مزايا الأنظمة العالمية لتحديد المواقع ما يلي:

- رخيصة إلى حد ما، وسهلة الاستخدام في جمع البيانات الميدانية. تتطلب الوحدات الحديثة تدريباً بسيطاً على الاستخدام السليم.
- يمكن قراءة البيانات التي يتم جمعها مباشرة في قواعد بيانات نظام المعلومات الجغرافية، مما يجعل إدخال البيانات فوراً أو خطوات تحويل البيانات غير ضرورية.
- توفرها عالمياً.
- دقة كافية بالنسبة للكثير من تطبيقات رسم خرائط التعداد ويمكن تحقيق الدقة البالغة بالتصحيح التفاضلي.

٢ – ٢٥٠ تشمل العيوب ما يلي:

- يمكن اعتراض الإشارة في المناطق الحضرية الكثيفة السكان أو المناطق التي تغطيها الأشجار.
- قد لا تكون دقة الأنظمة العالمية العادية لتحديد المواقع كافية في المناطق الحضرية ولجمع معلومات المعالم الخطية مما يجعل التقنيات التفاضلية لازمة.
- النظام العالمي التفاضلي لتحديد المواقع أغلى ثمناً، ويتطلب وقتاً أطول في جمع البيانات في الميدان ومعالجة تالية أكثر تعقيداً للحصول على معلومات أكثر دقة.
- قد يتطلب الأمر استخدام عدد كبير من الأنظمة العالمية لتحديد المواقع لفترة قصيرة من الوقت فقط لجمع البيانات.

الإطار ثانياً – ٣ رسم خرائط التعداد في إريتريا

٢ – ٢٥١ يستخدم النظام العالمي لتحديد المواقع بصورة موسعة في إعداد خرائط العدادين لتعداد جولة ٢٠٠٠ في إريتريا (انظر مكتب الإحصاء الوطني بإريتريا، ١٩٩٦). وبالتعاون مع خبراء من مكتب الإحصاء الكندي، قرر المكتب الإحصائي الوطني اتباع نهج رقمي لرسم خرائط التعداد. وتم تحويل معالم أساسية مثل النقل، والهيدروغرافيا، والمرتفعات الموضعية، وخطوط الحيد إلى شكل رقمي يدوياً من خرائط رسمت بمقياس ١: ١٠٠,٠٠٠. وبالنظر إلى الافتقار إلى خرائط يعتمد عليها للبلدات والقرى، فقد استخدم النظام العالمي لتحديد المواقع لتسجيل إحداثي لكل قرية، تتألف فقط من منطقة عد واحدة (أقل من ١٠٠ أسرة معيشية).

٢ – ٢٥٢ بالنسبة للقرى والبلديات الأكبر، مشى العاملون الميدانيون في التعداد على امتداد خط مركزي لجميع المسارات والشوارع في المستوطنة فيما كانوا يسجلون إحداثيات النظام العالمي لتحديد المواقع في نمط انسيابي، حيث تسجل الأجهزة المواقع في فترات زمنية منتظمة تلقائياً. وفي الوقت نفسه، ساعدت الخرائط الكروكية الأساسية التي رسمت باليد، في ربط عدد المساكن بصفوف المباني في القرية التي رسمت خرائطها.

٢ – ٢٥٣ لتسهيل تفسير العدادين في وقت لاحق لخرائط مناطق العد، سجلت أيضاً مواقع المعالم البارزة في القرية (أماكن العبادة، والمدارس، وغيرها). وتم هذا بجمع معلومات الإحداثيات حول شبكة الشوارع الأقرب إلى المعلم البارز وملاحظة الموازنة والاتجاه من تلك النقطة إلى المعلم. وفي البلدات الأكبر، سجلت صفوف مباني المدينة باستخدام النظام العالمي لتحديد المواقع من سيارة في نمط انسيابي.

٢ – ٢٥٤ جمع العاملون الميدانيون في رسم الخرائط بيانات الإحداثيات باستخدام أجهزة استقبال عادية ورخيصة للنظام العالمي لتحديد المواقع. وقد أدخل احتياطي لهذه البيانات في حواسيب خفيفة رخيصة أو على أقراص مرنة صغيرة بعد كل يوم عمل. ومن مشاكل التشغيل إعادة شحن بطاريات النظام العالمي لتحديد المواقع في المناطق النائية. وقد صححت جميع قراءات النظام العالمي لتحديد المواقع في وقت لاحق استناداً إلى معلومات جمعتها محطة قاعدية أرضية توجد على سطح المكتب الإحصائي الوطني. ولوضع المحطة القاعدية على سطح المقر الرئيسي لمكتب التعداد عدة مزايا. فهو يضمن مصدراً ثابتاً ودائماً ومدققاً لبيانات التصحيح. كما كفل التشغيل المستمر بتوفير مصدر يعتمد عليه الكهرباء، ووفر تركيبه على سطح المبنى بيئة للتشغيل محكومة ومؤمنة. ولم يتسبب وضع المحطة القاعدية على بعد كيلومترات قليلة من بعض مواقع العمل الميداني في حالات افتقار خطيرة للدقة فيما يتعلق بأغراض التعداد، على الرغم من أن الأمر قد يتطلب عدة محطات قاعدية في البلدان الأكبر.

٢ – ٢٥٥ مما يثير الاهتمام، أن إحداثيات النظام العالمي لتحديد المواقع الخاصة ببعض القرى تشير إلى حالات من عدم الاتساق في الهيكل الإداري للبلد. فقد تبيّن أن بعض القرى توجد خارج حدود الوحدات الإدارية التي كانت قد ضُمّت إليها. وتسلط مثل هذه المشاكل الضوء على أهمية التعاون الوثيق بين الوكالة القائمة بالتعداد والتنظيمات الإدارية المحلية. وقد امتد هذا التعاون أيضاً فشمل استعراضاً لكل الخرائط التي أنتجها مكتب التعداد قام بها مسؤولون إداريون محليون قبل إنتاج الخرائط النهائية لمناطق العد.

المصدر: Larry Li مكتب الإحصاء الكندي، الاتصال الشخصي.

(ج) التصوير الجوي

(١) عرض عام للصور الجوية

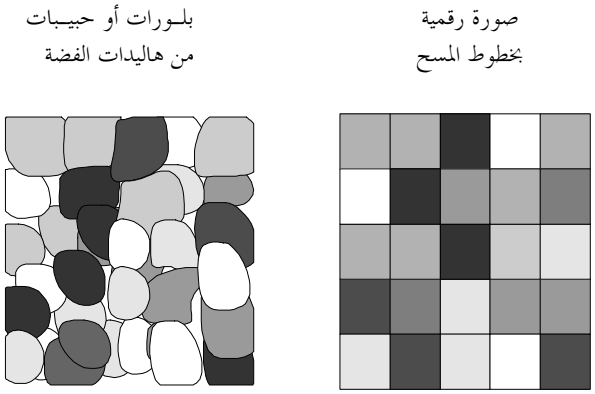
٢ – ٢٥٦ يعتبر التصوير الجوي الطريقة المختارة لتطبيقات رسم الخرائط التي تتطلب دقة بالغة واستكمالاً سريعاً للمهام (Faulkner, 1994). ويستخدم التصوير المساحي الرقمي (فوتوجرامتري)، وهو علم الحصول على القياسات من الصور الفوتوغرافية، لإعداد الخرائط القاعدية الطبغرافية المحدثة، والقيام بالدراسات الاستقصائية الزراعية ومسوح التربة، وفي جوانب كثيرة من التخطيط الحضري والإقليمي. كما استخدمت مشروعات التعداد بصورة متكررة أيضاً مسوح الصور الجوية للإعداد السريع لخرائط المناطق التي لا تتوافر لها خرائط مستحدثة أو التي يصعب مسحها باستخدام الطرق الميدانية التقليدية. ومن شأن المسح الجوي الذي يجري قبل وقت قصير من التعداد أكثر الأسس استكمالاً لتحديد مناطق العد في إطار زمني قصير بصورة معقولة.

٢ – ٢٥٧ استخدمت الصور الجوية لرسم الخرائط بعد وقت قصير من اختراع الطائرات. واستخدمت التطبيقات المبكرة كاميرات عادية. غير أنه سرعان ما ركبت أنظمة الكاميرات التي أعدت خصيصاً للإقلال إلى حد أدنى من الانحراف الهندسي على طائرات تم تكييفها بصفة خاصة لتسمح لنظام الكاميرا بأن يصوّب عدساته في خط مستقيم نحو الأرض من خلال فتحة في أرضية الطائرة. وسرعان ما أصبحت المعدات الخاصة بتغيير الصور الجوية وتحويل المعلومات المستخرجة من مثل هذه الصور إلى خرائط بالغة التقدم. مثلاً، أصبح تفسير أزواج الصور المجسمة طريقة سائدة لإنتاج خرائط كنتورات للارتفاعات. وهناك استعراض تفصيلي للتقنيات التقليدية لتفسير الصور الملتقطة من الجو في كتيب إرشادات BUCEN حول رسم خرائط التعداد (BUCEN, 1978). ولهذا تقتصر الفقرتان التاليتان على وصف بعض الاختراعات الحديثة في طرق التصوير من الجو التي يدعمها الحاسوب.

٢ – ٢٥٨ يتم الحصول على الصور الجوية باستخدام كاميرات متخصصة على متن طائرات تطير على ارتفاع منخفض (Michael, 1997). وتلتقط الكاميرا الصورة على فيلم فوتوغرافي. وبالمقارنة بأنظمة الاستشعار الرقمية، لا يزال الفيلم يوفر حالياً وضوحاً متفوقاً (أي القدرة على تمييز التفاصيل الصغيرة). وبالنظر إلى التطورات السريعة في مجال التصوير الرقمي فإن هذا، بطبيعة الحال، قد يتغيّر في المستقبل القريب. والمنتج النهائي لمشروع التصوير الجوي تقليدياً هو الصور المطبوعة عن منطقة على الأرض. ويصمم مسح الصور الجوية حتى تتداخل الصور الناتجة بنسبة تتراوح بين ثلاثين وستين في المائة. ويمكن لفني التصوير المساحي الرقمي (فوتوجرامتريست) أن يدمج هذه الصور إنتاج خرائط مركبة من مجموعة من الصور تغطي المنطقة بأكملها. ويمكن استخدام الخرائط المركبة من مجموعة من الصور الملتقطة من الجو والمطبوعة بنفس الطريقة التي تستخدم بها الخرائط. فيمكن أن يكون له حاشية تفسيرية، وأن توفر مرجعاً للعمل الميداني وتتيح تحويل المعالم إلى شكل رقمي لإنشاء أو تكملة قواعد بيانات نظام المعلومات الجغرافية.

٢ – ٢٥٩ الشكل ثانياً – ٢٠ يتألف الفيلم الفوتوغرافي الأبيض والأسود، مثلاً، من طبقة من الجيلاتين تطمر بها بلورات من هاليدات الفضة حساسة للضوء. وهذه البلورات أو الحبيبات غير منتظمة الشكل والحجم. وعلى النقيض من ذلك، فإن الصورة المستنسخة باستخدام الماسحات الضوئية هي مجموعة منتظمة من النقط الضوئية (عناصر الصورة).

الشكل ثانياً – ٢٠ الفيلم الفوتوغرافي مقابل الصورة المستنسخة بالماسحات الضوئية



٢ – ٢٦٠ تشبه الصور الملتقطة من الجو الخرائط، حيث إنها توفر رؤية من أعلى إلى أسفل المعالم على سطح الأرض. وتختلف عن الخرائط من حيث إنها تظهر فقط معالم مرئية بالفعل على الأرض. وبطبيعة الحال لا تظهر الحدود المصطنعة، والمعلومات المواضيعية، والحواشي التفسيرية. وبدون معالجة إضافية لا توفر الصور الملتقطة من الجو الدقة الهندسية للخرائط. فزاوية الكاميرا واختلاف الأرض يسبب انحراف مشهد الصورة الفوتوغرافية من الجو. ولهذا يلزم معالجة إضافية لإنتاج ما يسمى بخرائط التصوير الفوتوغرافي العمودي التي تجمع بين الدقة الهندسية للخريطة الطبغرافية والتفصيل الكبير في الصورة الفوتوغرافية (انظر الإطار ثانياً – ٤).

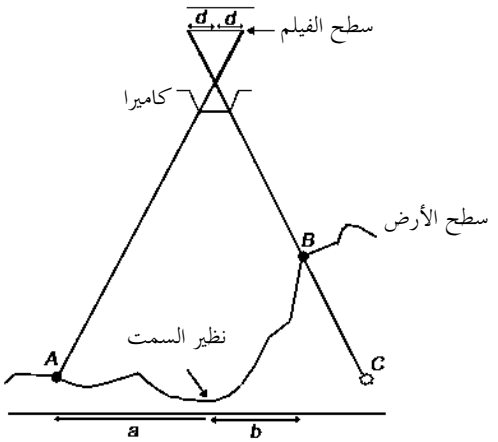
الإطار ثانياً – ٤ إعداد خرائط الصور الصحيحة الرقمية

٢ – ٢٦١ لإنتاج صور فوتوغرافية عمودية رقمية تشبه الخريطة، يجب التخلص من الانحرافات في الصورة التي ترجع إلى زاوية الكاميرا والأرض. ويبيّن الشكل ثانياً – ٢١ الانحراف الناتج عن اختلاف الأرض (نقلاً عن Jones, 1997). وتعتبر الصورة الفوتوغرافية بصفة أساسية إسقاطاً منظورياً لسطح الأرض. النقطة ب توجد على ارتفاع أعلى بالمقارنة بالنقطة أ. في الواقع أن النقطة ب تقع على مسافة ب من نظير السمت، وهي النقطة التي تقع رأسياً تحت المركز المنظور لعدسة الكاميرا. ويبدو أن ب تقع عند النقطة ج، ولهذا يكون إسقاطها على نفس المسافة د من مركز سطح الفيلم كالنقطة أ.

٢ – ٢٦٢ لهذا نحتاج إلى أن نعرف الارتفاع في كل نقطة على الأرض، وذلك لتصحيح الانحرافات في الصورة الملتقطة من الجو. ويمكن تحديد الارتفاع من الأزواج المجسمة للصور الجوية. وهذه هي الصور الفوتوغرافية التي تغطي نفس المساحة على الأرض تقريباً، ولكنها وضعت في غير مكانها بفارق مسافة صغيرة. ويسمح رسامو الصور المجسمة التحليليون للمشغل أن يشترك في التسجيل الصحيح لأزواج الصور ولاستخراج مواقع المعالم بأبعاد ثلاثة. وتدعم أحدث أنظمة النسخ المعروضة على الشاشة لرسم الخرائط مستوى عالياً من آلية تسجيل الصور وإزالة الانحرافات. ويمكن مراعاة كل المحددات ذات الصلة، مثل ميل الكاميرا خلال الطيران وانحرافات العدسة. وهكذا يستطيع المشغل أن يستخرج بصورة صحيحة البيانات الرقمية المسندة جغرافياً من الصور الملتقطة من الجو. وتشمل منتجات المخرجات بيانات متجهات أنظمة المعلومات الجغرافية التي تستخرج مباشرة من الصور الجوية، أو الخرائط المعدة بشكل أسلاك متصلة والتي تظهر الأرض، أو النماذج الرقمية للارتفاعات (DEM) وهي صورة بخطوط المسح تقابل الصورة الملتقطة من الجو، حيث تشير قيمة كل نقطة ضوئية إلى ارتفاع تلك النقطة عن الأرض. وفيما تفيد النماذج الرقمية للارتفاعات بصورة معتدلة في تطبيقات رسم خرائط التعداد، فإن مثل مجموعات البيانات هذه لها نفع كبير في التطبيقات المتعلقة بالبيئة والموارد الطبيعية، ولا سيما في الهيدرولوجيا.

٢ – ٢٦٣ بعد هذه العملية المتعلقة بالتسجيل في نظام سليم للإسناد الجغرافي وإزالة الانحرافات، حوّلت الصور الجوية الأوّلية إلى خرائط رقمية للصور الفوتوغرافية العمودية. وتنتج هذه عادة بمقياسي رسم خرائط ١: ٢,٠٠٠، ١: ٢٠,٠٠٠ حسب ارتفاع الطائرة والمعالجة. ويمكن دمج الصور الفوتوغرافية العمودية المجاورة رقمياً لإنشاء قواعد بيانات متقنة للصور المتعلقة بمدينة بكاملها أو منطقة أو بالتأكيد، بالبلد ككل. وتستطيع تقنيات رسم الخرائط أن تستخرج أو تحدد المعالم على خرائط الصور الفوتوغرافية العمودية هذه من خلال التحويل إلى شكل رقمي على شاشة الحاسوب، أو يمكن استخدامها ببساطة كخلفية لتوفير سياق لطبقات بيانات أنظمة المعلومات الجغرافية القائمة.

الشكل ثانياً – ٢١ الانحراف الذي يرجع إلى الأرض



(٢) قضايا التطبيق والقضايا المؤسسية

٢ – ٢٦٤ يتطلب تكوين الصور الفوتوغرافية العمودية الرقمية خبرة كبيرة في طرق التصوير المساحي الضوئي، وهي خبرة لا تتوافر عادة في جهاز التعداد. ولهذا يجب أن يعقد جهاز التعداد اتفاقاً تعاونياً مع وكالة وطنية أخرى، وعلى الأرجح إدارة رسم الخرائط أو وحدة استكشاف تابعة للقوات الجوية. والبديل هو أن يتعاقد جهاز التعداد مع شركة تجارية لرسم الخرائط الجوية لأداء العمل. وهناك عدة شركات لرسم الخرائط تعمل على مستوى دولي وتوفر الطائرات ومعدات الكاميرا والمعالجة.

٢ – ٢٦٥ غير أن هذه الخدمات ليست رخيصة. ولحسن الحظ تفيد الصور الملتقطة من الجو في تطبيقات كثيرة مختلفة، تشمل تخطيط عقود الخدمات، وتحديث خرائط البلدات، ومشروعات تحديد ملكية الأراضي (انظر مثلاً أحمد، ١٩٩٦؛ و Clarke, 1997). ويمكن أن تخفض مشاركة التكاليف بين الإدارات الحكومية التي يعنيها الأمر، ومن المحتمل مع القطاع الخاص بدرجة كبيرة نفقات جهاز التعداد. وحيثما يستحيل تحقيق التغطية الوطنية الكاملة بالصور الجوية بسبب قيود الموارد، لا يزال من الممكن إنتاجها لمناطق محددة. ومن الأمثلة على ذلك استخدام الصور الملتقطة من الجو من جانب مكتب الإحصاء في هونج كونج لتقدير عدد السكان الذين يعيشون على القوارب (Nidi, 1996). ويبيّن هذا استخدام هذه التقنيات لعدّ السكان الذين يصعب عدّهم. ومن الأمثلة الأخرى السكان الرحل أو اللاجئين، أو المناطق الحضرية السريعة النمو، أو الأقاليم التي يصعب دخولها موسمياً.

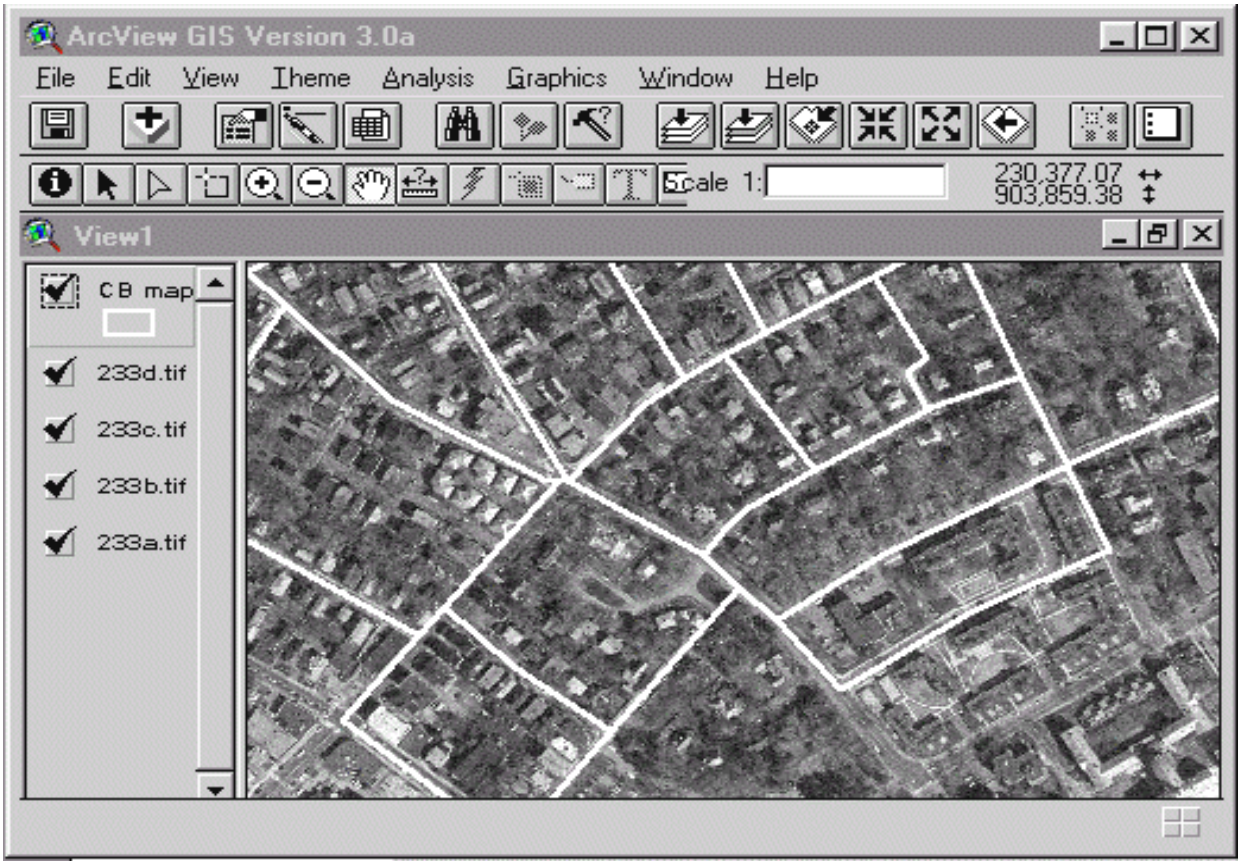
٢ – ٢٦٦ كما أوضحنا في الفقرات السابقة، يتطلب إعداد الخرائط المستندة إلى الصور الفوتوغرافية العمودية خبرة تقنية كبيرة ومعدات متخصصة. وعلى النقيض من ذلك، فإن استخدام خرائط الصور الفوتوغرافية العمودية لا يتطلب تدريباً إضافياً كبيراً. ببساطة قد تتألف قاعدة بيانات معدة لمدينة، مثلاً، من مجموعة من عدة صور على قرص متراص – ذاكرة للقراءة فقط يمكن عرض مضمونها بصورة متقنة في نظام عادي للمعلومات الجغرافية أو في برنامج لرسم الخرائط بمساعدة الحاسوب المنضدي. ويمكن الحصول على خرائط الصور الفوتوغرافية العمودية في صيغ رسوم بيانية عادية (مثل ملف الصور المميزة بأشكال (TIFF) لهذا، لا يحتاج المستعمل إلى برمجيات متخصصة لمعالجة الصور. ويمكن، في الواقع، استخدام أي برنامج رسم بياني لاستخراج المعالم من الصور، على الرغم من أن المعلومات المسندة جغرافياً سوف تضيع. وهذه المعلومات تشمل أبعاد وإحداثيات الصورة الرقمية في عالم الواقع، وعادة ما يحتويها ملف مقدمة صغير. وبهذه المعلومات تستطيع معظم برامج رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب المنضدي أن تسجل الصور مع أي بيانات أخرى لنظام المعلومات الجغرافية تخزن في نفس نظام الإسناد الجغرافي.

(٣) تطبيق الصور الملتقطة من الجو في رسم خرائط التعداد

٢ – ٢٦٧ تناسب الخرائط المسندة إلى الصور الفوتوغرافية العمودية جيداً عمليات عد وحدات المساكن وتقدير السكان. وتسمى عمليات عد المساكن أو السكان باستخدام الصور الملتقطة من الجو أحياناً مسوح الأسقف. وفي البيئات الريفية، حيث يمكن تمييز المستوطنات بصورة واضحة على الصورة الجوية، وحيث تتناثر المنازل نوعاً ما، يمكن تحديد عدد وحدات المساكن بسهولة كبيرة. وهكذا يتيح التقدير الموثوق به لمتوسط عدد الأشخاص لكل أسرة معيشية تقديراً دقيقاً بدرجة كافية للسكان بالنسبة لأغراض التعداد. وفي البيئات الحضرية، قد تتقارب المنازل كثيراً. وقد يصعب أيضاً تحديد عدد الأسر التي تعيش في منازل متعددة الطوابق. وعلى الرغم من ذلك، فإنه لا يزال من الممكن، ببعض التدريب وبالاستناد إلى معرفة المنطقة، تحقيق درجة كافية من الدقة في تقديرات السكان. وعندئذ يستطيع العاملون في التعداد أن يحددوا حدود مناطق العد التي تشمل عدداً معيّناً من الوحدات السكنية. ونظراً لأن الصور الفوتوغرافية العمودية تسند جغرافياً بصورة سليمة، فإن مناطق العد الناتجة سوف تسجل أيضاً في إسقاط خرائطي صحيح له محددات معروفة. ويعني هذا أنه لن يكون من الضروري إجراء الإسناد الجغرافي الذي يحتمل أن يكون مثيراً للملل لتحقيق توافق الحدود الرقمية مع البيانات الأخرى لنظام المعلومات الجغرافية.

٢ – ٢٦٨ يبنى تفسير الصور الملتقطة من الجو في أغلب الأحوال على التفسير المستند إلى الرؤية. لهذا لا يحتاج العاملون في مجال رسم خرائط التعداد إلى تدريب على التقنيات المتقدمة لمعالجة الصور. فيمكن تحديد حدود مناطق العد على الصورة الجوية. ويمكن أيضاً استخراج المعالم الجغرافية الإضافية التي توفر إسناداً جغرافياً للعدادين من الصور. ويمكن تحديد هذه المعالم تفاعلياً على الحاسوب باستخدام الفأر أو جهاز مؤشر صغير (انظر الشكل ثانياً – ٢٢). وبديلاً عن ذلك يمكن أن يطبع العاملون في التعداد الصور ويشفون المعالم على صحائف الفيلم البلاستيكية الشفافة (أسيتات أو مايلر). ويمكن بعد ذلك استنساخ هذه الصحائف بالماسحات الضوئية أو بتحويلها إلى متجهات. وتتطلب هذه العملية خطوة إضافية ومزيداً من المواد، ولكنها غالباً ما تحسن دقة المنتج المخرج منها(انظر أيضاً القسمين ٤ (ب)، و٤(ج) حول التحويل إلى أشكال رقمية والاستنساخ بالماسحات الضوئية).

الشكل ثانياً – ٢٢ التحديد التفاعلي لحدود الشوارع في التعداد على صورة رقمية صحيحة



المصدر: مشروع الصور الرقمية الصحيحة لمعهد ماساشوستس للتكنولوجيا/ماساشوستس Http://ortho.mit.edu.

٢ – ٢٦٩ تفيد الخرائط المستندة إلى الصور الفوتوغرافية العمودية أيضاً كخلفية توفر سياقاً لعرض مواقع النقاط التي جمعت باستخدام نظام للمعلومات الجغرافية أو معالم محوّلة إلى شكل رقمي مثل المرافق الصحية وشبكات النقل. وبالإضافة إلى خرائط مناطق العد، قد تصدر للعدّادين طبعات من الصور الرقمية الفوتوغرافية العمودية تبين حدود مناطق العد لدعم التكيف مع الأوضاع الجغرافية الواقعية في المناطق المعيّنة لهم.

٢ – ٢٧٠ من المشاكل التي تعوق تطبيق هذه التكنولوجيا في مكاتب التعداد حجم البيانات الكبير التي يشملها العمل بخرائط رقمية مستندة إلى الصور الفوتوغرافية العمودية والشديدة الوضوح في المناطق الكبيرة. لهذا قد يكون من الأفضل بالنسبة لمكتب التعداد أن يحصل على صور جوية رقمية أقل وضوحاً وصقلاً، تبيّن ما يكفي من التفاصيل لتطبيقات التعداد، وتكون أسهل في معالجتها وتخزينها. فغالباً ما تكون الصور الفوتوغرافية العمودية الرقمية واضحة جداً، حيث تصل أحجام النقط الضوئية على الأرض في حدود السنتيمترات (عادة من ٥ إلى ٣٠ سنتيمتراً). وتكفي الصور الفوتوغرافية العمودية الرقمية، التي يعاد أخذ عيّنتها والتي تتراوح أحجام نقطها الضوئية بين نصف متر ومترين، لتحديد مناطق العد في البيئات الحضرية.

٢ – ٢٧١ سيكون مستقبل التصوير الجوي عملية رقمية بصورة كاملة، ومن ثم يستبعد الحاجة إلى إنتاج صور وسيطة مطبوعة. ويتم بالفعل تشغيل أنظمة تستخدم أجهزة التحكم في أنظمة المعلومات الجوية خلال الطيران وكاميرات الصور الرقمية (Bossler and Schmidley, 1997) وتستخدم كاميرات الصور الرقمية مجموعة من الأجهزة المقرنة بالشحنات (CDD) التي تستطيع إنتاج صور ٩,٢١٦×٩,٢١٦ نقطة ضوئية، مع توافر دقة موقعية تتراوح بين سنتيمتر واحد وأربعة سنتيمترات. وحيث إنه سيتم استبعاد الخطوات الوسيطة التي تشمل إنتاج طبعات الصور الفوتوغرافية والاستنساخ بالماسحات الضوئية التالي لذلك، فإن هذه التكنولوجيا تصبح أرخص وأسرع بكثير من تكنولوجيا التصوير التقليدية. وسوف تزيد حدة وضوح صور الكاميرا الرقمية بانتظام في الوقت الذي تزيد فيه

سرعات المعالجة بمساعدة الحاسوب. ولهذا من المحتمل أن يحل رسم الخرائط الجوية الدقيقة الآنية والرقمية بصورة كاملة محل التصوير الجوي التقليدي في المستقبل القريب.

(٤) الخلاصة: مزايا وعيوب الصور الجوية

٢ – ٢٧٢ تشمل مزايا الصور الجوية ما يلي:

- توفر الصور الجوية قدراً كبيراً من التفاصيل ويمكن تفسيرها بالرؤية. وتبين المعلومات حول الكثير من أنواع المعالم – الطرق، الأنهار، المباني – في وقت واحد.
- جمع البيانات أسرع، ولهذا يمكن إنتاج بيانات الخرائط أسرع بكثير من استخدام المسوح الأرضية الخرائطية. لهذا، تعتبر الصور الجوية الحديثة أساساً يمكن الوثوق به بدرجة أكبر بالنسبة لرسم خرائط التعداد بالمقارنة بالخرائط التي يتم تحديثها بصورة متكررة.
- يمكن استخدام الصور الجوية لإنتاج خرائط المناطق التي يصعب الوصول إليها أو المناطق التي يصعب فيها العمل الميداني أو يكون خطراً.
- يمكن أن يكون رسم الخرائط الطبغرافية التي تستند إلى التصوير الجوي أرخص من رسم الخرائط باستخدام تقنيات المسح التقليدية. غير أنه نظراً لأن متطلبات الدقة بالنسبة لخرائط التعداد أقل من متطلبات رسم الخرائط الطبغرافية، فلن يكون هناك ما يبرر بالضرورة التكاليف الكبيرة إذا استخدمت المنتجات لرسم خرائط التعداد فقط.
- تفيد الصور الجوية المطبوعة في العمل الميداني حيث تقدم "الصورة الأشمل". ويمكن أن يرى العاملون في الميدان الأرض التي يمكن رؤيتها من موقع مشاهدتهم في السياق الأوسع للمنطقة المحيطة. وتفيد الصور الجوية الرقمية كخلفية في عرض مجموعات بيانات نظام المعلومات الجغرافية.

٢ – ٢٧٣ أما عيوب الصور الجوية فهي كما يلي:

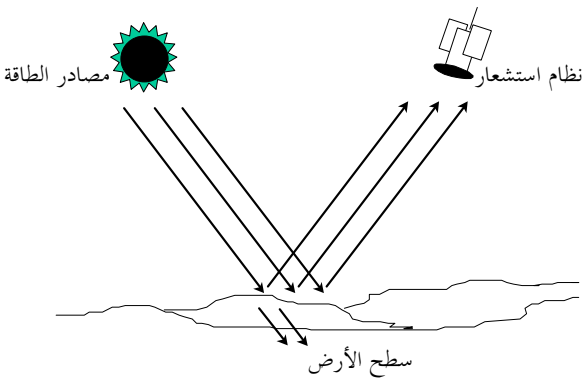
- يتطلب تجهيز الصور الجوية معدات مكلفة وخبرة متخصصة. ولهذا تحتاج مكاتب التعداد إلى أن تعتمد على دعم خارجي.
- لا تزال الصور الجوية تتطلب معلومات حول أسماء المعالم التي يلزم استخراجها من خرائط يحتمل أن يكون قد قدم عهدها. ولا يجعل التصوير الجوي بالضرورة العمل الميداني غير ضروري.
- قد يكون تفسير الصور الجوية صعباً حيث تختفي المعالم تحت نباتات كثيفة أو غطاء السحب، أو حيث لا يوفر التغاير المحدود تمييزاً واضحاً بين المعالم المتاخمة (مثلاً، بين المنازل المكونة من مواد طبيعية والأرض المحيطة بها).
- تتألف الصور الجوية الرقمية من قدر كبير جداً من البيانات الرقمية ولهذا تتطلب حواسيب قوية نوعاً ما للعرض والمعالجة الإضافية.

(د) الاستشعار من بعد عن طريق السواتل

(١) المبادئ

٢ – ٢٧٤ لا تنطبق بعض عيوب الصور الجوية، وهي التغطية الصغيرة نسبياً على الأرض، والحاجة إلى القيام بمسح خاص، على تقنيات الاستشعار من بعد (Lillessand and Kiefer,1994؛ Jensen, 1996؛ Gebizlioglu and others, 1996). وتجمع صور السواتل من أنظمة تتخذ الفضاء قاعدة لها، ومعظمها يستخدم ما يسمى بأجهزة الاستشعار البصرية السلبية لقياس الإشعاع المنعكس من أجسام على سطح الأرض في الطيف الكهرومغناطيسي المرئي وغير المرئي (الشكل ثانياً – ٢٣، والشكل ثانياً – ٢٤). ولا تستخدم أنظمة السواتل الفيلم الفوتوغرافي لتسجيل الطاقة المنعكسة. وبدلاً من ذلك، يقيس نظام كشاف بصري كهربي – مماثل للكاميرا ذات الجهاز المقرن بالشحنات – شدة الإشعاع الكهرومغناطيسي ويسجله رقمياً كصورة عادية من الصفوف والأعمدة.

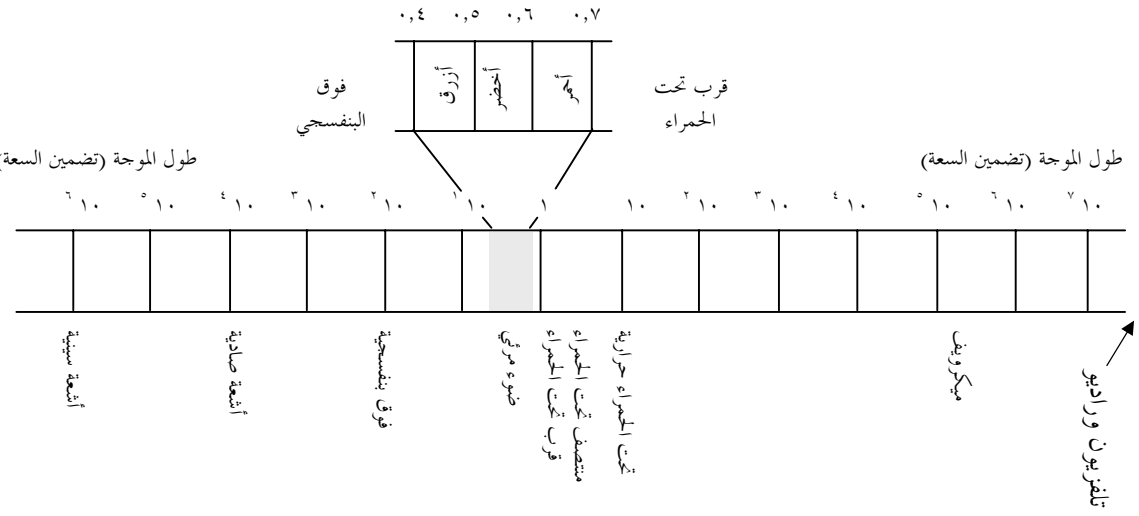
الشكل ثانياً – ٢٣ عملية الاستشعار من بعد



٢ – ٢٧٥ تعمل أجهزة الاستشعار باستخدام السواتل في نمط متعدد الطيف أو حساس لجميع الألوان المرئية في الطيف. ويعني الوصف بتعدد الطيف أن القمر الاصطناعي يجمع عدة صور (أو حزم)، يقيس كل منها طاقة منعكسة في جزء مختلف من الطيف الكهرومغناطيسي، وعادة في النطاق المرئي القريب من اللون تحت الأحمر. وتسهل القدرة على فصل الصورة في حزم طيف مختلفة وضم حزم محددة في تحليل الصورة، تصنيف المعالم على الأرض طبقاً لخصائصها الانعكاسية. مثلاً، قد تظهر حقول الأرز إشارة

قوية في حزمة معيّنة، في حين تبدو المناطق المبنيّة على أوضح صورة في أخرى. وتلتقط أجهزة استشعار السواتل الحساسة لجميع الألوان المرئية في الطيف الطاقة المنعكسة عبر نطاق واسع من الطيف. وتشبه الصور الناتجة الصور الفوتوغرافية بالأبيض والأسود. وفي العادة توفر أيضاً وضوحاً أكبر من الصور المتعددة الطيف ولهذا فهي أساس مفضل لتطبيقات رسم الخرائط.

الشكل ثانياً – ٢٤ الطيف الكهرومغناطيسي

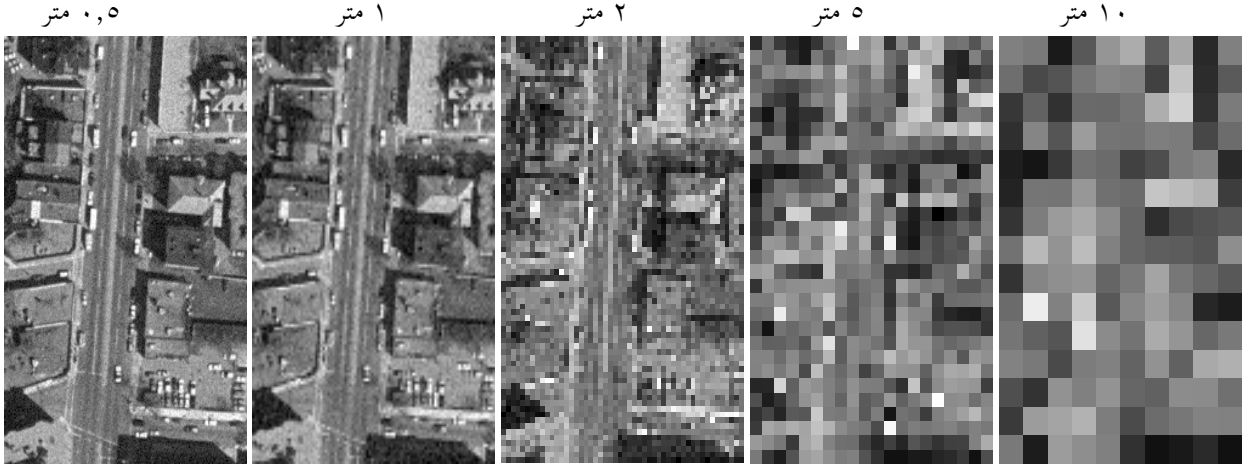


٢ – ٢٧٦ تتكون البيانات الرقمية التي تنتجها أنظمة الاستشعار من مجموعة من الأرقام التي تشير إلى مستوى الطاقة المنعكسة في الموقع المقابل على سطح الأرض. ويرسل الساتل هذه البيانات إلى محطة في نظام من محطات الاستقبال الأرضية، حيث تصحح هندسياً وتسند جغرافياً. ويمكن تفسير الصور الرقمية أو المطبوعة الناتجة بالرؤية، مثل تفسير الصور الجوية التي نوقشت أعلاه. ويمكن عرض صور الساتل الرقمية في نظام المعلومات الجغرافية، حيث يمكن لمشغل ماهر أن يحدد المعالم على الصورة. غير أن الصور المتعددة الطيف تصنف باستخدام التقنيات الإحصائية، وذلك في كثير من التطبيقات كمسوح استغلال الأراضي أو إدارة الموارد الطبيعية. وتتنبأ هذه التقنيات بفئات التغطية الأرضية استناداً إلى علاقة معايرة بين مواقع الضوابط لفئة معروفة وتميزها الطيفي.

(٢) حدة الوضوح

٢ – ٢٧٧ تقاس حدة وضوح صور السواتل حسب حجم النقط الضوئية على الأرض. ويتفاوت حجم النقط الضوئية للأقمار الاصطناعية التجارية بين ١٠ أمتار و٨٠ متراً بالنسبة لمعظم الأنظمة الشعبية مثل جهاز استشعار SPOT الحساس لجميع ألوان الطيف المرئية وصور لاندسات المتعددة الطيف. وتتيح حدة الوضوح هذه رسم الخرائط بمقياس رسم ١: ٢٥,٠٠٠ إلى ١: ٥٠,٠٠٠ أو أصغر. ويقارن الشكل ثانياً – ٢٥ بالتجميع بين أحجام النقط الضوئية التي تمت محاكاتها من صور جوية رقمية بوضوح درجة حدته نصف متر. فتغطي الصورة منطقة على الأرض مساحتها ١٠٠×١٥٠ متراً. ويمكن تمييز المنازل المنفردة بل والسيارات بوضوح درجة حدته متران ولكن بغير أحجام أكبر للنقط الضوئية. ويمكن استخراج المزيد من المعلومات من بيانات الاستشعار من بعد باستخدام الطرق المتقدمة لمعالجة الصورة بما في ذلك الكشف عن الأطراف واللوغاريتمات المرشحة الخاصة. وقد استخدمت مثل هذه التقنيات بنجاح لرسم الخرائط وتغيير الكشف عن المناطق التي بنيت حديثاً في بعض المدن السريعة النمو في العالم النامي. كما استخدمت بيانات السواتل في المناطق الريفية بالعالم النامي. وكان أحد التطبيقات هو الإعداد السريع للخرائط الطبغرافية لدعم رسم خرائط التعداد في تعداد السكان لعام ١٩٩١ في نيجيريا. وقد تم إنتاج نحو ١٥٠ خريطة ساتل من ٩٠صورة لـ SPOT تغطي مساحة ١١٠,٠٠٠ كيلومترات مربعة (Satellitbild, 1994).

الشكل ثانياً – ٢٥ رسم توضيحي لحجم النقط الضوئية في صور فوتوغرافية جوية وصور سواتل



٢ – ٢٧٨ أصبحت صور السواتل الحادة الوضوح حديثاً متاحة تجارياً. وتوفر السواتل الروسية والهندية صوراً بلغت حدة وضوح درجتها متران وخمسة أمتار على التوالي. واستخدمت صور نظام KVR 1000 الروسي، وهو نظام يستند إلى الكاميرا، لرسم خرائط الانتفاع للأراضي الحضرية وفي تحديث خرائط المدن. وسوف تطلق عدة اتحادات لشركات خاصة في السنوات القليلة القادمة سواتل تجارية تبشر بتوفير صور تصل درجة حدة وضوحها العالمية إلى ٠,٨٢ من المتر (Carlson and Patel, 1997). وتتوقع هذه الشركات أن إتاحة مثل هذه الصور الحادة الوضوح سوف يوسع بدرجة عظيمة قاعدة المستعملين لصور السواتل. وقد تكون صور السواتل هذه أرخص وأسرع من التصوير الجوي. غير أنه بالنظر إلى أن تمويل أنظمة السواتل السابقة كان يأتي من الحكومة إلى حد كبير، فليس من المؤكد على الإطلاق ما إذا كانت الأنظمة التي يتم تشغيلها تجارياً يمكن أن تحقق من الإيرادات ما يكفي لتبرير الاستثمار الكبير اللازم لدعم إنشائها وإطلاقها وصيانتها.

٢ – ٢٧٩ يعتزم معظم مشغلي الأنظمة التجارية توفير خيارات عديدة للحصول على صور السواتل. وستكون الطلبات الخاصة للحصول العاجل على الصور الخاصة بمنطقة معيّنة هي أعلى الخيارات سعراً. ونظراً لحدة وضوح صور هذه السواتل فإن هذه السواتل ستغطي مساحة أصغر على الأرض وبذا تغطي فقط مناطق مختارة على امتداد مسار الطيران. وسيكون الاختيار الأقل تكلفة هو الحصول على الصور في أوقات أقل آنية. وأخيراً سيبني مشغلو الساتل، على مر الوقت، أرشيفاً للصور، يمكن شراء أجزاء منه بسعر أقل بدرجة كبيرة. وسيتوقف سعر الصور أيضاً على درجة معالجة البيانات الأوّلية. وقد يشمل هذا تصحيحاً راديومترياً وهندسياً وإسناداً جغرافياً، بنقط أرضية ضابطة أو بدونها. وستكون بيانات الصور الأوّلية أقل تكلفة بدرجة كبيرة من الخريطة الرقمية الصحيحة للصور المنتجة من صور السواتل.

(٣) التطبيقات

٢ – ٢٨٠ تبيّن الصور الحادة الوضوح التي تلتقطها السواتل درجة من التفاصيل الجغرافية تماثل خرائط الصور الفوتوغرافية العمودية الرقمية التي يتم إنتاجها من الصور الملتقطة من الجو. غير أن من التعقيدات الرئيسية أن الحصول على صور خالية من السحب من السواتل أصعب من الحصول عليها من طائرات تطير على ارتفاع منخفض وتعمل حسب جدول زمني مرن. وتتيح الصور الخالية من السحب والحادة الوضوح عد وحدات المساكن، وتقدير السكان، وتحديد مناطق العد. وقد لا تظهر الصور الأقل وضوحاً وصقلاً للسواتل ما يكفي من التفاصيل لعد المساكن.

٢ – ٢٨١ قدّر لو (Lo, 1995) إجماليات السكان في الأحياء الحضرية في منطقة كولون (Kowloon) الحضرية الكثيفة السكان في هونج كونج استناداً إلى نسبة النقط الضوئية التي صنفت كمناطق سكنية في كل حي. وفيما كانت الأخطاء الإجمالية منخفضة نوعاً ما، حيث يلغي التقدير المبالغ فيه والتقدير الأقل من اللازم أحدهما الآخر إلى حد ما، إلاّ أن أخطاء وحدات الإبلاغ الفردية لن تكون غالباً مقبولة لتطبيقات السكان. (انظر أيضاً Clayton and Estes, 1980؛ Lo, 1986؛ Paulsen, 1992). غير أنه يمكن استخراج معالم القرى الفردية والمعالم الفيزيوغرافية الرئيسية خارج المدن الكثيفة السكان من الصور الأقل وضوحاً وصقلاً للسواتل. ومن ثم يمكن أن توفر معلومات قيمة لإنتاج خرائط مناطق العد وقد تظهر تفصيلاً

كافياً لتحديد مناطق العدّ في الريف. ويزوّدنا Pazner وآخرون (١٩٩٤) بمقدمة إلى استخراج المعلومات من الصور المستشعرة من بعد.

٢ – ٢٨٢ كما هو الحال بالنسبة للصور الجوية، فإن الحصول على صور السواتل مكلف جداً، على الرغم من أنه أرخص من مسوح الصور الجوية. لهذا يجب الحصول على بيانات السواتل الحادة الوضوح بترتيب تتم فيه مشاركة التكاليف مع وكالات أخرى أو يمكن استخدامه انتقائياً في مناطق لا تكون التغطية الخرائطية فيها كافية.

(٤) مزايا وعيوب البيانات المستشعرة من بعد

٢ – ٢٨٣ تشمل مزايا البيانات المستشعرة من بعد ما يلي:

- تغطية محدثة للمناطق الكبيرة جداً بتكلفة منخفضة نسبياً بصور أقل وضوحاً.
- يمكن استخراج قدر كبير من المعلومات من الصور.
- يمكن تحديث الخرائط الطبغرافية في المناطق الريفية، مثل التعرف على المستوطنات أو القرى الجديدة التي لم تظهر على الخرائط.

٢ – ٢٨٤ أما العيوب فهي ما يلي:

- ليست حدة الوضوح بدرجة تكفي لتطبيقات التعداد.
- يقيد غطاء السحب والنباتات تفسير الصور.
- التغاير المنخفض بين المعالم مثل الطرق الترابية ومواد البناء التقليدية في المناطق الريفية يجعل تحديدها صعباً.
- يتطلب معالجة الصور درجة كبيرة من الخبرة.

٤ – تحويل البيانات الجغرافية

(أ) تحويل الخرائط الورقية المطبوعة إلى بيانات رقمية

٢ – ٢٨٥ تسمى عملية تحويل المعالم المرئية على خرائط ورقية مطبوعة إلى نقاط وخطوط ومضلعات رقمية ومعلومات رقمية عن الخصائص آلية البيانات، أو تحويل البيانات. وهذه هي الخطوة التي تتطلب إلى حد بعيد أكبر قدر من الوقت والموارد وفي الكثير من مشروعات نظام المعلومات الجغرافية.

٢ – ٢٨٦ يشمل تحديد الخرائط أو المعلومات المطبوعة المستمدة من صور جوية مطبوعة أو صور التقطت بالاستشعار من بعد إلى قاعدة بيانات رقمية لنظام المعلومات الجغرافية سلسلة من الخطوات. وعلى الرغم من أن تسلسل الخطوات قد يختلف، إلاّ أن الإجراءات المطلوبة متماثلة في كل حالة. وبعد تحويل معالم النقاط والخطوط على الخريطة إلى إحداثيات رقمية على الحاسوب، يجري عادة قدر كبير من التنقيح اللازم لمعالجة ما يتبقى من أخطاء أو حذف. وفي أعقاب هذه الخطوة، يلزم تحويل إحداثيات الخريطة التي تسجل في البداية في وحدات يستخدمها جهاز التحويل إلى شكل رقمي أو الاستنساخ بالماسحات الضوئية، إلى إحداثيات العالم الواقع تتوافق مع مسقط الخريطة التي تمثل المصدر. وتتيح بعض الأنظمة تحديد الإسقاط قبل التحويل إلى شكل رقمي. وفي هذه الحالة تحوّل الإحداثيات تلقائياً خلال عملية التحويل رقمياً. وبطبيعة الحال فإن النتيجة النهائية واحدة.

٢ – ٢٨٧ الخطوة التالية هي إعطاء رموز متسقة لكل من المعالم المحوّلة رقمياً. مثلاً، يعطي رمز لكل خط يمثل طريقاً يشير إلى حالة الطريق (طريق ترابي، طريق من حارة واحدة، طريق رئيسي من حارتين وهكذا) أو رمز متفرد يمكن ربطه، مثلاً، بقائمة من أسماء الشوارع. وفي برمجيات نظام المعلومات الجغرافية الرفيعة يعقب هذه الخطوة تكوين هيكل قاعدة البيانات، ويسمى ذلك أيضاً بناء الطبولوجيا. وفي هذه الخطوة، يحدد نظام المعلومات الجغرافية العلاقات بين المعالم في قاعدة البيانات. وبالنسبة لقاعدة بيانات الطرق مثلاً، يحدد النظام التقاطعات بين طريقين أو أكثر ويضع نقط وصل عند هذه التقاطعات. وبالنسبة لبيانات المضلعات، يحدد النظام أي الخطوط تقوم بتعريف حدود كل مضلع. وبعد التحقق من صحة قاعدة البيانات الرقمية المستكملة وخلوها من الأخطاء، تأتي الخطوة النهائية وهي إدخال خصائص إضافية.ويمكن ربط هذه الإضافات بقاعدة البيانات بشكل دائم، أو يمكن تخزين المعلومات الإضافية حول كل معلم بقاعدة البيانات في ملفات منفصلة تربط بقاعدة البيانات الجغرافية حسبما يتطلب الأمر.

٢ – ٢٨٨ يتمثل النهجان الرئيسيان لتحويل البيانات الموجودة على الخرائط المطبوعة إلى بيانات رقمية وهما التحويل اليدوي إلى شكل رقمي والاستنساخ بالماسحات الضوئية. ويشمل النهج الأول استشفاف كل المعالم المطلوبة المحدودة بنقاط وخطوط على الخريطة، باستخدام مؤشر أو فأر. وتستخدم تقنيات التحويل إلى أشكال رقمية أيضاً لتحديث الخرائط الرقمية القائمة على أساس صحائف خرائط محدثة أو لرفع مستواها. وعلى النقيض من ذلك، فإن الاستنساخ بالماسحات الضوئية هو العملية الآلية لتحويل خريطة إلى صورة رقمية بخطوط المسح يُحوّل بعد ذلك إلى عمل خطي رقمي. ويناقش النهجان أدناه بتفصيل أكبر.

(ب) التحويل إلى شكل رقمي

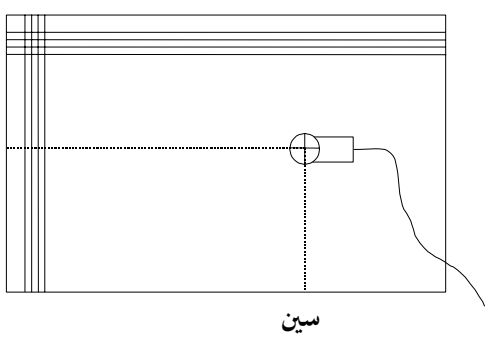
٢ – ٢٨٩ كان نهج التحويل اليدوي إلى شكل رقمي هو الأكثر شيوعاً لتحقيق آلية البيانات المكانية. ويتطلب التحويل اليدوي إلى شكل رقمي لوحة للتحويل إلى شكل رقمي قد يتفاوت حجماً من لويحات صغيرة مقاس ٣٠×٣٠ سنتيمتراً إلى جداول كبيرة للتحويل إلى شكل رقمي بحجم ١٢٠×١٨٠ سنتيمتراً. وتسهل الجداول الكبيرة للتحويل إلى شكل رقمي تحويل صحائف الخرائط الأكبر رقمياً. وعلى لوحة صغيرة يلزم تحويل الخريطة الكبيرة إلى شكل

رقمي على عدة قطع يتم ضمها في وقت لاحق. وفي عملية التحويل إلى شكل رقمي، تثبت الخريطة بلوح التحويل إلى شكل رقمي باستخدام شريط الحجب. ومثالياً، يجب أن توضع الخريطة مسطحة وأن تكون غير ممزقة أو مطوية. وغالباً ما ينكمش الورق، ولا سيما في الأحوال الرطبة. ويمثل هذا الانكماش انحرافات تنتقل إلى قاعدة البيانات الخرائطية الرقمية.

٢ – ٢٩٠ الخطوة الأولى هي تحديد عدد نقاط الضوابط المعرّفة بدقة على الخريطة (أربعة على الأقل عادة). وتحقق النقاط الضابطة هذه غرضين. أولاً، إذا حُوّلت خريطة كبيرة إلى شكل رقمي على عدة مراحل، وتحتم من وقت إلى آخر استبعاد الخريطة من جدول التحويل إلى شكل رقمي، فسوف تتيح النقاط الضابطة إعادة تسجيل الخريطة الدقيق على لوحة التحويل إلى شكل رقمي. وثانياً، يتم اختيار النقاط الضابطة التي تعرف إحداثياتها الواقعية في نظام إسقاط الخريطة القاعدية. لهذا، فإن تقاطعات مقياس العينية لخطوط الطول والعرض التي تظهر على الكثير من الخرائط الطبغرافية تمثل اختياراً جيداً للنقاط الضابطة. وفي خطوة الإسناد الجغرافي التي تسبق أو تعقب تحويل المعالم التي تحدد في نقاط أو خطوط إلى شكل رقمي، تستخدم هذه المعلومات في تحويل الإحداثيات التي تقاس بالسنتيمترات أو البوصات على لوحة التحويل إلى شكل رقمي إلى الإحداثيات الواقعية – عادة بالأمتار أو الأقدام لمسقط الخريطة.

٢ – ٢٩١ بعد اختيار النقاط الضابطة، يستشف مشغل الحاسوب المعالم الخطية على الخريطة، باستخدام مؤشر يتصل بلوحة التحويل إلى شكل رقمي. وتحتوي هذه اللوحة على شبكة من الأسلاك (التي نبيّن جزءاً منها في الشكل ثانياً – ٢٦). وتستحدث هذه الشبكة حقلاً كهرومغناطيسياً. ويحتوي المؤشر على سلك ملتف من المعدن، وبذا تقوم لوحة التحويل إلى شكل رقمي بدور جهاز الإرسال والاستقبال. ويسمح هذا المؤشر أن يحدد أقرب أسلاك في اتجاهي سين وصاد. ويتم تحديد الموقع المضبوط إلى حد كبير من الدقة عن طريق الاستقراء الداخلي. وترسم المعالم التي تحوّل إلى شكل رقمي فوراً على شاشة حاسوب. ويتيح هذا لمشغّل الحاسوب أن يرصد أي الحدود هي التي حصرت وما إذا كانت قد وقعت أخطاء رئيسية.

الشكل ثانياً – ٢٦ جدول التحويل إلى شكل رقمي



٢ – ٢٩٢ تسجل الإحداثيات على نمط نقاط أو مسافات أو اتجاه متصل. وفي نمط النقاط، يضغط مشغّل الحاسوب على زر على المؤشر في كل مرة يتغير اتجاه خط. وبالنسبة للخطوط المنحنية، يحدد عدد الإحداثيات المسجلة المدى الذي تبدو عليه استقامة الخط في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية. وفي نمط المسافات، يسجل الإحداثي تلقائياً عندما يحرك مشغّل الحاسوب المؤشر مسافة معيّنة. وأخيراً، يسجل المؤشر الإحداثيات في نمط الاتجاه المتصل تلقائياً على فواصل زمنية محدودة من قبل. وهناك خطر كامن في نمطي المسافات والاتجاه المتصل وهو أنه يحتمل تسجيل أجزاء الخطوط المعقدة ذات المنحنيات الكثيرة بعدد قليل جداً من الإحداثيات. وبصورة متغايرة قد تُنتج الأجزاء الطويلة المستقيمة الكثير من النقاط المتكررة. وعادة ما يكون نمط النقاط، الذي يترك اختيار كثافة الإحداثيات، هو النمط الذي يفضله مشغّلو الحاسوب المحنّكون للتحويل إلى شكل رقمي.

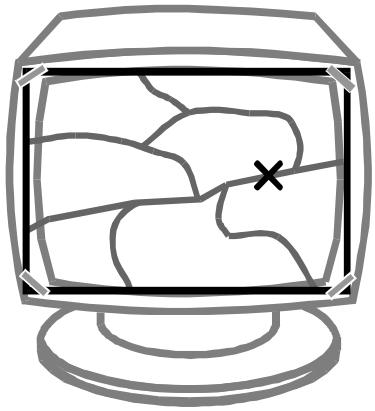
٢ – ٢٩٣ إن التحويل إلى شكل رقمي عمل ممل ومرهق لمشغّلي الحواسيب. وبخلاف كفالة تدريب مشغّلي الحواسيب تدريباً جيداً من المهم توفير بيئة جيدة للتشغيل، تشمل بيئة مناسبة من حيث ظروف العمل للقائمين بالتحويل إلى شكل رقمي. وسوف تقلل الإرشادات الموسعة المتسقة المتعلقة ببرامج نظام المعلومات الجغرافية والتي ترشد مشغّل الحاسوب، وإجراءات مراقبة النوعية، إلى أدنى حد وقوع الأخطاء خلال التحويل إلى شكل رقمي، كما تقلل من الوقت اللازم للتنقيح فيما بعد.

٢ – ٢٩٤ خلال التحويل إلى شكل رقمي، يتوفر للمشغّل اختيار رموز المعالم المكلف بها والخاصة بكل خط أو نقطة يتم حصرها. فيمكن – على سبيل المثال – إعطاء رموز للأنواع المختلفة من الحدود الإدارية من رقم واحد لحدود الإقليم إلى رقم ٣ لحدود المقاطعة أو الدائرة. وعلى المستعمل أيضاً، في بعض أنظمة المعلومات الجغرافية التي بُني هيكلها طبغرافياً، أن يضيف ما يسمى بنقاط تمييز لكل مضلع يُحوّل إلى شكل رقمي. ويمكن عمل ذلك يدوياً خلال التحويل إلى شكل رقمي أو آلياً قبل تكوين الطبولوجيا. وتوفر نقاط التمييز هذه الربط بين المضلع وجدول الخصائص الجغرافية الذي يحتوي على بيانات حول المضلع (انظر المرفق أولاً).

٢ – ٢٩٥ يسمى نوع خاص من المدخلات من البيانات بدون الاستعانة بلوحة التحويل إلى شكل رقمي بعملية التحويل إلى شكل رقمي دون استخدام جدول التحويل رقمياً. وفيها يقوم مشغل الحاسوب باستشفاف معالم خرائطية على ورق شفاف وإرفاق هذه الخريطة بشاشة الحاسوب (انظر الشكل ثانياً – ٢٧). ويمكن الآن تحويل الخطوط أو النقاط إلى شكل رقمي دون الاستعانة بالفأر، باستخدام وحدة برامجية لإدخال بيانات نظام المعلومات الجغرافية أو برنامج رسوم بيانية تدعم صيغة رسوم بيانية متوافقة مع نظام المعلومات الجغرافية وهذا خيار ملائم في الحالات التي لا تتوفر فيها

لوحة للتحويل إلى شكل رقمي أو جهاز إدخال إحداثي معياري آخر. غير أن هذه الطريقة مناسبة فقط إذا كانت متطلبات الدقة منخفضة. وفي نوع آخر من التحويل دون الاستعانة بجدول التحويل رقمياً، يستخدم مشغّل الحاسوب خريطة استنسخت بالماسحات الضوئية أو صورة التقطت من الجو أو صورة قمر اصطناعي كخلفية، ويستشف المعالم باستخدام فأر. وتناقش هذه الطريقة التي تحقق نتائج أكثر دقة في القسم التالي.

الشكل ثانياً – ٢٧ التحويل دون الاستعانة بجدول التحويل إلى شكل رقمي



مزايا وعيوب التحويل إلى شكل رقمي

٢ – ٢٩٦ تشمل مزايا التحويل إلى شكل رقمي ما يلي:

- التحويل إلى شكل رقمي سهل في تعلمه ومن ثم لا يتطلب عمالة ماهرة مكلفة.
- يمكن إضافة معلومات عن الخصائص خلال العملية.
- يمكن تحقيق مستوى عال من الدقة من خلال التحويل اليدوي إلى شكل رقمي، أي أنه لا يحدث عادة نقص في الدقة بالمقارنة بخريطة المصدر.

٢ – ٢٩٧ أما العيوب فهي كما يلي:

- التحويل إلى شكل رقمي عملية مملة ومن المحتمل أن تؤدي إلى إرهاق المشغل مما يسبب مشكلات في النوعية قد تتطلب عمليات تابعة كبيرة.
- التحويل اليدوي إلى شكل رقمي بطيء إلى حد كبير. ولهذا قد تتطلب عمليات تحويل البيانات على نطاق كبير عدداً كبيراً من المشغلين وجداول التحويل إلى شكل رقمي.
- على النقيض من جمع البيانات الأوّلية باستخدام نظام المعلومات الجغرافية أو التصوير الجوي، فإن دقة الخرائط التي تحوّل إلى شكل رقمي محدودة بنوعية مواد المصدر.

(ج) الاستنساخ بالماسحات الضوئية

٢ – ٢٩٨ برز الاستنساخ بالماسحات الضوئية، بالنسبة للكثير من مهام إدخال البيانات، كبديل قابل لتطبيق التحويل إلى شكل رقمي. وهناك أنواع مختلفة من أجهزة الاستنساخ بالماسحات الضوئية، ولكنها تعمل جميعاً بنفس الطريقة. توضع الخريطة مقلوبة على سطح الاستنساخ حيث يسلط الضوء عليها بزاوية. ويسجل جهاز حساس للصورة درجة شدة الضوء المنعكس لكل خلية أو نقطة ضوئية في شبكة رقيقة جداً من خطوط المسح. وفي نمط درجات التظليل المتدرج بين الأبيض والأسود، تتحوّل شدة الضوء مباشرة إلى قيمة عددية، مثلاً إلى عدد يتراوح بين الصفر (أسود)، ٢٥٥ (أبيض). وفي النمط الثنائي، تتحوّل شدة الضوء إلى قيم خلايا بيضاء أو سوداء (صفر/١) طبقاً لشدة الضوء عند المبدى. وفي أجهزة الاستنساخ بالماسحات الضوئية بالألوان، ينقسم الجهاز الحساس للضوء بها إلى ثلاثة أجزاء حساسة للأحمر، والأخضر، والأزرق على التوالي. وتحدد الشدة النسبية لإشارات الألوان الثلاثة عند ضمها لون النقطة الضوئية. وتنتهي عملية الاستنساخ بالماسحات الضوئية باستنساخ صورة بخطوط المسح للخريطة الأصلية، يمكن تخزينها في صيغة صور عادية مثل ملف التبادل الجغرافي (GIF أو TIFF) وبعد إسناد الصورة جغرافياً – ويشمل هذا تحديد إحداثيات ركن للصورة وحجم النقط الضوئية في وحدات من عالم الواقع – يمكن عرضها في الكثير من برامج نظام المعلومات الجغرافية كخلفية لبيانات المتجهات المتوفرة. غير أنه يجري عادة استخراج المعالم الجغرافية من الصورة إما يدوياً أو آلياً أو تحوّل إلى بيانات خطوط المسح.

٢ – ٢٩٩ هناك ثلاثة أنواع أساسية من أجهزة الاستنساخ بالماسحات الضوئية يشيع استخدامها:

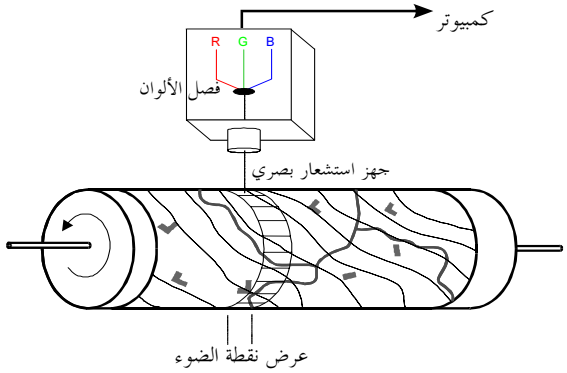
- أجهزة الاستنساخ بالماسحات الضوئية ذات الأرضية المسطحة المتصلة بالحاسوب المنضدي، وتوجد حالياً في الكثير من المكاتب. وهي صيغة صغيرة نسبياً، ولهذا يجب أن تستنسخ الخرائط الأكبر بالماسحات الضوئية على أجزاء عديدة ثم تضم وتدخل إلى الحاسوب. وتوضع الوثيقة مقلوبة على اللوح الزجاجي وتتحرك الكاميرا ومصدر الضوء على امتداد الوثيقة تحت الزجاج. ومصدر قوة أجهزة الاستنساخ بالماسحات الضوئية المسطحة الأرضية هي انخفاض تكلفتها وسهولة تركيبها وصيانتها. وتفيد في استنساخ وثائق النصوص بالماسحات الضوئية، مثل جداول البيانات، التي تفسر في وقت لاحق باستخدام برنامج بصري للتعرف على الحرف. وهي توفر أيضاً وسيلة لإدخال الرسوم البيانية والخرائط الصغيرة إلى الحاسوب. وهي أقل ملاءمة لمهام تحويل الخرائط على نطاق كبير، حيث يلزم استنساخ الكثير من الخرائط الطبغرافية والمواضيعية ذات الصيغ الكبيرة بالماسحات الضوئية. ويؤدي استنساخ مثل هذه

الخرائط بالماسحات الضوئية على أجزاء ثم ضمها في وقت لاحق على الحاسوب إلى استنزاف الوقت وقد يتسبب في عدد كبير من الأخطاء.

- تعتبر أجهزة الاستنساخ بالماسحات الضوئية القرصية الشكل مكلّفة، وتستخدم في التطبيقات المهنية التي تحتاج إلى دقة عالية جداً (مثل التطبيقات الفوتومترية أو الطبية). وتثبت الخريطة على قرص يدور على نحو متعاقب. ويتحرك جهاز حساس على امتداد الصورة ويسجل شدة ضوء أو لون كل نقطة ضوء (انظر الشكل ثانياً – ٢٨). وفيما توفر أجهزة الاستنساخ بالماسحات الضوئية القرصية الشكل دقة عالية جداً، فإنها أيضاً مكلّفة جداً وبطيئة نوعاً ما. فقد تستغرق عملية استنساخ واحدة من ١٥ إلى ٢٠ دقيقة.
- حالياً تعتبر أجهزة الاستنساخ بالماسحات الضوئية التي تغذى بالخرائط أكثر الأنواع المستخدمة شيوعاً لتطبيقات نظام المعلومات الجغرافية على نطاق كبير. وفي هذا النوع من الأجهزة يكون الجهاز الحساس ثابتاً. وبدلاً من تحركه تتحرك الخريطة فوق نظام استشعار. ودقتها أقل من أجهزة الاستنساخ بالماسحات الضوئية القرصية الشكل، حيث إن تغذية الخريطة يمكن أن تكون أقل دقة في التحكم فيها من حركة جهاز الاستنساخ بالماسحات الضوئية. غير أن دقتها كافية عادة لتطبيقات نظام المعلومات الجغرافية، كما أن تكلفتها أقل، وهي عادة تنتج صوراً في أقل من خمس دقائق. ونحذر من أن الوثائق الأقدم أو الهشة قد تتلفها بكرات جهاز المسح الذي يغذى بالخرائط.

الشكل ثانياً – ٢٨ مبدأ جهاز الاستنساخ بالماسحات الضوئية القرصي الشكل

(نقلاً عن Kraak and Ormeling, 1997)



٢ – ٣٠٠ تؤثر أجهزة الاستنساخ بالماسحات الضوئية التي يختارها مشغل الحاسوب بدرجة كبيرة على خصائص الصور المنتجة. ويتطلب اختيار المحددات البصرية قدراً معيّناً من التجريب، حيث إن خصائص الخرائط القاعدية أو الصور التي تستنسخ بالماسحات الضوئية وخطوات المعالجة الإضافية المتوقعة تتوقف على اختيارات أجهزة المسح. وأهم المحددات هي:

- نمط المسح. يعتبر النمط الثنائي أو "فن الخطوط" (Line art) مناسباً للرسوم أو الاسكتشات الأحادية اللون فضلاً عن فصل الألوان، حيث تكون كل المعالم أساساً من نفس النوع. ويحفظ نمط التدرج بين الأبيض والأسود التغاير على الخريطة ويمكن استخدام معالجة الصور التالية لاستخراج المعالم التي لها قيمة معيّنة لمعامل الانعكاس في نظام للرسم البياني أو لمعالجة الصور. بل إن هذا أسهل عند استنساخ الخرائط بالماسحات الضوئية بنمط الألوان، حيث يمكن، مثلاً، استخراج كل المعالم التي ترسم باللون الأخضر على الخريطة باستخدام أوامر قليلة بسيطة.
- تقاس شدة وضوح الصور بالنقطة لكل بوصة (dpi). وتتراوح شدة وضوح الاستنساخ بالماسحات الضوئية بين ١٠٠ و٤٠٠ نقطة في البوصة (على الرغم من أن الصور التي تلتقط من الجو تستنسخ عادة بشدة وضوح أعلى على أجهزة المسح للأغراض الخاصة). وتحفظ شدة الوضوح الأعلى تفاصيل أكثر على الخريطة الأصلية وتنتج خطوطاً أكثر صقلاً في مجموعة معدة بنمط المتجهات لبيانات نظام المعلومات الجغرافية. ولكن الصور الناتجة تكون أكبر وتتطلب ذاكرة إضافية ومساحة على القرص؛ وتؤدي مضاعفة شدة وضوح المسح إلى صور أكبر أربع مرات. ويتوقف الاختيار على خصائص الوثائق المتخذة كمصدر، وعلى المعدات المتاحة والاستخدام المعتزم للصور الناتجة.
- درجة الإضاءة، والتغاير، والمبدى. وهذه المحددات تقرر شكل الصورة المنتجة. وتحدد درجة الإضاءة التي تقرر درجة اللون الفاتح أو الغامق للصورة. ويستخدم التغاير لتحديد قيم التدرج بين الأبيض والأسود أو درجات اللون الدقيقة. ويجعل التغاير الأعلى الصورة تبدو أكثر حدة في وضوحها، ولكنه قد يؤدي أيضاً إلى فقد التغير والتفاصيل. والمبدى محدد يستخدم في النمط الثنائي ليقرر درجات اللون الرمادي في الوثيقة الأصلية التي تحوّل إلى نقط ضوئية سوداء أو بيضاء. وقد يكون اختيار المحددات مختلفاً كثيراً ويتوقف هذا على ما إذا كان هدف المسح هو إنتاج شيء يثير الإعجاب عند رؤيته ودقيق للوثيقة المصدرية أم أن الهدف هو التحويل التالي إلى متجهات. وفي الحالة الأخيرة، قد يبرز التغاير الأعلى أو درجة الإضاءة الأعلى المعالم على الخريطة ومن ثم يسهل في وقت لاحق التحويل إلى صيغة المتجهات.
- تصحيح درجة المغايرة (جاما). يحقق التحكم في درجة الإضاءة والتغاير نتيجة جيدة إذا كانت قيم النقط الضوئية في الصورة توزع بانتظام نوعاً ما على مدى التدرج بين الأبيض والأسود بكامله. وليس هذا هو الواقع غالباً. فمثلاً، قد تتألف الصورة

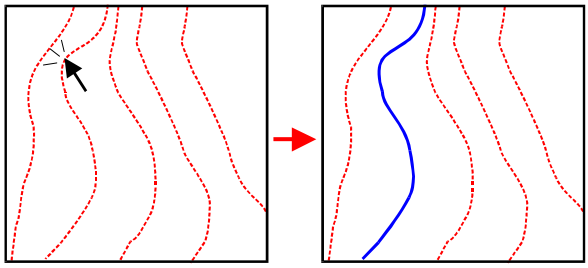
أساساً من أجزاء مضيئة جداً وأخرى قاتمة جداً. وتصحيح درجة المغايرة إجراء تقني يراعي توزيع القيم الرمادية في الصورة ويصححها تلقائياً لزيادة إضاءة مناطق أو تغميقها، أو لتمديد قيم الخلايا على نطاق أوسع من قيم التظليل. ويمكن أن تساعد هذه التقنية غالباً في الحفاظ على المتغايرات الدقيقة في الصورة.

٢ – ٣٠١ إيجاد قاعدة بيانات جغرافية رقمية من النقاط والخطوط، فإنه يلزم تحويل المعلومات التي تحتويها صور خطوط المسح إلى معلومات تتعلق بالإحداثيات. وتسمى هذه العملية التحويل من خطوط المسح إلى المتجهات. وحتى وقت قريب، كانت هذه الخطوة هي الحلقة الضعيفة في عملية المسح، وهو السبب الذي جعل التحويل إلى شكل رقمي عادة هو الطريقة المفضلة لإدخال البيانات. وقد أدى التقدم الأخير في تطوير البرامج الحاسوبية، وتقنيات التعرف على الطابع وسرعات المعالجة إلى تقدم رئيسي في هذا الميدان.

٢ – ٣٠٢ الخطوط على الصورة القائمة على خطوط المسح في تسلسل من الإحداثيات بصورة تلقائية. وحيث إن الخطوط السميكة على الخريطة تؤدي إلى خطوط على صورة خطوط المسح يبلغ اتساعها عدة نقط ضوئية، فإن عملية التحويل من خطوط المسح إلى المتجهات تبدأ باللوغاريتم لترفيع الخطوط. والخطوة التالية هي تحديد إحداثيات كل نقطة ضوء تحدد الخط، ويعقبها، احتمالاً، إزالة الإحداثيات المتكررة، أي الخطوط المستقيمة التي يمكن أن تمثلها إحداثيات أقل. وعادة يتيح البرنامج الحاسوبي الخاص بالتحويل أيضاً للمستعمل أن يحدد مستويات التفاوت. مثلاً، قد تمثل المعالم التي تتألف من نقطة ضوئية واحدة أو عدد من النقاط الضوئية القليلة فقط، في الواقع، مواقع تراب على الخريطة ويمكن إزالتها تلقائياً. وكذلك إذا كانت الصورة قد مسحت باستخدام جهاز لمسح الألوان، فإن برنامج التحويل من خطوط المسح إلى المتجهات غالباً ما يسمح للمستعمل بأن يحدد رموز الخطوط التي تسند إلى الألوان. ويفيد هذا في استخراج الأنواع المختلفة من المعالم في طبقات بيانات منفصلة في نظام المعلومات الجغرافية. فقد تمثل الأنهار، مثلاً، باللون الأزرق على الخريطة المصدرية، في حين ترسم الطرق بالأسود وحدود الوحدات الإدارية باللون الأحمر.

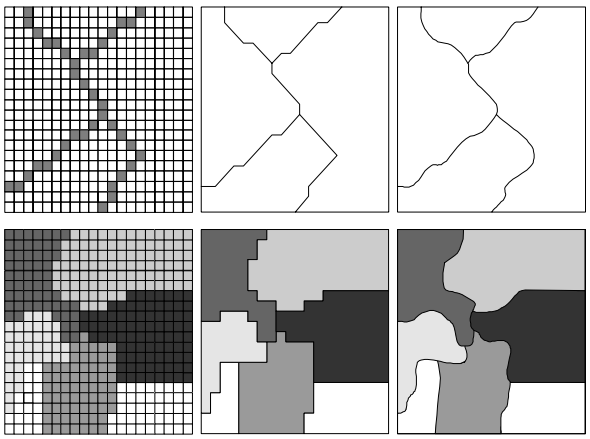
٢ – ٣٠٣ في النمط شبه الآلي، يضغط مشغّل الحاسوب على كل خط يلزم تحويله (الشكل ثانياً – ٢٩). ويستشف النظام آنذاك الخط إلى أقرب تقاطعات ويحوّله إلى تمثيل بالمتجهات. ويتميز هذا بأن مشغّل الحاسوب يمكنه أن يختار فقط مجموعة جزئية من المعالم على الخريطة، مثلاً، كل الطرق ولكن ليس الأنهار. وأخيراً، تستخدم صورة خطوط المسح، في النمط اليدوي، ببساطة كخلفية على شاشة الحاسوب. وتحدد الإحداثيات باستشفاف المعالم على صورة خطوط المسح باستخدام الفأر، أسوة بالتحويل الرقمي بدون استخدام جدول التحويل إلى شكل رقمي المذكور أعلاه.

الشكل ثانياً – ٢٩ التحويل شبه الآلي إلى متجهات



٢ – ٣٠٤ إذا حوّلت المعالم الخطية أو المساحية آلياً من صور خطوط مسح منخفضة نسبياً في درجة حدة وضوحها إلى صيغة متجهات، فإن الخطوط الناتجة قد تظهر أطرافاً حادة غير طبيعية. والشائع هو تنعيم حدة أطراف بيانات المتجهات باستخدام منحنى منعم أو وظائف تعميم متاحة في برنامج نظام المعلومات الجغرافية. ويبيّن الشكل ثانياً – ٣٠ أمثلة لمجموعة بيانات خط ومضلع.

الشكل ثانياً – ٣٠ التحويل من خطوط المسح إلى المتجهات وتنعيم بيانات الصورة الناتجة عن المسح



(١) بعض الاعتبارات الإضافية

٢ – ٣٠٥ هناك عدد من الاعتبارات التي يتعيّن الأخذ بها عند تخطيط مشروع تحويل للبيانات استناداً إلى مسح الخرائط. ويوفر بازنر وآخرون (١٩٩٤) وهول (١٩٩٨) والأمم المتحدة (١٩٩٧ ج) مناقشات موسعة. وفي الفقرات التالية يتم فقط تغطية عدد قليل من النقاط الرئيسية.

٢ – ٣٠٦ يمكن أن يحسن الإعداد السليم للخريطة القاعدية قبل المسح بدرجة كبيرة من نوعية المنتج. ويجب أن تكون الخرائط مسطحة ونظيفة. ويجب إزالة أية بقايا للشرائط يمكن أن توجد على الخرائط حيث إنها قد تترك آثاراً على سطح جهاز المسح. ويمكن تسويد المعالم

الباهتة على الخريطة بالقلم الحبر أو قلم العلامات. وبالمثل، يمكن أن يعيد رسم رموز الخطوط المختارة ويملأ المضلعات بالتظليل بالخطوط المشبكة لإنتاج خطوط متصلة وحشو يسهل التحويل إلى متجهات بالنمط الآلي. وبصورة بديلة، يمكن إجراء هذه التغييرات أيضاً على الصورة التي جرى مسحها قبل التحويل إلى متجهات. ويمكن استخدام أي برنامج يستند إلى خطوط المسح لهذا الغرض. غير أن من الأسهل غالباً إجراء هذه التغييرات باليد. ويجب استخدام قلم علامات مائي أو قلم رصاص شمعي حيث إن أقلام العلامات المصنوعة من البترول قد تتلف السطح الزجاجي لجهاز المسح، كما تعكس أقلام الرصاص من الجرافيت الضوء بصورة قد تجعلها غير مرئية. وبالنسبة للصور، فإن وضع اللمسات الأخيرة على ورق غير لامع يحقق نتائج أفضل من الورق المصقول.

٢ – ٣٠٧ هناك خطوة إضافية غالباً ما تتم لتحويل الخرائط المعقدة نسبياً والتي تظهر الكثير من المعالم (مثل الخرائط الطبغرافية) أو الخرائط رديئة النوعية. وبالنسبة لمثل هذه المصادر للبيانات الخرائطية، يمكن تحسين الدقة وتخفيف الجهد في أعقاب المعالجة باستشفاف كل المعالم اللازمة بالخرائط على وسيط شفاف مثل المايلر. وعلى الرغم من أن هذا يزيد من عبء العمل على مشغّل الحاسوب، فإن شف المعالم غالباً ما يتبين أنه أسرع في النهاية حيث إنه يقلل من الوقت اللازم للتنقيح وتصحيح الأخطاء. وتكون الوثيقة المصدرية التي يجري شفها والتي يتم مسحها في أعقاب ذلك أوضح وتحتوي فقط على تلك المعالم اللازمة فقط. ويستخدم هذا الإجراء في معظم تطبيقات المسح المهنية ذات النطاق الكبير. ويمكن تجنب إعداد المخططات التمهيدية إذا أمكن الحصول على فصل الألوان الأصلي للخرائط المصدرية المنشورة. ويمكن الحصول على هذا غالباً لسلاسل الخرائط الطبغرافية الوطنية. ويحتوي كل فصل للألوان فقط على مجموعة جزئية من معالم الخريطة المطبوعة وهو ما يسهل فصل المعالم إلى طبقات بيانات منفصلة.

٢ – ٣٠٨ على الرغم من هذه الخطوات الأوّلية، قد تظل هناك حاجة إلى معالجة إضافية للصور التي يتم مسحها قبل إجراء التحويل إلى متجهات. وقد تشمل مثل هذه المعالجة تعزيزاً إضافياً للصور مثل زيادة حدة وضوحها أو تعزيز التغاير فضلاً عن إزالة البقع أو إحداث تغييرات تفاعلية على مستوى النقط الضوئية. ويوفر برنامج رسوم بيانية بخطوط المسح أو برنامج التحويل إلى متجهات ذاته الوظائف الضرورية.

٢ – ٣٠٩ توفر برامج نظام المعلومات الجغرافية التي تدعم بيانات خطوط المسح نظام التحويل من خطوط المسح إلى متجهات. غير أن هذه البرامج تصمم إلى حد كبير للتحويل من بيانات نظام المعلومات الجغرافية بخطوط المسح إلى بيانات نظام المعلومات الجغرافية بالمتجهات وليس لتحويل الصور المعقدة التي يتم مسحها إلى معالم متجهات نظيفة. وبالنسبة لمشروع كبير للتحويل إلى متجهات، من المناسب بدرجة أكبر استخدام برنامج من النوع المخصص لغرض معيّن. وهناك عدة برامج تجارية وغير تجارية متاحة حالياً للتحويل من خطوط المسح إلى متجهات (Graham, 1997؛ الأمم المتحدة، ١٩٩٧ ج). وتتفاوت الخيارات المتاحة بين هذه المنتجات. فالبعض يصحح مستويات الصور التي يتم مسحها أو يوفر تعرفاً بصرياً على الأحرف التي يشملها تذييل الخرائط وهو ما يمكن حفظه كخصائص للمعالم المتجهات الناتجة. وتتفاوت الأسعار بدرجة كبيرة. فيوفر جهاز Map scan وهو منتج غير تجاري (الأمم المتحدة، ١٩٩٧ ج)، على سبيل المثال، معظم الوظائف ذاتها التي يوفرها جهاز تجاري مكلف. ولهذا يجب أن يقارن العاملون في حقل التحويل مقارنة دقيقة بين الخيارات والوظائف المتاحة مع متطلبات مهام تحويل البيانات.

(٢) مزايا وعيوب المسح

٢ – ٣١٠ تشمل مزايا المسح ما يلي:

- يمكن استخدام الخرائط التي يتم مسحها كخلفية لمعلومات المتجهات. مثلاً، يمكن استخدام الخرائط الطبغرافية التي يتم مسحها مع الحدود المحوّلة رقمياً لمناطق العد لإنتاج خرائط العدادين.
- يمكن تحويل الخرائط القاعدية الواضحة أو فصل الألوان الأصلي إلى متجهات بسهولة نسبية باستخدام برنامج حاسوبي للتحويل من خطوط المسح إلى متجهات.
- أجهزة المسح الأصغر صيغة رخيصة وتوفر حصر البيانات السريع.

٢ – ٣١١ أما العيوب فهي كما يلي:

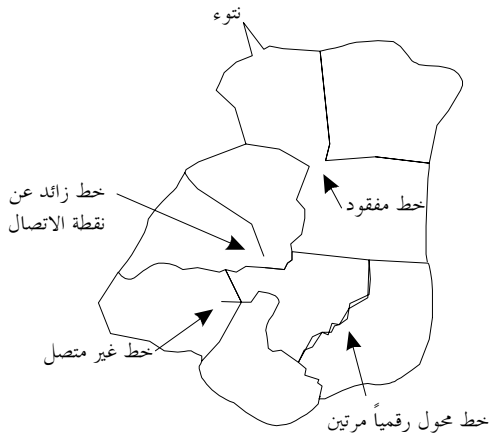
- يتطلب تحويل الخرائط الكبيرة باستخدام أجهزة مسح صغيرة الصيغة إعادة تجميع للأجزاء تثير الملل.
- أجهزة المسح الكبيرة الصيغة غالية الثمن.
- على الرغم من التقدم الأخير في برامج التحويل إلى متجهات، فلا تزال هناك حاجة إلى قدر كبير من التنقيح اليدوي ووصف الخصائص.

(د) التنقيح

٢ – ٣١٢ هدف تحويل المعلومات الجغرافية من شكل قياسي إلى شكل رقمي هو إنتاج بيانات دقيقة ممثلة لبيانات الخرائط الأصلية. ويعني هذا أن كل الخطوط التي تتصل على الخريطة يجب أن تتصل في قاعدة البيانات الرقمية. ويجب ألاّ تكون هناك معالم مفقودة أو خطوط مزدوجة. والتحويل اليدوي إلى شكل رقمي عرضة للخطأ. ويبيّن الشكل ثانياً – ٣١ أكثر أنواع الأخطاء شيوعاً. وبالمثل، يلزم، بعد التحويل من خطوط المسح إلى المتجهات، أن يتم ربط أجزاء الخطوط المفصولة يدوياً. ويحدث هذا، على سبيل المثال، حيث ترسم الطرق أو الأنهار الصغيرة كخطوط رفيعة. وإذا استخرجت الطرق أو

الأنهار الصغيرة ووضعت في طبقة خريطة منفصلة، فسوف تكون هناك فجوات في شبكة الطرق عند التقاطعات مع الطرق الرئيسية.

الشكل ثانياً – ٣١ بعض الأخطاء الشائعة في التحويل إلى شكل رقمي



٢ – ٣١٣ يمكن تجنب بعض الأخطاء الشائعة في التحويل الرقمي والمبيّنة في الشكل ثانياً – ٣١ باستخدام ما يسمى بالتفاوتات السريعة الوصل لبرنامج التحويل إلى شكل رقمي التي يحددها المستعمل. مثلاً، قد يحدد المستعمل وصل كل الأطراف النهائية لخط أقرب من ملليمتر إلى خط آخر تلقائياً (الوصل السريع). ويمكن أيضاً إزالة المضلعات الصغيرة المتشظية التي تنشأ عندما يحوّل خط رقمياً مرتين تلقائياً. غير أنه يمكن فقط حل بعض المشكلات بهذه الطريقة. ولا يزال التصحيح اليدوي لأخطاء التحويل إلى شكل رقمي بعد المقارنة المدققة للخريطة الأصلية والخريطة المحوّلة رقمياً عنصراً ضرورياً في عملية تحويل البيانات.

(هـ) تكوين الطبولوجيا

٢ – ٣١٤ يدعم تكوين طبولوجيا الخريطة الرقمية عملية التنقيح. فهو، مثلاً، يتيح للمستعمل أن يتعرف على المشكلات مثل المضلعات التي لم تغلق بصورة كاملة. وتصف طبولوجيا المعالم العلاقات المكانية بين المعالم الجغرافية المتصلة أو المتاخمة مثل الطرق التي تتصل عند التقاطعات (انظر المرفق أولاً المتعلق بنظام المعلومات الجغرافية). ويشمل إنشاء قاعدة بيانات لنظام للمعلومات الجغرافية طبولوجيا تحديد هذه العلاقات المكانية ووصفها في قاعدة البيانات. وأداء هذه المهمة عمل من أعمال البرامج الحاسوبية. ويسهل تخزين المعلومات الطبولوجية التحليل، حيث إن الكثير من عمليات نظام المعلومات الجغرافية لا يتطلب بالفعل معلومات إحداثيات، ولكنها تؤسس فقط على الطبولوجيا. فمثلاً، يمكن تحديد المناطق المجاورة لمقاطعة من جدول قاعدة البيانات الذي يحدد بالنسبة لكل خط المضلع الذي يوجد إلى يمينه والمضلع الذي يوجد إلى يساره (انظر المرفق أولاً).

٢ – ٣١٥ يجب ألاّ يقلق المستعمل عادة حول كيفية تخزين نظام المعلومات الجغرافية للمعلومات الطبولوجية. وتستخدم وظيفة نظام المعلومات الجغرافية لبناء الطبولوجيا وإنشاء كل ملفات البيانات الداخلية الضرورية، شريطة أن تكون قاعدة البيانات الرقمية نظيفة – أي أن تكون كل الخطوط متصلة والمضلعات محددة بصورة سليمة. وهذه الوظيفة تُؤدى بنجاح في حالة واحدة فقط وهي إذا خلت قاعدة البيانات من أية أخطاء. وبذا يقوم بناء الطبولوجيا بدور اختبار لتكامل (سلامة) قاعدة البيانات.

٥ – تكامل الخريطة الرقمية

(أ) مقدمة

٢ – ٣١٦ يجب أن يستفيد مشروع رسم خرائط التعداد من كل مصادر البيانات الخرائطية المناسبة. ومن المحتمل أن تكون هذه قد خزنت في صيغ مختلفة، باستخدام مقاييس لرسم الخرائط وإسقاطات خرائطية متباينة. ويتطلب تحقيق تكامل مصادر البيانات المتغايرة هذه معرفة كبيرة بطرق تكامل بيانات نظام المعلومات الجغرافية إذا كان الهدف إنتاج قاعدة بيانات خرائطية رقمية كاملة للتعداد. وتناقش الفروع التالية أهم الطرق التي تسهل تكامل بيانات الخرائط الرقمية (لمزيد من التفاصيل انظر Hohl, 1998).

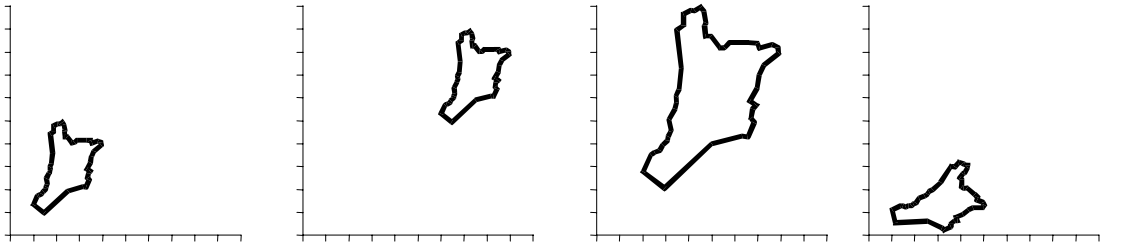
(ب) الإسناد الجغرافي

٢ – ٣١٧ تعتبر الإحداثيات التي يتم حصرها بجهاز التحويل الرقمي أو بجهاز المسح إحداثيات نسبية تقاس باتجاهي سين وصاد عادة بالسنتيمتر أو بالبوصة من أصل جهاز إدخال البيانات – وعادة في الركن السفلي الأيسر. وإذا حوّلت عدة صحائف خرائط متاخمة رقمياً، فإنها بوضوح لن تنطبق عند لصق صحائف خرائطها المحوّلة رقمياً في وقت لاحق جنباً إلى جنب في قاعدة البيانات. وفي الواقع سترسم واحدة فوق الأخرى حيث إنه يتم إسنادها جميعاً في نفس الجزء من نظام إحداثيات جهاز التحويل الرقمي. وبالمثل، لن تكون الطبقات القائمة لنظام المعلومات الجغرافية المسندة جغرافياً لنفس المنطقة أو الإحداثيات التي تجمع باستخدام النظام العالمي لتحديد المواقع متوائمة مع الخرائط المحوّلة رقمياً حيث إنها أسندت إلى نظام إحداثيات من عالم الواقع. لهذا السبب، تقاس إحداثيات النقاط والخطوط التي يتعيّن تحويلها من وحدات التحويل الرقمي إلى إحداثيات خريطة واقعية بالمتر أو القدم (انظر أيضاً المرفق ثانياً). وكما أشرنا سابقاً، يمكن القيام بهذه الخطوة في معظم الأنظمة في بداية التحويل الرقمي أو بعد استكمال آلية البيانات المكانية.

٢ – ٣١٨ توفر كل مجموعة من مجموعات نظام المعلومات الجغرافية تقريباً الوظائف اللازمة للإسناد الجغرافي. ويحتاج المستعمل إلى تحديد عدد من نقاط الضبط تعرف إحداثياتها في عالم الواقع. واستناداً إلى بيانات الإحداثيات المدخلة في وحدات التحويل إلى شكل رقمي وإحداثيات المخرجات الواقعية، يحسب النظام مجموعة من محددات التحويل تقوم بالتحويلات التالية (انظر الشكل ثانياً – ٣٢):

- الترجمة. يتم تحريك المعلم الجغرافي إلى موقع جديد ببساطة بجمع (أو طرح) القيم الثابتة لإحداثيي سين وصاد. وسيكون المقابل عادة مختلفاً عن سين وصاد.
- تحديد مقياس الرسم. يتم تكبير المعلم أو تصغيره بضرب إحداثيي سين وصاد بمعامل سين وصاد على التوالي. وعادة ما يتم تحديد مقياس الرسم نسبة إلى أصل نظام الإحداثيات.
- التناوب. يجري تحريك المعلم الجغرافي على نحو متناوب حول أصل نظام الإحداثيات بزاوية معيّنة. ويضمن هذا التناوب تكيّف الخريطة الرقمية الناتجة من الواقع الجغرافي حتى ولو لم تكن الخريطة الورقية المطبوعة قد حوذيت بصورة سليمة على لوحة التحويل إلى شكل رقمي.

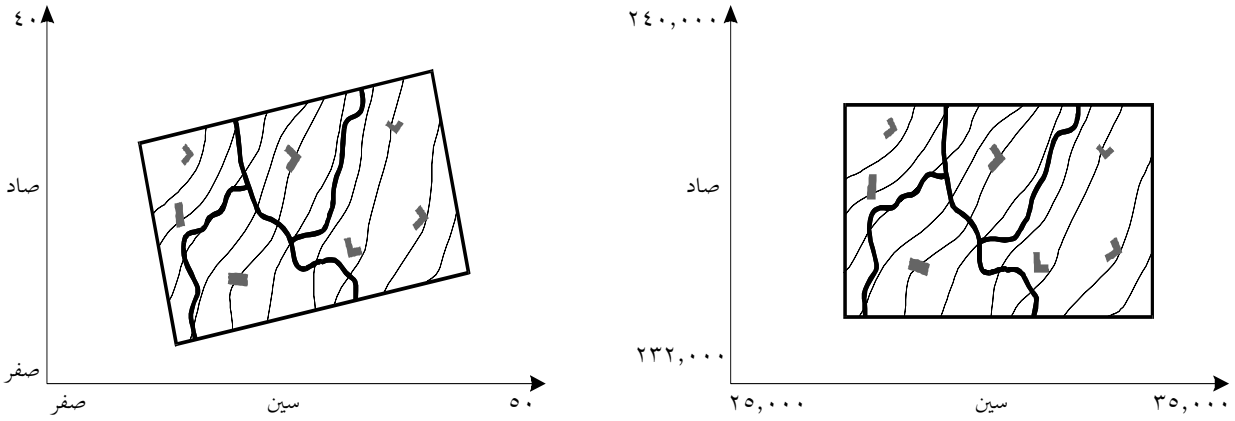
الشكل ثانياً – ٣٢ الترجمة، وتحديد مقياس الرسم، والتناوب



* تتطلب ترجمة قبل وبعد التناوب حول الأصل.
التناوب إيجابي عكس عقارب الساعة.

٢ – ٣١٩ لاحظ أن شكل المعالم التي حوّلت رقمياً لم يتغير في هذا التحويل كما يمكن أن يحدث في تغيير الإسقاط. وقد عدل فقط الحجم النسبي والتكيف مع الواقع الجغرافي للأجسام. وبعد أن تحسب محددات الترجمة الصحيحة وتحديد مقياس الرسم والتناوب، يطبق النظام هذه المحددات على كل إحداثيات النقاط والخطوط في قاعدة البيانات. والمخرج هو خريطة مشابهة جداً، ولكنها تكون الآن مسجلة في النظام السليم للإحداثيات الذي استخدم لإنتاج الخريطة القاعدية الأصلية (انظر الشكل ثانياً – ٣٣). ومن المهم ضمان الإقلال إلى أدى حد من الأخطاء في هذه العملية. ويوفر النظام عادة معلومات عن الأخطاء في تقدير محددات التحويل لكل نقطة، وهو ما يساعد في الكشف عن أخطاء تحديد إحداثيات نقاط الضبط في عالم الواقع. ويتضمن المرفق ثانياً المزيد من التفاصيل التقنية.

الشكل ثانياً – ٣٣ الخريطة في وحدات التحويل الرقمي؛ الخريطة في إحداثيات عالم الواقع



٢ – ٣٢٠ تنشأ مشكلة خطيرة عندما لا يكون مسقط الخريطة ونظام إحداثيات الخريطة الورقية المصدرية معروفاً. ولسوء الحظ، تواجه هذه المشكلة كثيراً حيث إن الكثير من الخرائط الورقية، ولا سيما الخرائط المواضيعية، لا تحتوي على هذه المعلومات. وفي هذه الحالة يتاح خياران وهما تجربة عدد كبير من الإسقاطات المحتملة للخرائط (ويمثل الإسقاط المعياري المستخدم في برنامج رسم خرائط البلد إسقاطاً جيداً مرشحاً)، أو نستخدم ما يسمى بإعداد الصحائف مطاطية التغطية.

٢ – ٣٢١ يتطلب تعديل أشكال الأجسام بصورة غير موحدة عدداً كبيراً من نقاط المط الموزعة جيداً على الخريطة. وفي بعض الأحيان يمكن استخدام خريطة رقمية أو حدود إدارية، أو أي نقاط محددة بوضوح وتوجد أيضاً على الخريطة الرقمية للعثور على الصلات بين النقاط المقابلة.ويستخدم النظام آنذاك الإحداثيات المتعلقة بإحداثيات المدخل والمخرج لحساب التحويلات المتعددة الحدود على مستوى أعلى. وعادة ما يكون الخطأ الذي يقع في تعديل أشكال الأجسام بصورة غير موحدة كبيراً جداً، ولهذا يجب تجنب هذه العملية إذا كان ذلك ممكناً على الإطلاق. غير أنه في بعض الحالات، التي لا تتطابق فيها خرائط المدخلات بصورة واضحة مع أي إسقاط محدد جيداً، فإن إجراء هذا النوع من التعديل يعتبر خياراً قابلاً للتطبيق لاستفادة من المعلومات الجغرافية المتاحة. والمثال الجيد في سياق رسم خرائط التعداد هو الإسناد الجغرافي للخرائط الكروكية المرسومة باليد. ويقدم القسم ''واو''، المرفق ثانياً، مثالاً عملياً على الإسناد الجغرافي الذي يوفر بياناً عملياً – على سبيل المثال – لعملية تحويل خريطة رقمية إلى قاعدة بيانات رقمية مسندة بصورة سليمة.

(ج) تغير الإسقاط ومرجع الإسناد

٢ – ٣٢٢ يرتبط تغير الإسقاط بعملية التحويل التي تحوّل إحداثيات معالم الخريطة الرقمية دون تغيير شكلها. وعند التحويل من إسقاط إلى آخر، يتغير شكل معالم الخريطة وانحرافها، على الرغم من أن هذه التغيرات ضئيلة جداً في مقاييس الرسم الخرائطية الكبيرة.

٢ – ٣٢٣ تغيّر الإسقاط ضروري عندما يلزم تجميع الخرائط التي حوّلت إلى شكل رقمي من صحائف خرائط مختلفة في قاعدة بيانات متقنة. وغالباً ما تستخدم الخرائط التي تصدر بمقاييس رسم مختلفة إسقاطات متباينة. وفي حالات أخرى، قد تكون وكالة لرسم الخرائط قد غيرت الإسقاط المعياري المستخدم في رسم الخرائط في البلد. حتى يمكن أن تستخدم صحائف الخرائط الأقدم عهداً إسقاطاً مختلفاً عن صحائف الخرائط التي تكون قد روجعت ونقحت في وقت أحدث. وبالمثل، قد تكون وكالة التعداد قد عدلت مرجع الإسناد الجغرافي، الذي يحدد الإطار المرجعي للعمل الخرائطي في البلد، حتى تستخدم الخرائط الطبغرافية الأقدم، مثلاً، نظام إحداثيات مختلف قليلاً بدلاً من إعداد خرائط محدثة.

(د) الترميز

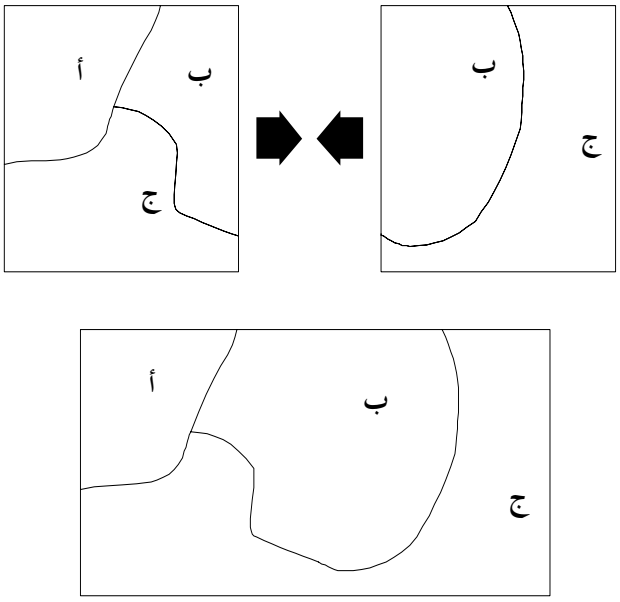
٢ – ٣٢٤ تناقش الإسقاطات ومراجع الإسناد بتفصيل أكبر في المرفق ثانياً. وسوف تستفيد وكالة رسم خرائط التعداد أن يتوفر لها رسام خرائط مدرّب بين العاملين أو يتاح لها الاتصال بخبراء وكالة رسم الخرائط الوطنية الذين يمكن أن يقدموا المشورة حول أنسب الاستراتيجيات لتسوية الفروق بين الإسقاطات والقضايا المتصلة بذلك لإنتاج قاعدة خرائطية وطنية متسقة للتعداد. وسوف

تتطلب الخطوات التقنية الواقعية لتغيير الإسقاط جهداً قليلاً نسبياً، حيث إن كل مجموعات نظام المعلومات الجغرافية التجارية توفر وظائف تغيير الإسقاط المطلوبة.

٢ – ٣٢٥ بعد استكمال الخطوات السابقة، تتألف قاعدة البيانات الخرائطية من مجموعة مركبة من نقاط وخطوط ومضلعات. ولكل معلم جغرافي – أي كل نقطة أو خط أو منطقة – محدد متفرد، يستخدمه النظام داخلياً. ولا يستطيع المستعمل أن يصل إلى هذا المحدد الداخلي عادة ويجب عدم تعديله خارجياً. واللازم هو إيجاد محدد له هدف أكبر يمكن استخدامه لربط المعالم الجغرافية بالخصائص المسجلة لها. وبالنسبة لمناطق العد والوحدات الإدارية، فإن هذا الربط هو المحدد المتفرد لمنطقة العد أو الوحدة الإدارية الذي يسجل في الملف الرئيسي لكل المناطق الجغرافية ذات الصلة بالتعداد.

٢ – ٣٢٦ أما كيف يتم إدخال هذا المحدد فهو مرة أخرى يعتمد على البرنامج الحاسوبي. ويمكن إضافته خلال عملية التحويل إلى شكل رقمي بإدخال المحدد قبل تحويل المعلم إلى شكل رقمي. أو يمكن إضافته في مرحلة لاحقة باختيار المعلم تفاعلياً وإضافة المحدد من خلال وصلة بيانية لقائمة الوظائف. وبالنسبة لمعالم المضلعات، تتطلب بعض الأنظمة من المستعمل أن يضيف نقطة تمييز تحتويها كل وحدة منطقة. وفيما يعتبر الترميز بسيطاً كمفهوم، إلاّ أنه قد يتطلب قدراً كبيراً من الوقت والموارد.

الشكل ثانياً – ٣٤ ضم صحائف الخرائط الرقمية المتاخمة



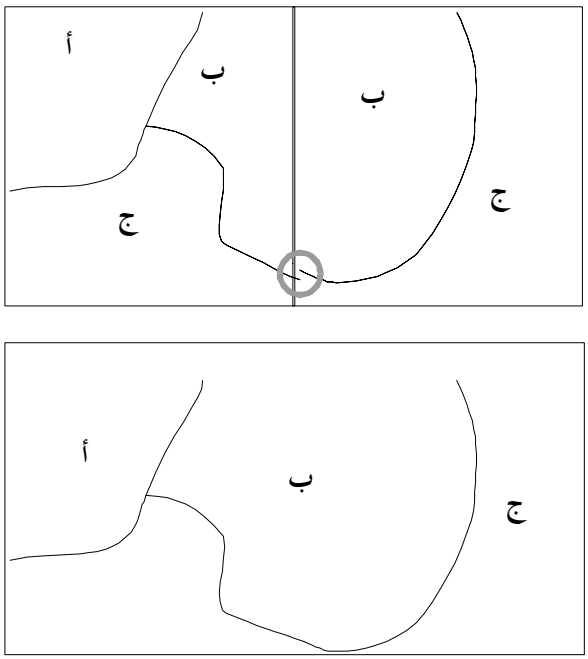
(هـ) إدماج الأجزاء المنفصلة للخرائط

٢ – ٣٢٧ الغرض من مشروع رسم الخرائط الرقمية هو إنتاج قاعدة بيانات متقنة لمنطقة كبيرة أو للبلد كله. وتتضمن صحائف خرائط طبغرافية منفصلة معلومات الخريطة القاعدية التي ترسم بمقياس رسم خرائطي متوسط أو كبير (مثل ١: ٢٥,٠٠٠ أو أكبر). ويتم تحويل هذه الخرائط رقمياً بصورة منفصلة وتضم صحائف الخرائط الرقمية الناتجة إلى نظام المعلومات الجغرافية (انظر الشكل ثانياً – ٣٤).

٢ – ٣٢٨ يكون هذا مباشراً عادة. ولكن تواؤم صحائف الخرائط قد لا يكون مثالياً دائماً. وقد توضع المعالم التي تمتد فوق نوعي الصحائف على السواء، مثل الطرق أو الحدود، محل معالم أخرى عند حدود الخريطة (انظر الشكل ثانياً – ٣٥). وقد تكون أخطاء قد وقعت خلال عملية التحويل إلى شكل رقمي، أو قد توجد الأخطاء بالفعل على صحائف الخرائط الأصلية. على سبيل المثال، قد تكون الصفحات المتقابلة للخرائط منتجة في أوقات مختلفة، لذلك فإن بعض المعالم الأكثر حداثة مثل الطرق لا تتواصل على حدود صفحتي الخريطة أو قد ممثلة برموز مختلفة.

٢ – ٣٢٩ المشكلة خطيرة بصفة خاصة إذا لم تتم تغطية كاملة للبلد كله بمقياس الرسم المرغوب، وبذا يلزم تحقيق التكامل بين صحائف الخرائط التي رسمت بمقاييس رسم مختلفة وبين كثافات المعالم المختلفة. وتواجه هذه المشكلة غالباً عند إدماج صحائف الخرائط عند إيجاد وصلة بيانية بين الحضر والريف، حيث يلزم أن تتم مواءمة خرائط المدن المرسومة بمقياس رسم كبير مع خرائط الريف المرسومة بمقياس رسم أصغر. ونتيجة للتغاير للاختلافات في التعميم الخرائطي، قد تظهر أو لا تظهر معالم على الخرائط المرسومة بمقياس رسم أصغر، أو قد يكون التعبير بالرموز عنها مختلفاً في سلسلتي الخرائط. ويتطلب إدماج هذه الخرائط قدراً كبيراً من سلامة الحكم والخبرة.

الشكل ثانياً – ٣٥ مواءمة الأطراف بعد ضم صحائف الخرائط المتاخمة



٢ – ٣٣٠ تسمى عملية تصحيح هذه الأخطاء ''مواءمة الأطراف''. وتؤدى عادة يدوياً، وتشمل قدراً كبيراً من التنقيح. وإذا لم تكن إزاحة المعالم عن مكانها كبيرة جداً وكانت المعالم عبر صحائف الخرائط متوائمة، فإنه يمكن تحقيق الاتصال بين المعالم باستخدام وظائف تحقيق مواءمة الأطراف آلياً وهي الوظائف التي تؤديها بعض برامج نظام المعلومات الجغرافية.

هاء – ضمان النوعية، وإنتاج خرائط مناطق العد، وحفظ قواعد البيانات

١ – عرض عام

٢ – ٣٣١ تتوقف دقة واستكمال بيانات التعداد بدرجة جوهرية على نوعية الخرائط القاعدية التي يستخدمها العدّادون. فبالإضافة إلى عملية مراقبة النوعية المتواصلة وتحسين النوعية خلال تحويل البيانات، فإن الخطوة الأخيرة التي تتخذ قبل توزيع خرائط مناطق العد على العدادين هي المراجعة المدققة لكل المنتجات الخرائطية. ويشمل هذا أيضاً تحقق الإداريين المحليين من صحة الحدود الإدارية. ويجب حل أية مشاكل متبقية أو عدم اتساق متبق قبل إمكان تقديم المنتجات النهائية.

٢ – ٣٣٢ إنتاج خرائط مناطق العد عملية مباشرة من ناحية المفهوم، بشرط أن تكون نوعية قاعدة البيانات الرقمية مرضية. وهذه الخطوة من ناحية أكبر تمثل تحدياً يتعلق بالإمدادات حيث إنه يتحتم توزيع آلاف الخرائط جنباً إلى جنب مع تعليمات قراءة الخرائط وغيرها من الإرشادات.

الشكل ثانياً – ٣٦ مراحل في ضمان النوعية، وإنتاج المخرجات، وحفظ قواعد البيانات

٢ – إنتاج مسودات الخرائط ووضع إجراءات ضمان النوعية

(أ) تحقيق مواءمة الحدود، وملفات الخصائص، وطباعة خرائط العرض العام

٢ – ٣٣٣ عند إعداد التصميم النهائي للخرائط وطباعتها، يلزم تحقيق المواءمة بين مجموعات البيانات الخاصة بالحدود وملف الخصائص الجغرافية إذا لم تكن قد أدمجت بعد في قاعدة بيانات متسقة. وتشمل هذه الخطوة أيضاً مراجعة صحة المواءمة بين بيانات الحدود وبيانات الخصائص الجغرافية. فإذا كان كلاهما صحيحاً، فلا بد أن يتوفر على الأقل معلم خرائطي واحد (نقطة أو خط أو مضلع) لكل تسجيل في ملف الخصائص الجغرافية. وإذا لم يكن الأمر كذلك، فإنه يرجع إما إلى وجود خطأ في قاعدة البيانات الخرائطية – أي أن هناك منطقة عد مفقودة – أو أن ملف الخصائص الجغرافية يتضمن تسجيلاً مزدوجاً أو خاطئاً. وإذا وجد مضلعان أو أكثر لتسجيل واحد للخصائص، يجب أن يقوم المسؤولون عن كفالة النوعية بتأكيد الالتزام بالاصطلاح المحدد لمثل هذه الحالات (انظر القسم جيم ٥ (ح) أعلاه).

٢ – ٣٣٤ بمجرد تحقيق المواءمة بين البيانات الجغرافية والمعلومات الخاصة بالخصائص بصورة صحيحة، يلزم إضافة البطاقات إلى الخريطة،

ويجب اختيار الرموز التي تعرف المعالم على الخرائط القاعدية (انظر أيضاً الفصل الثالث، القسم جيم – ٣ المتعلق برسم الخرائط المواضيعية). ويمكن إعداد البطاقات تفاعلياً، أو شبه آلي، أو آلياً، باستخدام برنامج لنظام المعلومات الجغرافية أو برنامج حاسوبي للتصميم الخرائطي أكثر تخصصاً. وفي مشروع كبير جداً لإنتاج خرائط التعداد، سيكون إعداد بطاقات المعالم عملاً يستنزف الوقت ومهمة مملة. وبصفة خاصة عندما يكون تصميم خريطة منطقة العد معقداً للغاية – مثلاً يضم الكثير من طبقات الخرائط الرقمية لإنتاج كل خريطة منطقة عد – فإن الموارد المطلوبة لوضع البطاقات بصورة سليمة من حيث وقت العاملين والموارد الحاسوبية قد تكون كبيرة جداً.

٢ – ٣٣٥ توفر معظم أنظمة المعلومات الجغرافية وأنظمة رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب وظائف تؤدي وضع البطاقات آلياً. ويقوم المستعمل ببساطة بتحديد حقل الخصائص في جدول الخصائص بقاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية التي يتعيّن استخدامه لوضع البطاقة، مثل محدد لاسم شارع أو مبنى. ويستخدم النظام آنذاك بعض القواعد البسيطة لوضع البطاقات على المعلم أو بالقرب منه. ويمكن للمستعمل عادة أن يقرر حجم البطاقات وما إذا كان يجب رسمها واحدة فوق الأخرى إذا كانت المعالم قريبة جداً من بعضها. غير أنه في كل الحالات باستثناء أبسطها، سيظل الأمر يتطلب القيام ببعض التعديل اليدوي للبطاقات.

٢ – ٣٣٦ بالنسبة للبرامج الكبيرة جداً الخاصة برسم خرائط مناطق العد، قد ينظر مكتب التعداد في أمر شراء برنامج حاسوبي متخصص في وضع الأسماء. ويتوفر لهذه البرامج مزيد من اللوغاريتمات المتقدمة التي تقرر أن أهم قواعد وضع البطاقات يجري تطبيقها وتشمل:

- ألاّ يوجد تداخل بين البطاقات أو يكون التداخل عند أدنى حد.
- ألاّ يكون هناك تداخل بين المعالم والبطاقات أو يكون عند أدنى حد.
- إسناد البطاقات الواضح للمعالم (أي عدم الغموض).
- المظهر الشامل المرضي، فيما يتعلق مثلاً بنوع الأبناط وحجمها.

٢ – ٣٣٧ تؤسس البرامج وضع البطاقات على عدد من القواعد التجريبية التي تساعد على الكشف يمكن للمستعمل أن يعدلها لأغراض خاصة. ويمكن للمستعمل أن يحفظ البطاقات المصممة لطبقة بيانات خاصة بنظام المعلومات الجغرافية في طبقة بيانات تذييلية منفصلة ويقوم بمراكبتها فوق طبقات المعالم الجغرافية حسبما يتطلب الأمر.

(ب) ضمان النوعية

٢ – ٣٣٨ على الرغم من أنه يمكن إجراء الكثير من مراجعة الاتساق تفاعلياً على شاشات الحاسوب، فإن كفالة النوعية النهائية تُؤدّى على أحسن وجه باستخدام خرائط ورقية مطبوعة. ولهذا يجب إنتاج الخرائط ذات الصيغ الكبيرة التي تحتوي كل المعلومات التي يجب توافرها أيضاً على الخرائط النهائية لمناطق العد. ويتم إنتاج هذه الخرائط لكفالة النوعية النهائية وللتحقق من صحتها، ويجب أن تتولى وحدة إدارية تنظيمها. وإذا طُبعت بنفس مقياس الرسم الذي تطبع به الخرائط النهائية لمناطق العد، فإن الأمر سوف يتطلب عدة صحائف خرائطية لكل مقاطعة.

٢ – ٣٣٩ تشير كفالة النوعية إلى المراجعة النهائية لقاعدة بيانات الخرائط الرقمية قبل عرض المنتجات لعملية التعداد. وتشبه كفالة النوعية الرقابة على النوعية، التي نوقشت في القسم جيم – ٥ (هـ) أعلاه. وتتألف من برنامج حاسوبي ومراجعات يدوية. وتؤدى بعض المراجعات على جميع المنتجات، في حين تجرى المراجعات الأكثر تعقيداً والتي تستنزف الوقت على مجموعة جزئية من المنتجات باتباع استراتيجية مناسبة لعينات القبول.

٢ – ٣٤٠ تركز الرقابة على النوعية خلال عملية تحويل البيانات على صحة الحدود والإحداثيات الطبولوجية والموقعية. ومن المهم ضمان مواءمة متقنة بين الحدود التي حوّلت إلى شكل رقمي وخزنت بصورة منفصلة. مثلاً، يجب أن تكون الحدود بين مقاطعات متجاورة متماثلة إذا كانت خرائط المقاطعات تخزن في ملفات منفصلة للخرائط الرقمية. إن التركيز في كفالة النوعية يكون على ملاءمة المنتجات الخرائطية النهائية لأداء مهمة العد. وهذا يشمل التحقق من عدة جوانب لتكامل قاعدة البيانات، الذي ورد وصفه في الفقرات التالية. وليست كفالة النوعية مهمة تافهة. بل هي تتطلب قدراً كبيراً من الوقت والموارد ويلزم أن يرتب مكتب التعداد جدول الأعمال والميزانية طبقاً لذلك.

٢ – ٣٤١ يشمل التحقق من الصحة من جانب العاملين في رسم خرائط التعداد التفتيش على معايير القبول التالية:

- إمكانية قراءتها. يجب أن تكون كل التذييلات على الخريطة مقروءة بوضوح. وفي بعض الأحيان يصعب رسم الكثير من المعالم على الخريطة من قراءة أسماء الشوارع أو أية معلومات بالنص. وقد تحذف بعض بطاقات النص غير البالغة الأهمية لتحسين وضوح الخريطة. ويجب أن يكون من الواضح أيضاً أي المعالم هي التي تشير إليها بطاقة النص. وفي بعض الحالات، قد تكون الأسهم ضرورية لتوضيح الإسناد.
- تسلسل طبقات البيانات التي ترسم على خريطة مهمة، حيث إن الطبقات في القمة قد تطمس معالم هامة على طبقة البيانات الجغرافية الأكثر انخفاضاً.
- مقياس الرسم – مثلاً، قد تتطلب منطقة عد كبيرة جداً ولكنها تحتوي على منطقة مزدحمة صغيرة نسبياً خريطة صغيرة مدرجة بالخريطة الكبيرة أو خريطة منفصلة للتأكد من إمكان التعرف على كل تفاصيلها.

- المعلومات الخاصة بالمصدر وحقوق النشر – يلزم أن تبيّن كل خريطة الجهة التي تتمتع بحق ملكية مصادر أية بيانات استخدمت لإنشاء قاعدة البيانات الرقمية التي استخدمت لإنتاج خريطة منطقة العد أي مصادر بيانات.

(ج) تدقيق السلطات المحلية والمراجعة النهائية للوحدة الإدارية

٢ – ٣٤٢ يجب أن ترسل الخرائط المطبوعة لمناطق العد، كمراجعة بالغة الأهمية للاتساق، إلى سلطة محلية تتولى التدقيق. ويجب على السلطات المحلية داخل وخارج إدارة التعداد أن تؤكد أن كل المناطق المستوطنة وأجزاء من البلدات والمدن الأكبر مشمولة في قاعدة البيانات الجغرافية. ولإشراك السلطات المحلية في هذه العملية ميزة قوامها أن الخرائط يتم استعراضها من جانب أشخاص يعرفون المنطقة المحلية. وقد تتباين تسميات وتهجئة الاصطلاحات في البلدان التي تستخدم فيها عدة لغات أو لهجات. ولهذا تخفض موافقة السلطات المحلية على الخرائط من مخاطر الأخطاء في تفسير العدّادين الذين يوظفون محلياً للخرائط.

٢ – ٣٤٣ يعتبر تأكيد حدود الوحدة الإدارية التي تشملها خريطة منطقة العد جزءاً أيضاً من عملية التدقيق. وتتغير هذه الحدود غالباً. ويسبب هذا مشاكل بالنسبة لجهاز التعداد، الذي يتعيّن عليه أن ينتج إحصاءات موجزة لهذه الوحدات. وهناك عدة خيارات متاحة لمواجهة هذه المشكلة:

- في الحالة المثالية، يجمد مرسوم حكومي الحدود الإدارية قبل عدة أشهر من التعداد. ويوفر هذا استقرار الإطار المرجعي طوال مدة إجراء التعداد. وهيكل الحدود الحالي لهذه الفترة هو الذي ستنتج على أساسه جداول التعداد.
- الخيار الثاني هو استمرار متابعة التغيرات في الحدود الإدارية قبل التعداد. وعند حدوث التغيرات يجب على الفور إدراجها بقاعدة بيانات الخرائط الرقمية. وبهذه الطريقة، تكون الحدود ممثلة للوضع الجاري وقت العد. غير أن الرصد المستمر للتغيرات وتعديل قواعد بيانات الحدود يتطلب موارد إضافية.
- في بعض البلدان، تعلن تغييرات الحدود مقدماً. وبذا تستطيع وكالة رسم خرائط التعداد أن تضع جدول العمل المتعلق بتلك المناطق في مرحلة متأخرة من عملية رسم خرائط التعداد.
- الخيار الأخير أمام وكالة رسم خرائط التعداد هو تحديد تاريخ للتجميد ومراجعة كل الحدود في مرحلة لاحقة، يحتمل أن تكون بعد القيام بالتعداد. وإذا كانت الحدود المعدلة للوحدات الإدارية تقطع مناطق عد قائمة، يجب إعادة إسناد استبيانات الأسر المعيشية الخاصة بهذه الوحدات إلى الوحدات الصحيحة. ويقتضي هذا القيام بخطوة إضافية بعد العد وهو ما يؤخر توزيع نتائج التعداد.

٣ – طباعة خرائط مناطق العد

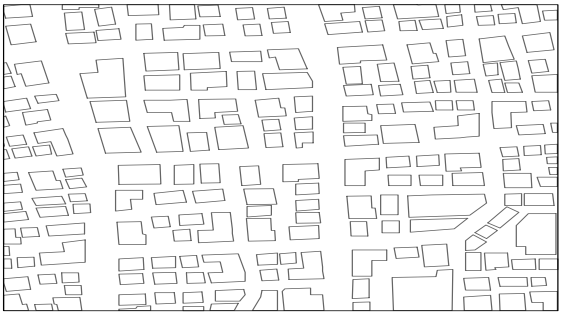
٢ – ٣٤٤ بعد إكمال إجراءات التدقيق وكفالة النوعية لكل الخرائط القاعدية وحدود مناطق العد، يطبع العاملون في رسم خرائط التعداد الخرائط النهائية الإشرافية والخاصة بمناطق العد. وتبين الخرائط الإشرافية عدة مناطق عد وتطبع بمقياس رسم خرائط أصغر. ويشبه تحديد نموذج خريطة مناطق العد بصورة منفردة إجراءات الفصل في مناهج رسم خرائط التعداد يدوياً (انظر BUCEN, 1978، الصفحة ١٤٩). ويجب أن تكون خرائط مناطق العد بسيطة، لأنها سوف تستخدم من جانب عدادين ذوي خبرة محدودة بالخرائط. ومن ناحية أخرى، يجب أن تحتوي الخرائط على ما يكفي من المعلومات لتتيح التكييف السهل مع الظروف الجغرافية الواقعية. ويجب أن تتضمن المعلومات التالية:

- كامل المنطقة التي يجب عدها، وتعرف بخط واضح يشير إلى حدودها.
- بعض أجزاء المناطق المجاورة (أي المنطقة المحيطة) لتسهيل التكييف مع الظروف الجغرافية الواقعية.
- أية معلومات جغرافية ونصية تتضمنها قاعدة بيانات خرائط التعداد والتي تسهل التكييف مع الظروف الجغرافية الواقعية داخل مناطق العد: الشوارع والطرق، والمباني، والمعالم البارزة، والمعالم الهيدرولوجية وهلمّ جراً.
- مفتاح متسق للخرائط، يشمل الأسماء المضبوطة ورموز المناطق الإدارية ومناطق العد، ومقياس رسم ومفتاح خريطة يوضح الرموز المستخدمة للمعالم الجغرافية.

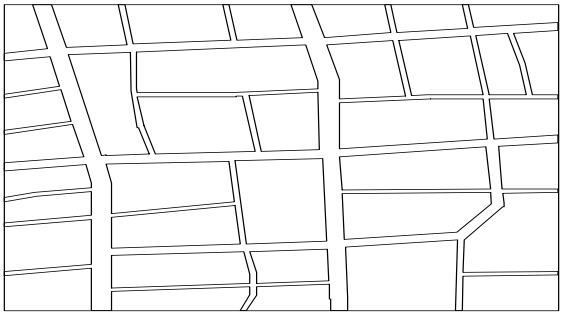
٢ – ٣٤٥ يبيّن الشكل ثانياً – ٣٧ عناصر خريطة افتراضية لمنطقة عد حضرية. وتخزن كل المعالم في طبقات خريطة منفصلة في نفس نظام الإسناد المكاني أو في جداول رسوم بيانية جاهزة. والعناصر الرئيسية هي شبكات الشوارع، وطبقة حدود المباني ومناطق العد. وبالإضافة، تخزن التذييلات، والرموز، والبطاقات، وأرقام المباني في طبقات بيانات منفصلة، على الرغم من أن هذه يمكن إضافتها أيضاً بصورة دينامية. والعنصر الأخير هو جدول جاهز يتألف من خطوط دقيقة ومفتاح خريطة يستخدم بصورة متسقة لجميع مناطق العد. ويبيّن الشكل ثانياً – ٣٨ خريطة كاملة لمنطقة عد بكل العناصر المتراكبة على خريطة واحدة. واستناداً إلى نطاق أنشطة رسم خرائط التعداد ومدى تعقيد منطقة العد، قد تحتوي خرائط مناطق العد على معلومات أقل أو أكثر من هذه الخريطة العيّنة.

الشكل ثانياً – ٣٧ عناصر عيّنة لخريطة منطقة عد رقمية

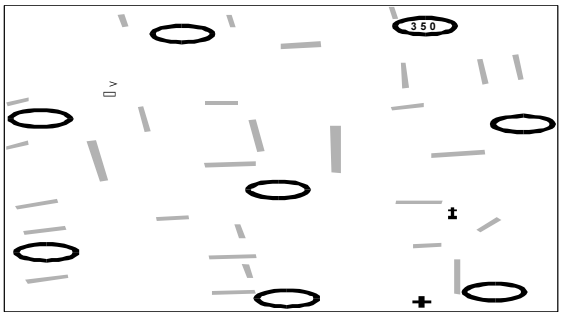
مبان



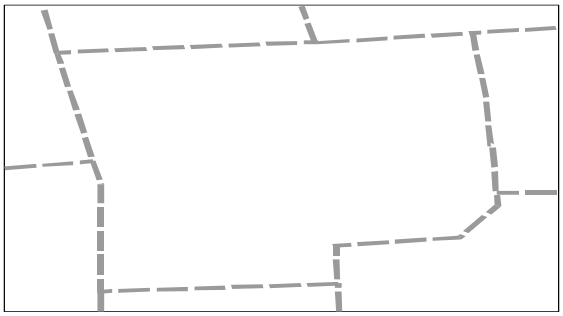
شبكة طرق



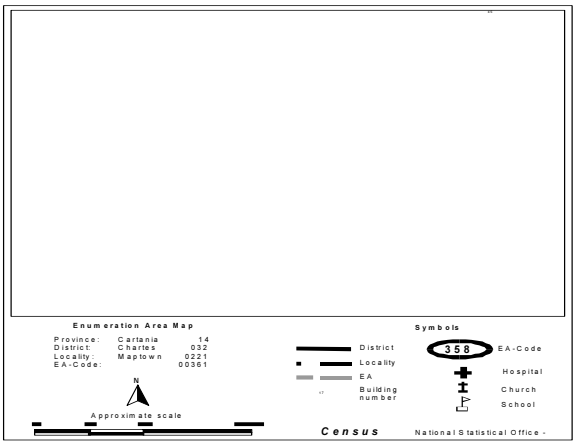
تذييلات ورموز



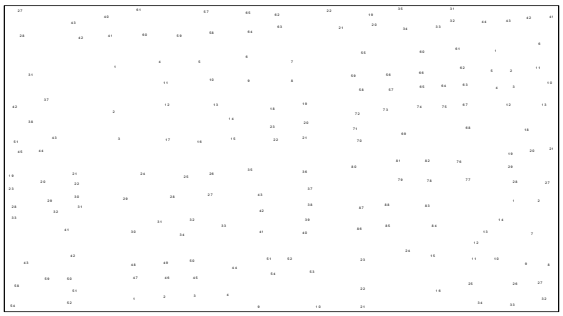
حدود



الخطوط الدقيقة ومفتاح الخريطة



أرقام المباني



الشكل ثانياً – ٣٨ مثال لخريطة منطقة عد حضرية

٢ – ٣٤٦ في الكثير من البلدان، قد يكون تصميم خرائط مناطق العد أبسط مما في هذا المثال. فبدلاً من خريطة قاعدية رقمية مدمجة بصورة كاملة في صيغة قائمة على المتجهات – على سبيل المثال – يمكن استخدام صور طبغرافية معدة بخطوط المسح كخلفية لحدود مناطق العد. وفي بعض الحالات، قد تكون معالم الخريطة معممة بدرجة أكبر، مثلاً باستخدام الخطوط الوسطى لهذه الشوارع والمضلعات لصفوف مباني المدينة بكاملها فقط بدلاً من المنازل المنفردة.

٢ – ٣٤٧ يجب اتخاذ القرارات المتعلقة بالصيغة واللون. وبالنظر إلى درجة الوضوح العالية المتاحة على طابعات الليزر، فإنه يمكن إنتاج خرائط مناطق العد عادة على ورق مقاس أ – ٤ أو مقاس ورق كتابة الرسائل إذا لم تكن مناطق العد كبيرة ومعقدة جداً. وبالمقارنة بطابعات أو راسمات بيانية ذات صيغ أكبر، تتوفر لهذه الطابعات ميزة التكلفة الأقل وسرعة المخرجات الأعلى. ونظراً لأنه يلزم إنتاج آلاف الخرائط الخاصة بمناطق العد، فإن هذه تمثل اعتبارات هامة. وقد تنشأ مشكلات في مناطق قد تحتوي فيها مناطق العد الكبيرة جداً بعض المناطق الصغيرة المزدحمة. وبالنسبة لهذه المناطق، يجب طبع الخرائط ذات الصيغ الأكبر، أو أن يشمل تصميم الخريطة خرائط صغيرة داخل الخريطة الكبيرة تبين التفاصيل في الأجزاء الكثيفة السكان بمنطقة العد.

الإطار ثانياً – ٥ إنتاج الخرائط الميدانية لتعداد عام ٢٠٠١ للمملكة المتحدة

٢ – ٣٤٨ في المملكة المتحدة، يحمل المشروع الجغرافي للتعداد مسؤولية تقديم خرائط للعاملين الميدانيين لجمع البيانات لتمكينهم من إدارة وتسليم وتجميع استمارات التعداد بفعالية. وسيكون نحو ٧٠,٠٠٠ عداد مسؤولاً عن العمل في مقاطعات العد (ED) وسيدير الإداريون ومساعدوهم في مكتب التعداد (٢٠٠٠ و٦٠٠٠ على التوالي) مجموعات من مقاطعات العد، المسماة مقاطعات التعداد. وسيدير مديرو المناطق (نحو ١٢٠) مجموعات مقاطعات العد. وسيتطلب كل مستوى من العاملين خرائط تفصل مناطق مسؤولياتهم. وبالنسبة لبروفة تعداد ١٩٩٩ وتعداد ٢٠٠٠، سيستخدم المشروع الجغرافي نظاماً قائماً على أنظمة المعلومات الجغرافية لتخطيط ورسم خرائط مقاطعات العد والتعداد.

٢ – ٣٤٩ متطلبات إنتاج الخرائط. يجب أن تعرض كل خريطة لمنطقة عد أو تعداد خريطة قاعدية بخطوط المسح بمقياس رسم ١: ١٠,٠٠٠ بالأبيض والأسود لتوفر سياقاً من العالم الواقعي، وخطوطاً بسيطة ملونة لتعريف مقاطعات العد والتعداد أو الحدود القانونية الأخرى، ورموز إسناد مقاطعات العد والتعداد، وبالنسبة لخرائط مقاطعات التعداد أسماء الأحياء. وستبين أيضاً شعار المكتب، والاصطلاحات، ومقياس الرسم وتفاصيل حقوق النشر. ويجب أن تناسب كل خريطة مثالياً صحيفة مقاس أ – ٤ حتى يمكن حملها ويجب أن يكون مقياس رسم الخلفية الخرائطية بين ١: ١,٢٥٠ و١: ١٠,٠٠٠. وإذا تجاوز مقياس الرسم هذه الحدود، يجب إنتاج الخريطة على صحيفة مقاس أ – ٣ ثم أ – ٢ بل حتى أ – ١ لبعض المناطق الريفية المعيّنة. وسيتطلب تعداد عام ٢٠٠١ ما يقرب من ٧٠,٠٠٠ خريطة مقاطعة عد (٩٠ في المائة لتناسب أ – ٤ و١٠ في المائة بمختلف الأحجام)، و٢٠٠٠ خريطة لمقاطعات التعداد، بالإضافة إلى مخرجات أخرى ذات أغراض خاصة على مستويات أعلى.

٢ – ٣٥٠ نهج إنتاج الخرائط. يستخدم مكتب جغرافية التعداد في المملكة المتحدة برنامجاً تجارياً عادياً لأنظمة المعلومات الجغرافية، يوفر تسهيلات كافية لإنتاج وطباعة المخرجات الخرائطية. ويشمل إجراءً تفاعلياً، يتيح للمشغل أن يتأكد من ترتيب قائمة بمقاطعات العد التي يرغب في رسمها بيانياً ويبدأ إجراء لرسم الدفعات بيانياً. وينشئ هذا الإجراء رسماً بيانياً لكل مقاطعة عد، باستخدام جداول جاهزة من حجم مناسب لتحقيق مقاييس رسم خرائطية مقبولة. ويتم إنتاج الرسوم البيانية في البداية في صيغة لغة البرمجة ''بوست سكريبت'' (PDF) (الملف الملحق)، ولكنها تحوّل آلياً إلى صيغة وثيقة محمولة، وهو ما يوفر أحجاماً أصغر للملفات وسرعة طباعة فائقة. ويرسل النظام آنذاك آلياً ملف صيغ الـ ''بوست سكريبت'' إلى الطابعة ويضعه في دليل للحفظ. وقد خفض تنقيح الإجراء من استخدام ملفات ''بوست سكريبت'' فقط إلى صيغ ''بوست سكريبت'' من الوقت الشامل لتحقيق مخرجات بمعامل يبلغ نحو ١٠. وبالنظر إلى حجم البيانات، فإن الوقت المقتصد كبير للغاية.

٢ – ٣٥١ تشمل فوائد النظام المنقح ما يلي:

- الآلية الكاملة لرسم خرائط الدفعات من الاختيار حتى طبعة المخرجات.
- تخفيض وقت الطباعة بدرجة كبيرة.
- تخفيض حجم ملفات الرسم البياني بدرجة كبيرة بالمقارنة بنظام الملف الملحق ''بوست سكريبت'' يمكن عادة تحقيق تخفيضات بنسبة سبعين في المائة، على الرغم من أن التخفيضات قد تقل نسبتها إلى حد عشرين في المائة.
- يمكن للنظام أن يستوعب أحجاماً متباينة للرسوم البيانية في نفس الدفعة التي يجري تشغيلها.
- يمكن استعادة الملفات المحفوظة بسهولة، ومشاهدتها على نظام Acrobat، وإعادة رسمها بيانياً.

المصدر: مكتب الإحصاءات الوطنية، المملكة المتحدة.

٢ – ٣٥٢ تؤدي خريطة منطقة العد التي تصمم جيداً وظيفتها بصورة جيدة إذا ما أنتجت بالأبيض والأسود. وعلى الرغم من أن طابعات الألوان رخيصة نسبياً، فإن أداءها الإجمالي محدود وإمداداتها غالباً ما تكون مكلفة جداً. ويمكن أيضاً نسخ صور من الخرائط الجيدة المنتجة بالأبيض والأسود دون فقد المعلومات وهو ما يتيح للعاملين المحليين إنتاج نسخ إضافية من خرائط مناطق العد حسب الاحتياج. غير أنه حيثما تتوفر الموارد، فإن الألوان قد تساهم في توضيح تصميم الخريطة. فمثلاً، يمكن الإشارة إلى حدود منطقة العد بخط ملون بلون زاه على الخريطة.

٢ – ٣٥٣ يجب إنتاج عدة نسخ من كل خريطة لمنطقة عد، بالإضافة إلى نسخ احتياطية تحفظ في المكتب المركزي لرسم خرائط التعداد. وتتاح كل خريطة منطقة عد للسلطات المحلية المختصة بالتعداد، والمشرفين والعدادين، الذين قد تلزمهم أربع أو خمس نسخ. وإذا كانت أنشطة رسم الخرائط مركزية في مكتب أو عدد قليل من مكاتب التعداد، فإن أحد الأساليب المتبعة هو توزيع ملفات الخرائط الرقمية بدلاً من الخرائط الورقية المطبوعة. ويمكن إرسال هذه الملفات إلى مكاتب التعداد المحلية على أقراص حاسوبية صغيرة، أو على قرص مدمج – ذاكرة للقراءة فقط أو عبر الإنترنت. ولن يحتاج المكتب المحلي إلى الحصول على برنامج رسم الخرائط الحاسوبي إذا ما صدرت الخرائط إلى صيغة ملف عام مثل صيغة الوثائق المحمولة (PDF) أو كملف رسوم بيانية يمثل جزءاً داخلياً من صيغة عامة لمعالجة البيانات. ويمكّن طباعة مثل هذه الملفات على أي نظام حاسوبي عام. ويمكن هذا النهج المكتب المحلي من إنتاج العدد المطلوب من خرائط مناطق العد ويتيح المواجهة السريعة للمشكلات مثل الخرائط المطبوعة المفقودة.

٢ – ٣٥٤ إذا كانت قاعدة البيانات متسقة ومنظّمة بصورة جيدة، فيجب أن يكون إنتاج خرائط مناطق العد سريعاً. ولن تتطلب طباعة خرائط مناطق العد برنامجاً رفيعاً لنظام المعلومات الجغرافية، بل يمكن إجراء الطباعة باستخدام برامج رسم خرائط بمساعدة الحاسوب رخيصة نسبياً. ويمكن أن يكون جزء من العملية آلياً، باستخدام لغة البرنامج الفوقية الداخلية. مثلاً، يمكن أن تصاحب قائمة بمناطق العد إحداثيات الحدود الخاصة بمناطق العد (ما يسمى بمدى الخريطة الذي يشمل كل المعالم) في الوحدات الخرائطية. ويمكن آنذاك إصدار الأمر إلى البرنامج بتفحص هذه القائمة، وإدخال مضمون طبقات البيانات في جدول جاهز معد مسبقاً يبيّن الاصطلاحات والمعلومات الهامشية الأخرى، وطباعة عدد معيّن من النسخ.

واو – استخدام أنظمة المعلومات الجغرافية خلال مرحلة العد في التعداد

٢ – ٣٥٥ إن المساهمة الرئيسية لرسم الخرائط الرقمية لتعداد ناجح تتم قبل وبعد العد الفعلي. غير أن لرسم الخرائط أيضاً دور خلال عملية العد في التعداد وذلك بدعم تخطيط الإمدادات ورصد تقدم التعداد. وفي الوقت نفسه، تتيح عملية العد لمكتب التعداد فرصة لأداء جولة أخرى من الرقابة على نوعية قاعدة البيانات الرقمية للتعداد. ويناقش هذان الجانبان على السواء أدناه.

١ – استخدام الخرائط الرقمية في الخدمات الإدارية الخاصة بالتعدادات

٢ – ٣٥٦ تلزم الخرائط لتحقيق الكثير من الأغراض في عملية التعداد. ويمكن أن يقوم نظام المعلومات الجغرافية أيضاً بدور نشط في العمل التخطيطي الأوّلي وفي الإمدادات الخاصة بالعد. ويمثل إسناد الوحدات الإدارية إلى مناطق التشغيل، وتحديد موقع المكاتب الميدانية وتخطيط سفر العاملين الميدانيين والعدادين بعض المهام التي تتوفر فيها احتمالات يفيد فيها نظام المعلومات الجغرافية. وإذا ما اقتضى الأمر استخدام الخرائط الرقمية لهذه الأغراض، فإنه يجب على الوحدة الخرائطية للتعداد أن تعد بسرعة كبيرة قاعدة بيانات للنظام للمعلومات الجغرافية أقل صقلاً من حيث شدة الوضوح. ويكن أن يتكون هذا النظام من خرائط رقمية صغيرة الحجم (بمقياس رسم ١: ٥٠٠,٠٠٠ أو ١: ١مليون) تتعلق بالمستوطنات، والطرق، والأنهار والتقسيمات الإدارية. ويمكن الحصول على هذه من مصادر قائمة في معظم المناطق. بل حتى الخريطة الرقمية للعالم، وهي خريطة متسقة رسمت بمقياس : ١مليون (Danko, 1992؛ Tveite and Langass, 1995) يمكن أن تفيد لتحقيق هذه الأغراض.

٢ – ٣٥٧ يوفر الكثير من مجموعات نظام المعلومات الجغرافية مزايا تحليل الشبكات التي تتيح للعاملين القائمين بالتخطيط تقرير مسافات السفر وتكاليفه على امتداد شبكة طرق. وفي المناطق الحضرية، لم يكن السفر مشكلة رئيسية. ولكن في المناطق الريفية، ستزيد المسافات الكبيرة والمعالم الطبيعية التي تصعب السفر من تكلفة الأنشطة الميدانية. وسيكون هذا أيضاً عاملاً في تقرير موقع المكاتب الميدانية، المسؤولة عن عدد من المناطق الإشرافية أو مناطق رؤساء أطقم العاملين. ويجب اختيار مواقع المكاتب الميدانية للتقليل إلى أدنى حد من وقت السفر ومن ثم تسهيل الوظائف الإشرافية للإداريين الإقليميين للتعداد. ويمكن استخدام معالم المنطقة المجمعة في نظام المعلومات الجغرافية لتقرير وعرض التخصيصات الإقليمية المحتملة.

٢ – ٣٥٨ ليس استخدام نظام المعلومات الجغرافية لأغراض الإمدادات بنفس القدر من الأهمية الكبيرة لاستخدام التقنيات الرقمية للقيام بالمهام الخرائطية الفعلية المتعلقة بالتعداد. ويمكن القيام بالكثير من المهام بكفاءة مماثلة عن طريق دراسة الخرائط المنشورة. وميزة استخدام نظام المعلومات الجغرافية لهذه الأغراض هو أن تقديرات مسافة ووقت السفر ستكون أكثر دقة وأنه سوف يتمكّن العاملون في التعداد من أن ينتجوا بسرعة الخرائط التي تبيّن مختلف جوانب عملية تخطيط التعداد. وفضلاً عن ذلك، فإن إعداد قاعدة بيانات صغيرة وأقل صقلاً من حيث شدة الوضوح للبلد عمل جيد يخدم مهمة إنتاج قاعدة بيانات تفصيلية مسندة جغرافياً للتعداد وهي مهمة تنطوي على تحد أكبر بكثير.

٢ – رصد تقدم عمليات التعداد

٢ – ٣٥٩ سيقوم العاملون في المقر الرئيسي خلال التعداد والأنشطة التي تتلو العد مباشرة بمراقبة تقدم العد وجمع البيانات. وعادة ما تجمع مكاتب التعداد الإقليمية المعلومات حول استكمال أنشطة العد والنتائج الأولى. وسيجمع المقر الرئيسي هذه المعلومات

ويقيم مواقع سير العمليات دون مشاكل والمواقع التي يحتمل مواجهة مشاكل بها.

٢ – ٣٦٠ تطبق بعض البلدان ما يسمى باستراتيجية العد السريع، التي يتم فيها عد سريع لإجمالي عدد السكان ومقارنة الأرقام بالتقديرات السابقة للتعداد. وقد تلزم المعالجة الفورية للمناطق التي ترتفع فيها الأرقام المبلغ عنها أو تنخفض بدرجة غير عادية. وتقليدياً، تجمع هذه التقديرات في شكل جداول. غير أنه إذا وجدت قاعدة بيانات خرائطية رقمية للتعداد فإنه يمكن أيضاً عرض هذه المعلومات جغرافياً. ويسهل هذا من التعرف على مشكلات المناطق.

٢ – ٣٦١ يمكن من الناحية العملية تجميع أية إحصاءات موجزة مناسبة في نظام قاعدة بيانات علاقاتية عادية. ومن الأمثلة على ذلك المؤشر الذي يبيّن ما إذا كان العد قد استكمل في منطقة التبليغ، أو نسبة مناطق العد التي استكملت في كل مقاطعة. ويمكن آنذاك أن يقوم العاملون في التعداد بربط هذه المعلومات بصورة منتظمة في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية واستحداث المخرجات الخرائطية التي يقوم المشرفون على التعداد الشامل بتقييمها.

٢ – ٣٦٢ العنصر الرئيسي في هذا الإجراء الخاص بالرقابة السريعة على النوعية هو التدفق السريع للمعلومات من المشرفين إلى المكاتب الإقليمية ومنها إلى المقر الرئيسي. وأسرع طريقة لتبادل هذه المعلومات هي الإنترنت. فإذا أمكن للمشرفين الإقليميين الوصول إلى الإنترنت، فإنه يمكن تقديم المعلومات عن طريق وصلة بيانية لقاعدة بيانات تحميها كلمة سر على الشبكة العالمية.

٣ – تحديث وتصحيح خرائط مناطق العد خلال العد

٢ – ٣٦٣ إذا تم تنفيذ برنامج دقيق للرقابة على النوعية خلال أعداد خرائط العدّادين، من المحتمل ألاّ يكون الكثير من هذه الخرائط قد بلغ حد الكمال. مثلاً، قد تغفل خلال العمل الميداني الأوّلي مبان أو شوارع أو تسجل بصورة غير صحيحة على الخرائط. وبالإضافة، نظراً إلى أنه يجب القيام بالعمل الميداني الخرائطي قبل عدة أشهر بل سنين قبل إجراء التعداد، فإن الأبنية الجديدة أو التطورات في البنية الأساسية لن يراعى إدخالها على خرائط العدادين.

٢ – ٣٦٤ بالإضافة إلى التدريب على جمع البيانات ومن أجل اكتساب المهارات الأساسية في قراءة الخرائط، يجب أن يصدر مكتب التعداد تعليماته إلى العدادين أيضاً على كتابة التذييلات على خرائط مناطق العد للإشارة إلى أية أخطاء أو حذف. ويمكن أن يجمع العاملون في مجال خرائط التعداد خرائط مناطق العد بعد التعداد ومتابعة أية تنقيحات مقترحة. وقد يتطلب هذا ببساطة القيام بالتصحيحات المقابلة في قاعدة البيانات الرقمية للتعداد، أو قد يتطلب بعض المراجعات الميدانية الإضافية. وتضمن هذه العملية احتفاظ مكتب التعداد بأحدث المعلومات حول مناطق العد، وهو ما سيخفض عبء العمل الذي تشمله الأنشطة الخرائطية قبل التعدادات أو الدراسات الاستقصائية التي تجري في المستقبل.

ثالثاً – المرحلة التالية للعد

ألف – مقدمة

٣ – ١ في الفصل السابق، نوقش موضوع استخدام نظام المعلومات الجغرافية لدعم التعداد. وستتناول الفروع التالية المهام التي يلزم أن تقوم بها الوحدة الجغرافية بمكتب التعداد بعد التعداد وبين التعدادات، كما تتناول توزيع واستخدام معلومات التعداد المسندة جغرافياً.

٣ – ٢ إذا توفرت قاعدة بيانات لنظام معلومات جغرافية رقمية كاملة، يمكن إنتاج قواعد بيانات إحصائية لنظام المعلومات الجغرافية للوحدات الإدارية أو الإحصائية بسرعة عن طريق التجميع. غير أن الكثير من البلدان لن تستخدم بعد التقنيات الرقمية لإنتاج خرائط مناطق العد في جولة عام ٢٠٠٠. وقد تختار هذه الدول استحداث قاعدة بيانات رقمية مسندة جغرافياً للتعداد لإنتاج خرائط من نوعية تصلح معها للنشر لمصاحبة تقارير التعداد، لتوزيعها على المستعملين الخارجيين الذين يريدون تحليل بيانات التعداد مكانياً، أو للتطبيقات الداخلية. ويمكن جمع قاعدة البيانات هذه لمستوى مناسب من السلطة الإدارية أو لكتل مناطق إحصائية أخرى. وعلى هذا المستوى من التجميع، تنخفض الموارد اللازمة لإنتاج قاعدة البيانات الرقمية كثيراً بالمقارنة بتلك الموارد الضرورية لاستحداث قاعدة بيانات رقمية كاملة لكل خريطة منطقة عد.

٣ – ٣ غير أن هذا الفصل، في معظمه، يفترض وجود قاعدة بيانات رقمية كاملة لمناطق العد أو وحدات المساكن لأغراض العد في التعداد. ولتبرير الاستثمار الكبير اللازم لاستحداث مثل هذه القاعدة للبيانات، يلزم أن يتبنى مكتب التعداد نظرة طويلة المدى. ولهذا فإن المهام المباشرة في أعقاب التعداد هي الخطوات الأولى فقط في مجال استحداث المواد الخرائطية للعد التالي.

٣ – ٤ تناقش الأقسام الثلاثة الرئيسية في هذا الفصل المهام الإدارية المرتبطة بقواعد البيانات الجغرافية بعد التعداد وفيما بين التعدادات واستحداث وتوزيع منتجات المخرجات. ويناقش القسم الأخير بعض الموضوعات المتقدمة مثل تحديد المناطق الحضرية والريفية وتقنياتها لمعالجة الوحدات الجغرافية غير المتوافقة.

باء – مهام بعد التعداد وخلال الفترة الواقعة بين التعدادات

١ – مهام فورية

(أ) إدخال التحديثات والتغييرات التي يقترحها العدّادون

٣ – ٥ يجب أن يصدر مكتب التعداد تعليماته إلى العدّادين ببيان أية أخطاء أو عدم اتساق في تحديد مناطق العد أو معالم الخريطة القاعدية والتي يكتشفون وجودها خلال العد على خرائط مناطق العد. ويجب على المشرفين آنذاك أن يجمعوا خرائط مناطق العد بعد العد ويقدموها إلى مكتب رسم خرائط التعداد. وعندئذ تقوم الوحدة الجغرافية للتعداد بتصحيح قاعدة بيانات الخرائط التي استخدمت في إنتاج خرائط مناطق العد استناداً إلى هذه المعلومات. ولهذا الإجراء فائدتان.

٣ – ٦ أولاً، يضمن استناد عمليات الجدولة واستحداث منتجات خرائطية رقمية مطبوعة إلى تحديد مناطق العد الذي استخدم بالفعل خلال العد. وثانياً، سيُسهّل إدخال تعديل حدود مناطق العد في قاعدة البيانات الخرائطية الرقمية الرئيسية، إجراء التعداد في المستقبل أو القيام بأية أنشطة لجمع البيانات الإحصائية تقوم على أساس نفس وحدات الجمع الجغرافي أو ما يماثلها.

(ب) التوفيق بين وحدات الجمع ووحدات الجدولة أو الوحدات الإحصائية

٣ – ٧ أهم مسؤولية بعد العد لوكالة رسم خرائط التعداد هي دعم إعداد البيانات الإحصائية المجدولة والمنتجة من بيانات التعداد. وبيانات التعداد مطلوبة لأنواع مختلفة كثيرة من المناطق المجمعة حيث إن مستعملي التعداد من القطاعات المختلفة يميلون إلى استعمال المناطق الجغرافية المختلفة كأساس للتخطيط والعمليات. لهذا يلزم تجميع مناطق العد لوحدات الإبلاغ المختلفة هذه حسبما يقتضي الأمر وذلك من أجل استحداث نطاق واسع من منتجات مخرجات التعداد.

٣ – ٨ تتطلب المواءمة بين وحدات جمع البيانات ووحدات الجدولة استحداث ملفات المعادلة أو المقارنة. وتتضمن هذه الملفات بالنسبة لكل وحدة جدولة منطقة العد المقابلة التي تمثل جزءاً من وحدة المخرج تلك. وبمجرد تحديد مثل هذه القوائم، يمكن القيام بالتجميع باستخدام عمليات عادية لقواعد البيانات.

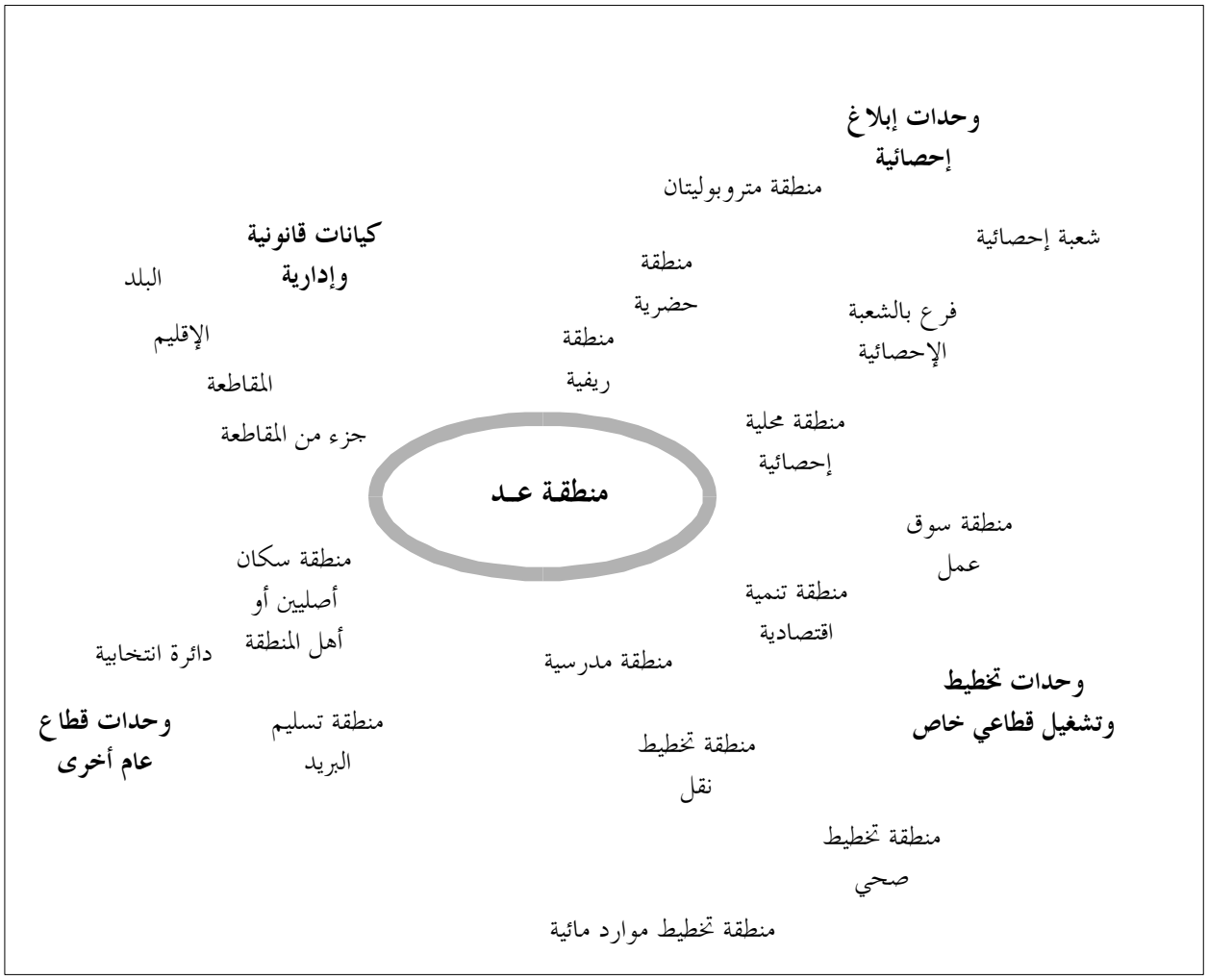
٣ – ٩ سوف يكون استحداث ملف المعادلة أسهل إذا ما طبقت خطة لتحقيق الترميز المتسق. ويؤكد هذا من جديد أهمية استحداث اصطلاحات مرنة ويسهل فهمها لتخصيص رموز عددية وأبجدية رقمية لكل منطقة عد متفردة وذلك في المراحل الأولى من مشروع رسم خرائط التعداد.

٣ – ١٠ يمكن أن يكون عدد وحدات المخرجات التي يلزم استحداث ملفات المعادلة من أجلها كبيرة جداً. وبالإضافة إلى الوحدات القانونية والإدارية مثل المقاطعات أو الأقاليم، قد يتطلب الأمر جمع بيانات التعداد لنطاق من وحدات التخطيط أو التشغيل، مثل الوحدات الصحية، والمناطق المدرسية، ومناطق تخطيط النقل، والدوائر الانتخابية، ومنطق خدمات المرافق، والمناطق البريدية ووحدات التخطيط البيئي (انظر الشكل ثالثاً – ١). وفي بعض الحالات قد تتطابق هذه مع الوحدات الإدارية، ولكنها غالباً ما تكون

غير متوافقة مع وحدات الإبلاغ العادية. وفضلاً عن ذلك، من المحتمل أن ترد الطلبات الخاصة لإجراء الجدولة من القطاعين الخاص والأكاديمي.ولهذا فإن استحداث إجراء متسق لإنتاج وحفظ ملفات المعادلة يمثل واجباً هاماً لمكتب رسم خرائط التعداد.

٣ – ١١ يجب إعداد ملفات مقارنة إضافية لتسوية الفروق بين مناطق العد أو مناطق الإبلاغ الإحصائية في الماضي ونظيرتها في الحاضر. ونظراً لأن جمع البيانات وجدولتها على السواء يحتاجان إلى تعديلهما بصورة منتظمة، يصعب على مستعملي بيانات التعداد تحديد التغييرات في متغيرات التعداد على مر الوقت. ولهذا يجب على الوحدة الجغرافية لمكتب التعداد أن تتابع هذه التعديلات في جغرافية تعداد البلد وتقدم إلى مستعملي البيانات ملفات المقارنة التي تتيح تحقيق الانسجام بين بيانات التعداد في الماضي والحاضر.

الشكل ثالثاً – ١ أمثلة على وحدات جدولة التعداد والإبلاغ



٢ – حفظ قاعدة البيانات

(أ) **حفظ قاعدة البيانات**

٣ – ١٢ بعد تصحيح الأخطاء وعدم الاتساق في قاعدة البيانات الرقمية الرئيسية للتعداد، يجب إنتاج نسخ أساسية من كل مجموعات بيانات أنظمة المعلومات الجغرافية وحفظها. وستكون قاعدة البيانات هذه، التي جمدت من أجلها جغرافية التعداد لتعكس الوضع وقت التعداد، الأساس لكل المخرجات الخرائطية الخاصة بالتعداد، بما في ذلك الخرائط المرجعية، والخرائط المواضيعية لنتائج التعداد والمستخرجات الرقمية من هذه القاعدة الرئيسية للبيانات للتوزيع. وستشير كل نتائج التعداد التي تتم جدولتها في أعقاب العد إلى الوحدات المرجعية في قاعدة البيانات هذه. ويعني هذا أيضاً أن كل الوثائق والبيانات الواصفة للبيانات قد تمت مراجعتها بدقة، وبذا يمكن لمكتب التعداد أن يجيب عن أية أسئلة تتعلق بالبيانات يمكن أن تثار في المستقبل. ويجب حفظ نسخ من قاعدة البيانات المرجعية هذه في مكان مؤمن فور استكمال إعدادها.

٣ – ١٣ بالنسبة لوكالات التعداد التي تطبق برنامجاً مستمراً لرسم الخرائط، تمثل نسخة من قاعدة البيانات هذه أساساً للتحديث المنتظم خلال الأنشطة التي تتم بين التعدادات. وتناقش مزايا برنامج مستمر لرسم الخرائط في القسم التالي.

(ب) حفظ قاعدة البيانات: مزايا برنامج مستمر لرسم الخرائط

٣ – ١٤ كما بيّنا سابقاً في هذا الدليل، تفوق فوائد برنامج رقمي خرائطي للتعداد التكاليف فقط إذا ما استخدمت قاعدة بيانات التعداد المنتجة للكثير من التطبيقات التي تتجاوز المهام الرئيسية للتعداد. ويمكن تحقيق النطاق الكامل للمنافع فقط إذا ما تم حفظ قاعدة البيانات حتى تتطلب التحديثات المتعلقة بتطبيقات التعداد في المستقبل موارد ثانوية نسبياً. ولن يكون بالإمكان نشر قاعدة البيانات الخرائطية للتعداد بين أكبر عدد من المستعملين وضمان أقصى استخدام للبيانات الرقمية القائمة في عمليات عد تالية إلاّ إذا توفر مستوى عال من الاستمرارية في البرنامج الوطني لرسم خرائط التعداد. ولهذا تضمن استمرارية الأنشطة الجغرافية للتعداد المحافظة على الاستثمار في استحداث قاعدة بيانات.

٣ – ١٥ يتمثل جانب من هذا في أنه يجب على مكتب رسم خرائط التعداد أن يطبق إجراءات حفظ قاعدة البيانات فوراً في أعقاب التعداد. ويشمل هذا تحديثاً مستمراً للحدود والمعالم الأخرى عندما تتاح المعلومات الجديدة. ويجب تطبيق نظام واضح للرقابة على النسخة خلال الفترة الواقعة بين التعدادات يحدد كيفية تطبيق التغيرات التي تحدث بالنسبة لقاعدة البيانات وتوثيقها. مثلاً، يجب أن تعطى السلطة لمجموعة صغيرة فقط من العاملين لإدخال التغييرات على قاعدة البيانات الرئيسية. ويؤدي هذا إلى تجنب الوضع الذي يدخل فيه أعضاء مختلفون بهيئة العاملين تغييرات على نسخ مختلفة من قاعدة البيانات ويتعين في وقت لاحق تسوية الفروق بينها.

٣ – ١٦ خلال الفترة الواقعة بين التعدادات، يجب أن تتبع وكالة رسم خرائط التعداد الاتجاهات في الصناعة فضلاً عن الأساليب الجديدة التي تتبناها وكالات أخرى لرسم الخرائط. ويجعل هذا الوكالة على اطلاع بالقرارات المتعلقة بالاستثمارات في مجال تحديث البرمجيات والمعدات. وبالنظر إلى سرعة تغيرات التكنولوجيا، فإن الاستثمارات الدورية في هذه المجالات قد تكون مطلوبة لضمان نوعية عالية من عمليات التعداد في الفترة الواقعة بين التعدادات.

٣ – ١٧ يتطلب إعداد البيانات الخرائطية الرقمية خبرة خاصة في مجال استخدام الحاسوب، والمفاهيم الجغرافية والبرامج الحاسوبية المتخصصة. ومن المكلف تدريب الأفراد على كل شيء باستثناء أبسط المفاهيم الأساسية لنظام المعلومات الجغرافية ومهامه. ولهذا فإنه من أجل أن ينجح برنامج طويل المدى لرسم خرائط التعداد، تعتبر استمرارية عمل الموظفين عاملاً بالغ الأهمية. ويجب على مكتب التعداد أن يحدد العاملين الرئيسيين الذين سيحفظون قاعدة البيانات في فترة ما بين التعدادات، وأن يقدم خدمات نظام المعلومات الجغرافية لتطبيقات إحصائية أخرى مثل الدراسات الاستقصائية العينة، وأن يعمل كذاكرة مؤسسية. وسوف يسهل هذا التشغيل الميسر لتطبيقات نظام المعلومات الجغرافية المتعلقة بالتعداد في العد التالي. فمثلاً، يستطيع العاملون الرئيسيون أن يدربوا موظفين مؤقتين يتم توظيفهم للقيام بعملية التحويل إلى أرقام أو يقومون بعمل ميداني. كما أن الاحتفاظ بالعاملين الرئيسيين يقلل أيضاً من التكاليف الأوّلية التي يتطلبها الأمر لتوظيف خبراء في نظام المعلومات الجغرافية يحتاجون آنذاك إلى بعض الوقت حتى يتم إدماجهم بصورة كاملة في عملية التعداد الخرائطية.

٣ – ١٨ مرة أخرى، نشدد على أهمية النظرة الطويلة المدى إلى الأنشطة الخرائطية المتعلقة بالتعداد. وتستأهل المنافع التي تتحقق من وراء اتباع استراتيجية طويلة المدى بدرجة كبيرة الموارد الإضافية اللازمة للحفاظ على قدرة خرائطية في مكتب التعداد بين التعدادات.

جيم – نشر منتجات التعداد الجغرافية

١ – تخطيط نشر البيانات

٣ – ١٩ يستلزم تعريف منتجات المخرجات الخرائطية وترتيب الجدول الزمني لإصدارها التنسيق الوثيق بينهما وبين الجدول الزمني لمشروع التعداد الشامل. فقد تتطلب جدولة بيانات التعداد معلومات خرائطية من وحدة جغرافية التعداد، والعكس صحيح فلا يمكن استكمال الخرائط المواضيعية وقواعد البيانات الجغرافية الرقمية إلاّ بمجرد استكمال معالجة بيانات التعداد.

٣ – ٢٠ يجب أن يستهدي اختيار منتجات المخرجات المناسبة بتقييم تفصيلي لمتطلبات العملاء، أي بحوث السوق، التي يجب أن تُؤدى في المراحل المبكرة من تخطيط التعداد. ويجب إعداد هذه الخطط لنشر المنتجات في وقت مبكر جداً ونشرها على نطاق واسع للتعرف على ردود فعل المستعملين.

٣ – ٢١ من المفيد إنشاء لجنة استشارية من ممثلين لأهم مستعملي بيانات التعداد يمكن أن تهدي العاملين في التعداد. ولا يجب قصر وظائف اللجنة الاستشارية على مرحلة تخطيط التعداد، بل يمكن أن تكون اللجنة آلية رسمية وغير رسمية دائمة لتبادل الأفكار بين مكتب التعداد ومستعملي البيانات. وتوفر الأمثلة على استخدام إحصاءات التعداد المتعلقة بالمناطق الصغيرة التي وردت في مقدمة هذا الدليل بعض الدلائل على النطاق الواسع لمستعملي البيانات الذي يجب أن يراعيه مكتب التعداد في تقييمه لاحتياجات المستعملين.

٣ – ٢٢ لا يمكن أن تكون الخبرة الماضية بما أثبت إقبال مستعملي بيانات التعداد عليه سوى دليل محدود يهدي تعريف منتجات المخرجات. فالطلب يتغير، جزئياً استجابة للقدرات التقنية المتغيرة بين

مستعملي البيانات. فنادراً ما أتيحت منتجات قواعد البيانات الخرائطية الرقمية بعد الجولة الأخيرة من التعدادات، في حين أنها ستكون من بين أهم المخرجات لجولة التعداد الحالية. وقد يكون الطلب على الخرائط المطبوعة أكبر في بلدان كثيرة من الطلب على المعلومات الرقمية، فإن قد يتغير هذا بدرجة كبيرة في المستقبل القريب. ولهذا، يلزم أن تكون وكالة رسم الخرائط مرنة في استجابتها لحاجات العملاء المتغيرة والطلبات الخاصة.

٣ – ٢٣ من المستصوب التطلع إلى الأمام لعدة سنوات عند تخطيط استراتيجية المخرجات. مثلاً، قد لا تكون الإنترنت بعد وسيلة رئيسية لتوزيع البيانات في الكثير من البلدان. ولكن من المحتمل أن يتغير هذا خلال سنوات قليلة مع تحسن البنية الأساسية للاتصالات عالمياً. وكذلك ستظهر مجتمعات مستعملين جدد مع ظهور منتجات بيانات جديدة. ولزيادة المنافع التي يجنيها المجتمع من جمع بيانات التعداد، يمكن أن يبحث مكتب التعداد بنشاط عن مجموعات جديدة محتملة من العملاء ويقدم منتجاته إليها.

٣ – ٢٤ يجب على مكتب التعداد أن يحاول أيضاً تقدير حجم الطلب المحتمل على منتجاته وخدماته، وهو ما يتيح بعض التقييم للقدرة المطلوبة لخدمة طلبات العملاء. ومرة أخرى، فإن هذا عمل صعب حيث إن الطلب قد يزيد مع تقديم منتجات جديدة ومع إطلاع المستعملين على منتجات التعداد وإدراكهم لما تنطوي عليه من إمكانيات بالنسبة لاحتياجاتهم الخاصة. لهذا يجب أن يكون مكتب التعداد مستعداً لخدمة طلب متزايد بمجرد أن تتاح المنتجات. ومن المستصوب التحديد الواضح والمبكر لاحتياجات المستعملين من بيانات التعداد التي يتعين تلبيتها، والاحتياجات التي ينبغي أن تُلبّى، والتي لن تُلبّى. وسيُسهّل تحديد مجموعة واضحة من الأولويات إعداد الجدول الزمني لتوزيع منتجات التعداد.

٣ – ٢٥ يمكن أن تساعد سياسة مفتوحة لنشر البيانات – هل هي بتكاليف منخفضة أو متاحة مجاناً – في تخفيف عبء العمل على مكتب التعداد. وفي البلدان التي تتاح فيها بيانات التعداد بلا مقابل، قد يستطيع مقدمو الخدمات من القطاع الخاص أن يلبوا الاحتياجات الخاصة لبعض مستعملي بيانات التعداد. ويتيح هذا لمكتب التعداد أن يركز على مستعملي البيانات المكلفين بخدمتهم.

٣ – ٢٦ هناك حاجة إلى بعض منتجات البيانات الجغرافية الخاصة بالتعداد للاستخدامات الداخلية والرسمية. وقد تشمل هذه المنتجات ملفات المعادلة ومكتبات الخرائط المرجعية، فضلاً عن المنتجات التي تخدم أغراضاً خاصة مثل خرائط الدوائر الانتخابية. وفي بعض البلدان، قد يتطلب القانون من مكتب التعداد منتجات خرائطية معيّنة. وقد يتعين إصدار هذه المنتجات بصورة منتظمة أو بناءً على الطلب الخاص مثل طلب الوزراء أو البرلمان.

٣ – ٢٧ تصمم منتجات أخرى أكثر عمومية لنشرها على نطاق أوسع إلى المستعملين من الحكومة أو من القطاع الخاص وإلى الجمهور العام. ويجب على مكتب التعداد أن يحاول استغلال أكبر قدر ممكن من قنوات التوزيع.

٣ – ٢٨ ستناقش الفروع التالية منتجات مخرجات التعداد وخيارات النشر بما في ذلك المنتجات المطلوبة، والخرائط المواضيعية التي يمكن توزيعها مطبوعة أو في صيغة رقمية، ونشر قواعد البيانات الخرائطية الرقمية، والأطالس الرقمية للتعداد ورسم خرائط الإنترنت. وبالنسبة للكثير من منتجات المخرجات هذه يتطلب الأمر خبرة كاملة بالتقنيات الخرائطية لاستحداث الخرائط المواضيعية. وفي الفصل الحالي تناقش فقط القضايا الأكثر عمومية والمتعلقة بالخرائط المواضيعية. ويقدم المرفق رابعاً عرضاً عاماً أكثر شمولاً لتصميم الخرائط المواضيعية.

٢ – المنتجات المطلوبة

(أ) ملفات المعادلة والمقارنة

٣ – ٢٩ جرت مناقشة حول هذه الملفات فيما سبق باعتبارها إحدى المسؤوليات الأولى لمكتب رسم خرائط التعداد بعد العد. وبالإضافة إلى استخدامها الفوري لجدولة بيانات التعداد، فإن ملفات المعادلة تمثل أيضاً منتجاً من منتجات المخرجات. وقد يتطلب مستعملو البيانات معلومات حول أي مناطق العد تخص منطقة مخرجات إحصائية أو إدارية، أو أي وحدات إحصائية للمناطق الصغيرة تشكل وحدة إبلاغ أكثر تجمعاً.

٣ – ٣٠ يجب إتاحة ملفات المعادلة مطبوعة وفي صيغة رقمية على السواء. وسوف يستفيد معظم المستعملين الذين يعملون ببيانات التعداد الرقمية – سواء المسندة جغرافياً أو المجدولة – من إتاحة هذه الملفات في صيغة يمكن قراءتها على الحاسوب. ويتيح هذا الاستخدام المباشر لهذه الملفات في عمليات قواعد البيانات.

(ب) مكتبة الخرائط المرجعية

٣ – ٣١ بالإضافة إلى ملفات المعادلة، يجب على مكتب التعداد أن ينتج خرائط مرجعية لكل وحدات الإبلاغ. وفي بعض البلدان، يتطلب القانون من مكتب رسم خرائط التعداد أن ينتج مثل هذه الخرائط لاستخدامها من جانب المرافق الحكومية والجمهور العام.

٣ – ٣٢ يمكن نشر الخرائط المرجعية في شكل رقمي كرسوم بيانية بسيطة، أو ملفات ''بوست سكريبت''، أو PDF. لهذا، يجب إتاحة مجموعات كاملة من الخرائط المرجعية المطبوعة عند الطلب.

٣ – ٣٣ يجب أن يصاحب الخرائط المرجعية وصف تفصيلي لتعاريف كل منطقة جغرافية للتعداد. ويعتبر دليل الخرائط المرجعية الجغرافية الصادر عن مكتب الولايات المتحدة للتعداد والمتاح على الإنترنت مثالاً جيداً على وثيقة الخرائط المرجعية الشاملة.

(ج) ملفات المعاجم الجغرافية والمستجمعات السكانية

٣ – ٣٤ على الرغم من أن وكالة رسم خرائط التعداد الوطنية تتحمل عادة مسؤولية إنتاج المعاجم الجغرافية – وهي قائمة بأسماء الأماكن وموقعها الجغرافي – فقد يوفر برنامج وطني لرسم الخرائط على نطاق كبير ويطبق لأغراض التعداد قاعدة معلومات محسنة أو مجددة لمعجم جغرافي وطني. وفي بعض البلدان، حيث لا يتاح مصدر آخر لمثل هذه البيانات، قد يكون المعجم الجغرافي أحد المنتجات المطلوبة من مشروع رسم خرائط التعداد. وإذا كان مشروع رسم خرائط التعداد قد استخدم على نطاق موسع من جمع بيانات أنظمة المعلومات الجغرافية، فإن استحداث معجم جغرافي يبيّن كل الأماكن الجغرافية يجب أن يكون مباشراً.

٣ – ٣٥ يجب تخزين المعجم الجغرافي وتوزيعه في شكل رقمي، وإتاحة الاستخدام المباشر للإحداثيات ومعلومات الأسماء في نظام المعلومات الجغرافية. ومن المفيد أيضاً استحداث نظام بسيط لاستفسار، يمكن أن يطلب المستعمل من خلاله إحداثيات مكان معيّن مثل قرية في إقليم محدد. ويمكن إتاحة مثل هذه البيانات عن طريق الشبكة العالمية، باستخدام قاعدة بيانات طرف أمامي عادية على الإنترنت.

٣ – الخرائط المواضيعية المعدة للنشر

(أ) قوة الخرائط

٣ – ٣٦ قبل مناقشة أنواع الخرائط المواضيعية التي يمكن إنتاجها لمنشورات التعداد، من المفيد أن نستعرض الأسباب التي تجعل الخرائط المواضيعية مفيدة لعرض نتائج التعداد:

- تنقل الخرائط مفهوماً أو فكرة.
- تستهدف الخرائط غالباً دعم المعلومات الواردة في النصوص. وهناك بعض أجسام يصعب توضيحها بالكلمات ويمكن للخريطة المعروضة أن تساعد في توضيح قضايا معقدة.
- ترضي الخرائط فضول المستعمل. فهي توفر مثبتات تجذب العين إلى صفحات التقرير. وتلفت هذه نظر القارئ وتشجع على قراءة النص المصاحب.
- تلخص الخرائط كميات كبيرة من المعلومات في حيز مختصر. ويصعب توفير قدرة مثيلة للخرائط في تمثيل كميات كبيرة من الأرقام، وليس هذه فحسب بل معلومات حول العلاقات المكانية بين المرصودان. مثلاً، تبيّن خريطة لكثافات السكان في الصين أو الولايات المتحدة أكثر من ٣٠٠٠ قيمة بيانات. ويمكن طباعة هذه الخريطة على صفحة بحجم صفحة الرسائل دون فقد رئيسي لوضوحها. ومن الصعب وضع ٣٠٠٠ رقم على صفحة بحجم ورق الرسائل وستظل هذه الصفحة تقدم معلومات أقل حول أماكن تجمع القيم المنخفضة والعالية في البلد مثلاً.
- يمكن استخدام الخرائط للوصف، والاستكشافات، والتأكيد، والجدولة بل والزينة. ويمكن أن تخدم الخرائط الكثير من الأغراض. وخرائط العرض في تقارير التعداد عادة تكون وصفية في طبيعتها. فهي ببساطة تعرض نتائج التعداد ببعض التعليق أو بدونه. وعلى النقيض من ذلك فإن عالم الديمغرافيا أو الجغرافيا قد يستخدم الخرائط لاستكشاف العلاقات بين مختلف المتغيرات، مثل العمر المتوقع ومعدلات الإلمام بالقراءة والكتابة. وفي تقرير نهائي، يمكن استخدام خرائط لهذه العناصر بالإضافة إلى النص والرسوم البيانية لدعم النتائج التي توصّل إليها المحلل. لهذا أصبحت الخريطة أداة لتأكيد النتائج التي يمكن أو لا يمكن الحصول عليها بالنظر إلى الخريطة وحدها. وقد تستخدم الخرائط أيضاً ببساطة لأغراض الجرد، مثل إظهار كل المدارس أو العيادات الصحية في البلد. وبطبيعة الحال، يؤدي الجرد بسرعة إلى التحليل، بالإشارة مثلاً إلى المناطق التي لا تقدم لها المرافق العامة الخدمة الكافية. وأخيراً، تتمتع الخرائط بشعبية لأنها غالباً ما تكون جميلة. انظر إلى العدد الكبير من الخرائط المعلقة على جدران المكاتب. ولكن القليلين هم الذين يعلقون الرسوم البيانية الإحصائية أو جداول الأرقام.
- تشجع الخرائط على المقارنة. وسواء أكانت وصفية أو توضيحية، فإن الغرض الرئيسي للخرائط المواضيعية هو مقارنة أجسام عبر مكان جغرافي. ويمكن إجراء أنواع كثيرة من المقارنات:
  - بين المناطق المختلفة على نفس الخريطة: أين توجد أعلى كثافات السكان؟
  - بين مختلف الخرائط: هل وفيات الأطفال أعلى في مقاطعات الإقليم أ من الإقليم ب؟
  - بين المتغيرات المختلفة بالنسبة لنفس المنطقة: أين وما هو مقدار الاختلاف في المقاطعات بين معدلات الإلمام بالقراءة والكتابة للذكور والإناث؟
  - بين الخرائط المتعلقة بفترات زمنية مختلفة: هل انخفضت معدلات الخصوبة منذ التعداد السابق؟

(ب) رسم الخرائط المواضيعية لبيانات التعداد

٣ – ٣٧ تشجع أنظمة المعلومات الجغرافية على مشاهدة الخرائط بصورة مختلفة كثيراً عن الأعمال الخرائطية التقليدية. ففي الحاسوب، يمكن توليد الخرائط بسرعة على شاشة الحاسوب. ويدعم هذا نمطاً من العمل يمكن جعله قريباً من الكمال لتثبيت صحة البيانات، واستكشاف طوابع البيانات ولتحليلها. وتسمى الخرائط التي تنتج على الحاسوب أحياناً ''خرائط الواقع التقريبي'' للتمييز بينها وبين الخرائط المطبوعة أو المسودات المرسومة. وفي عملية التعداد، لن

تستدعي الحاجة إلاّ إلى اهتمام قليل نسبياً بتصميم الخرائط التقليدي في المراحل الأولى من مشروع رسم خرائط التعداد الرقمية. ويكون التركيز – كما ذُكر في الفصل الثاني – على استحداث قاعدة البيانات والتحقق من صحتها. وحتى إنتاج خرائط مناطق العد، التي تبيّن المعالم الرئيسية لمنطقة عمل العدّادين، تستخدم عادة تصميماً خرائطياً بسيطاً نسبياً.

٣ – ٣٨ غير أنه بمجرد جمع بيانات التعداد، يريد مكتب التعداد عادة إنتاج خرائط من نوعية تصلح معها للنشر لتبيّن نتائج التعداد وتصاحب تقارير التعداد المنشورة. وتقدم هذه الخرائط إلى جمهور أوسع غير متخصص. ولهذا يجب أن تصمم هذه الخرائط بدقة أكبر بكثير، وسواء طبع المنتج النهائي في شكل كتاب، أو نشر في قرص مدمج – بذاكرة للقراءة فقط أو ظهر في موقع على الإنترنت.

٣ – ٣٩ يبيّن الجدول ثالثاً – ١ قائمة بالخرائط المواضيعية المحتملة التي يمكن تضمينها في أطلس التعداد أو في موقع على الإنترنت لمكتب التعداد (انظر الأمم المتحدة، ١٩٩٨). وقد يستدعي الأمر النظر في الكثير من الأنواع الأخرى للخرائط لنشرها حول موضوعات خاصة أو لتسليط الضوء على نتائج جوانب بالتعداد مثيرة للاهتمام في مناطق من البلد. وكما يمكن تصنيف جداول بيانات التعداد حسب الجنس، أو فئة العمر، أو المناطق الحضرية والريفية، فإنه يمكن أيضاً تقسيم الخرائط إلى عناصر للسكان. كما تعتبر الخرائط التي تقدم مقارنات عبر الزمن، إذا أتيحت المؤشرات التي يمكن مقارنتها، مثقفة أيضاً.

الجدول ثالثاً – ١ قائمة بالخرائط المواضيعية لأطلس التعداد

ديناميةالسكان وتوزيعهم
- نسبة تغير السكان
- معدل النمو السنوي في المتوسط
- كثافة السكان (عدد الأشخاص لكل كيلومتر مربع)
- توزيع وحجم المدن والبلدات الرئيسية
- الهجرة إلى الداخل، والهجرة إلى الخارج، والمعدلات الصافية للهجرة
- المواليد في البلد والمواليد في بلدان أجنبية
- المواليد في أقسام أخرى من البلد

الخصائص الديمغرافية
- نسبة الجنس (الذكور لكل مائة من الإناث) حسب فئة العمر
- نسبة السكان في فئة العمر صفر – ١٤
- نسبة السكان في فئة العمر ١٥ – ٦٤
- نسبة السكان في فئة العمر ٦٥ فأكثر
- نسبة الإناث بين السكان في سن الحمل ١٥ – ٤٩
- معدل الإعالة الإجمالي (نسبة السكان في فئة العمر صفر – ١٤، و٦٥ فأكثر إلى السكان في فئة العمر ١٥ – ٦٤)
- الحالة الزواجية
- معدل المواليد
- المعدل الإجمالي للخصوبة
- معدل الوفيات
- معدل وفيات الأطفال
- العمر المتوقع عند الولادة

الخصائص الاجتماعية والاقتصادية
- المستوى التعليمي للسكان في فئة العمر ١٠ فأكثر
- معدلات الإلمام بالقراءة والكتابة
- السكان الأميون من سن ١٠ فأكثر
- معدل البطالة
- السكان العاطلون عن العمل (العدد الإجمالي)
- معدل العمالة بين السكان
- الهيكل الحرفي حسب القطاع الاقتصادي

الأسرة المعيشية والمساكن
- متوسط عدد الأشخاص في الأسرة المعيشية
- متوسط عدد غرف المسكن لكل أسرة معيشية
- حالة الحيازة (امتلاك السكن، استئجاره، الخ.)
- نوع مواد البناء
- الوصول إلى المياه الآمنة
- الوصول إلى الكهرباء
- الوصول إلى وسائل وقاية الصحة العامة

المصدر: مبادئ وتوصيات لتعدادات السكان والمساكن، التنقيح ١، (منشورات الأمم المتحدة، رقم المبيع: E.98.XVII.8).

٣ – ٤٠ تنتج خرائط التعداد ذات النوعية الصالحة للنشر فقط عادة لوحدات الإبلاغ الإحصائي المجمع. ويمكن لوكالة التعداد أن تنتج خرائط عرض عام وطنية تبيّن توزيع المؤشرات حسب الإقليم أو المقاطعة، فضلاً عن المزيد من الخرائط التفصيلية لكل إقليم. وبالنسبة للمناطق الحضرية الرئيسية، يمكن إنتاج خرائط تفصيلية جداً باستخدام دفتر التعداد أو بيانات على مستوى مناطق العد.

٣ – ٤١ يوفر نظام المعلومات الجغرافية وبرامج رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب نطاقاً واسعاً من الوظائف الخرائطية وقد تحول

الكثيرون من صنّاع الخرائط إلى تقنيات إنتاج الخرائط الرقمية بصورة كاملة. ومع ذلك، فإن تحقيق مخرج خرائطي عالي النوعية يتطلب خبرة كبيرة ومعرفة بالتقنيات. ولا تعوض الأدوات التي توفرها أنظمة رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب عن التدريب على رسم الخرائط. وفي الواقع، أدت إتاحة برامج سهلة الاستخدام لرسم الخرائط إلى انتشار الخرائط التي تنتهك الكثير من مبادئ التصميم الخرائطي المعيارية. وفي البداية، يمكن أن ينسب هذا إلى عدم توفر الوظائف الخرائطية السليمة في البرامج المبكرة لنظام المعلومات الجغرافية. واليوم تعكس هذه الأنظمة استخدام مثل هذه البرامج من جانب مستعملين لم يحصلوا على أي تدريب على تقنيات رسم الخرائط.

٣ – ٤٢ في معظم وكالات التعداد، سيتحمل رسامو الخرائط المحترفون مسؤولية إنتاج الخرائط للنشر والتوزيع. ولا يجد هؤلاء العاملون صعوبة كبيرة في إنتاج خرائط عالية النوعية على الحاسوب بعد الحصول على بعض التدريب على تقنيات رسم الخرائط الرقمية.

٣ – ٤٣ نتيجة للانتشار الواسع النطاق لنظام المعلومات الجغرافية وبرامجيات رسم الخرائط، يتم إنتاج الخرائط المواضيعية، بصورة متزايدة، من قبل إخصائيين مواضيعيين بتدريب قليل أو بلا تدريب على مبادئ تصميم الخرائط. ولهذا يتضمن المرفق خامساً موجزاً لتقنيات الخرائط المواضيعية. ولا بد أن تكون المعلومات الواردة في المرفق خامساً مصدراً لإثارة اهتمام العاملين الرئيسيين في رسم الخرائط فضلاً عن الذين يوجدون داخل وخارج وكالة التعداد الذين قد ينتجون خرائط من قواعد البيانات المكانية الرقمية من وقت إلى آخر فقط. والمراجع الإضافية الممتازة حول رسم الخرائط ورسم الخرائط المواضيعية هي Robinson and others (1995)، وKaraak and Ormeling (1997)، وDent (1999)؛ وقدم MacEachren (1994) كتاباً تمهيدياً مفيداً عن رسم الخرائط المواضيعية، يستهدف بصفة خاصة مستعملي نظام المعلومات الجغرافية الذين لم يحصلوا سوى على تدريب منظم قليل على رسم الخرائط.

(ج) إنتاج الخرائط المواضيعية وقضايا النشر

(١) أنواع المخرجات

٣ – ٤٤ بعد استكمال التعداد، يقوم المكتب الإحصائي بتقديم مخرجات خرائطية ذات نوعية تصلح معها للنشر لتحقيق أغراض متنوعة. وهذه بعض الأمثلة:

- خرائط مرجعية معيارية تحددها كل وحدة نشر إحصائية خلال جدولة بيانات التعداد (انظر القسم جيم – ٢ (ب)).
- خرائط كرسوم توضيحية تتضمنها التقارير المطبوعة عن نتائج التعداد. وهنا لا تمثل الخرائط المضمون الرئيسي في المنشور. بل تكمل النص. وغالباً ما تطبع هذه الخرائط بالأبيض والأسود، وهو أرخص وأسهل في إنتاجه بالمقارنة بالطباعة بالألوان الكاملة. ومن أجل التوزيع الواسع النطاق، يكون عدد النسخ المطبوعة كبير نسبياً. ولهذا يجب أن تتم الطباعة في مطبعة وكالة التعداد أو يعهد بها إلى مقاول خارجي.
- أطالس مطبوعة للتعداد تتراوح بين منشورات قصيرة في حجم الكراسات والنسخ المطبوعة الشاملة التي تضم عشرات الخرائط.
- أطالس رقمية للتعداد تمثل بديلاً تفوق فعاليته التكاليف للنسخ المطبوعة في البلدان التي تتاح فيها الحواسيب على نطاق واسع. وقد تبنى أطالس التعداد إما على خرائط ثابتة معدة مسبقاً أو على وصلة بيانية بسيطة لرسم الخرائط المواضيعية يمكن فيه أن يختار المستعمل المتغيرات بالنسبة للخريطة، وخطة التصنيف، والرموز والألوان الخرائطية وتصميم أساسي.
- يمكن أيضاً نشر الخرائط على الإنترنت. والخيار هنا مرة أخرى سيكون بين الخرائط الثابتة التي لا تختلف عن أية تصويراً أو صور فوتوغرافية أخرى تنشر على الإنترنت والوصلات البيانية لرسم الخرائط الدينامية التي تمكّن المستعمل من السيطرة على عملية تصميم الخرائط المواضيعية.
- خرائط تحقق أغراضاً خاصة في صيغ متنوعة تنتج لمستعملي بيانات التعداد داخل الوكالة أو خارجها بناءً على طلب خاص. وتطبع مثل هذه المنتجات بأعداد صغيرة على أجهزة مخرجات داخلية مثل طابعات الليزر أو المطبعات النافثة للحبر.
- مواد للعرض مثل عروض الشرائح أو الملصقات ذات الصيغ الكبيرة حول موضوعات التعداد التي استفادت من إدخال الخرائط.

(٢) الأدوات الخرائطية/البرمجيات

٣ – ٤٥ لم يوفر الجيل الأول من برامج أنظمة المعلومات الجغرافية أدوات خرائطية ملائمة. وكانت المخرجات الخرائطية تنتج باستخدام خط أوامر الوصلات البيانية أو لغات ماكرو. وكان يتحتم على المستعمل لوضع نص على الخريطة أن يحدد الإحداثي على صفحة الخريطة لموقع النص، وحجم النص والتوضيب كأوامر منفصلة. ولكن الجيل الجديد من برامج رسم الخرائط تتضمن وظائف محسنة كثيراً لتصميم رسم الخرائط. فيتاح للمستعمل أن يصل إلى عدة أبناط ونماذج للخطوط والحشو، فضلاً عن فن القص واللصق الذي يمكن إدماجه في تصميم الخريطة. وتأتي الأنظمة أيضاً بمجموعات من الرموز الخرائطية الخاصة التي توفر رموز النقاط والخطوط الشائعة الاستخدام على الخرائط الطبوغرافية والمواضيعية. وهناك تشابه كبير بصفة عامة بين الوصلة البيانية لبرامج رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب التي يستخدمها المستعمل وبين برمجيات الرسوم البيانية

المعيارية التي يمكن فيها أن يختار المستعمل توضيبات من قائمة اختيار تفاعلية، ويمكن تحريك العناصر الخرائطية وإعادة تحديد حجمها باستخدام فأر الحاسوب. وتبيّن الخريطة المعروضة على الشاشة بصورة عملية جداً كيف تبدو الخريطة على الصفحة المطبوعة.

٣ – ٤٦ وتفي وظائف تصميم رسم الخرائط المتوفرة في البرامج الحديثة لرسم الخرائط بمساعدة الحاسوب ونظام المعلومات الجغرافية معظم متطلبات المستعملين (مثل Waldorf, 1995). غير أنه بالنسبة لبعض التطبيقات، يفضل رسامو الخرائط المحترفون تصدير الخريطة القاعدية من نظام المعلومات الجغرافية واستيرادها لإدخالها في برنامج لتصميم الرسوم البيانية أو للنشر بمساعدة الحاسوب أو للرسوم البيانية. وتوفر هذه البرامج وظائف متقدمة تتعلق بالرسوم البيانية مثل الرسوم المجسمة بالأبعاد الثلاثة أو الحشو المدرج أو الرسم الشفاف، وهو ما يوفر للمستعمل مرونة أكبر في التصميم. وللنسخ من نظام المعلومات الجغرافية إلى برنامج رسوم بيانية يتاح خياران. الأول هو استخدام خيارات القص واللصق المعيارية في نظام ويندوز. والثاني هو الوصول من خلال ملف وسيط إلى صيغة معيارية يمكن لبرنامج رسوم بيانية أن يستوردها (انظر القسم الخاص بخيارات المخرجات أدناه).

(د) خيارات المخرجات

(١) الملفات الرقمية

٣ – ٤٧ تتيح كل مجموعات نظام المعلومات الجغرافية وبرامج الرسوم البيانية للمستعمل أن يصدر تصميم الخريطة إلى عدد من صيغ ملفات الرسوم البيانية. ويفيد هذا الخيار لعدة أسباب. فهو يتيح تبادل الملفات بين البرامج. مثلاً، يمكن تصدير خريطة قاعدية من نظام المعلومات الجغرافية ورسوم بيانية من برنامج إحصائي إلى برنامج للرسوم البيانية حيث يتم التصميم على صفحتها الأخيرة. ويمكن استيراد المنتج النهائي إلى برنامج لمعالجة النص لإدماجه في تقرير أو منشور. ومعظم الرسوم البيانية في الدليل الحالي أنتجت بهذه الطريقة. ويمكن دمج ملفات الرسوم البيانية في مواقع الشبكة الحاسوبية كصور خرائطية ثابتة كما يمكن تبادلها كمرفقات ملفات عبر البريد الإلكتروني.

٣ – ٤٨ يمكن تقسيم صيغ ملفات الرسوم البيانية – المشابهة لهياكل بيانات نظام المعلومات الجغرافية – إلى صيغ تدعم الرسوم البيانية للمتجهات وصيغ خطوط المسح أو ملفات الصور. وتمثل صور خطوط المسح رسوماً بيانية كاختلافات في اللون أو درجة غمقان النقط الدقيقة أو النقط الضوئية المرتبة كشبكة عادية. وتستخدم درجات اللون أو الرمادية المستمرة للصور من النوع الفوتوغرافي. ويلزم عدد أقل من الألوان لإظهار أجسام أكثر تميزاً توجد عادة على الخرائط المواضيعية.

٣ – ٤٩ تمثل صيغ الرسوم البيانية بالمتجهات أجساماً من الرسوم البيانية كنقاط وخطوط ومناطق باستخدام نظام إحداثي داخلي يمكن أن يكون جهازاً مستقلاً أو يكون مرتبطاً بحجم صفحة المخرج. ويمكن لبعض صيغ الملفات أن تعالج أجساماً تتصل بصور خطوط المسح والمتجهات على السواء. وتفيد مثل هذه الصيغ في خرائط نظام المعلومات الجغرافية التي تجمع، مثلاً، بين صور الأقمار الاصطناعية وطبقات بيانات الخطوط والمضلعات. وبغض النظر عن الصيغة التي تستخدم سواء أكانت صيغة خطوط المسح أو صيغة المتجهات في الرسوم البيانية، فإنه يلزم تحويل مضمون الرسوم البيانية إلى خطوط المسح قبل إمكان عرض المعلومات على الشاشة أو الطابعة وهما على السواء جهازان لعرض خطوط المسح أساساً. ويتم هذا آلياً عن طريق نظام تشغيل الحاسوب ومشغلات الطابعة.

٣ – ٥٠ أدناه وصف موجز لأكثر صيغ الملفات الشائعة استعمالاً. وليست هذه القائمة بأي حال كاملة حيث توجد عشرات من الصيغ المختلفة (انظر Murray and Ryper, 1994) للاطلاع على عرض عام شامل).

(٢) صيغة صور خطوط المسح

٣ – ٥١ يمكن تكوين صور خطوط المسح عن طريق نظام المعلومات الجغرافية أو برامج الرسوم البيانية مباشرة. وفي بعض الحالات، هناك خياران آخران مفيدان في إنتاج هذه الصور. أحدهما هو استخدام أمر نسخ ما يظهر على الشاشة في برنامج رسوم بيانية تستند إلى خطوط المسح. وهذه ''الأوامر الملتقطة لما يظهر على الشاشة'' أفضل بالنسبة للحفاظ على ألوان العرض الأصلية من وظائف التصدير في نظام المعلومات الجغرافية أو برامج الرسوم البيانية. والخيار الثاني هو استخدام برنامج أو معدات متخصصة لتحويل الأجسام الممثلة بالرسوم البيانية إلى صور خطوط المسح. وبإمكان هذه الأجهزة المعالجة لصور خطوط المسح (RIP) أن تنتج، مثلاً، صوراً شديدة الوضوح جداً تحفظ كل تفاصيل صيغة المتجهات. غير أن ملفات المخرجات الناتجة يمكن أن تصبح كبيرة جداً.

٣ – ٥٢ يتوقف حجم الملف على عاملين: عدد الألوان المتاحة في الصورة ودرجة ضغط الصورة. فصيغة الصورة التي تدعم لونين فقط (الأبيض والأسود) – على سبيل المثال – تتطلب فقط بتة واحدة لتمثل كل نقطة ضوئية. ويمكن أن تخزن ثمانية بتات (بايتة واحدة) لكل نقطة ضوئية ما يصل إلى ٢٥٦ لون، ويمكن للعروض أو صيغ الصور الرفيعة التي تستخدم ٢٤ أو ٣٢ بتة لكل نقطة ضوئية أكثر من ١٦ مليون لون. وبالنسبة للخرائط المواضيعية، فإن عدداً قليلاً نسبياً من الألوان المتميزة يكون كافياً عادة. وبالنسبة للصور الفوتوغرافية أو صور الرسوم البيانية الواقعية تحقق صيغ الصور التي تشمل ٢٤ بتة فائدة أكبر.

٣ – ٥٣ يستخدم معظم صيغ الصور شكلاً من أشكال الضغط الذي يخفض حجم الملف. وأبسط خطة ضغط هي الترميز الواحد للقيم وتكرارها، وهو تقنية تستخدم أيضاً في بعض أنظمة المعلومات الجغرافية القائمة على خطوط المسح. فإذا كانت هناك نقط ضوئية كثيرة بنفس اللون في أي صف من الصور، يخزن النظام عدد التكرارات ولون نقطة الضوء مرة واحدة فقط. فتمثل خمس نقط ضوئية باللون رقم ٤، مثلاً، برقمين ٥، ٤ بدلاً من ٤، ٤، ٤، ٤، ٤، ٤، ويمثل رقم اللون في الواقع فهرست لجدول ألوان تحتويه مقدمة ملف صغير ويحتوي على مواصفات اللون في نموذج ألوان شائع مثل الأحمر/الأخضر/الأزرق RGB.

٣ – ٥٤ فيما يلي بعض صيغ ملفات خطوط المسح المعيارية:

- **BMP**. صيغة خريطة البتات المستقلة الجهاز (DIB) المشغلة بنظام ويندوز مايكروسوفت Microsoft Windows. تتيح ويندوز عرض صورة خريطة البتات على أي نوع من أنواع أجهزة العرض تقريباً. وهذه الصيغة واحدة من أكثر صيغ ملفات خطوط المسح أساسية. وفيها يدعم الترميز الواحد للقيم وتكرارها، ولكن أحجام الملفات أكبر عادة من صيغ الصور الأخرى.
- **TIFF**. صيغة ملفات تصاوير بأعلومة هي من أكثر صيغ التصاوير القائمة على خطوط المسح قبولاً على نطاق واسع. وتدعم عدداً مختلفاً من الألوان وعدداً من خطط الضغط. وتستطيع معظم البرامج الحاسوبية التي تدعم الرسوم البيانية استيراد تصاوير TIFF، على الرغم من حدوث بعض المشكلات أحياناً في استيراد التصاوير التي تستحدث على قواعد أداء معدات مختلفة. ولصيغة ملفات التصاوير بأعلومة أهمية خاصة بالنسبة للتطبيقات الجغرافية، حيث إنها تستخدم غالباً كصيغة لعرض صور السواتل، أو الصور الملتقطة من الجو، أو الخرائط المستنسخة بالماسحات الضوئية أو بيانات خطوط المسح الأخرى في نظام معلومات جغرافية أو برنامج لرسم الخرائط بمساعدة الحاسوب. وقد أدت الحاجة إلى صيغة ملف عادي بقواعد أداء معدات مستقلة للتصوير الجغرافي المكاني إلى استحداث معيار جغرافي لصيغة ملفات التصاوير بأعلومة. ويوفر هذا المعيار المواصفات الخاصة بالمعلومات التي تتضمنها مقدمة تصاوير صيغة TIFF التي تصف كل المعلومات الجغرافية المصاحبة للصورة، مثل الإسقاط، وإحداثيات العالم الحقيقي، ومدى الخريطة وهلم جراً، مع الانصياع في وقت ذاته لمواصفات صيغة TIFF المعيارية. ويدعم معظم بائعو نظام المعلومات الجغرافية الرئيسيون، والوكالات الحكومية والمعاهد الأكاديمية GeoTIFF. وتوجد هذه المواصفات في (Ritter, 1996).
- **GIF**. صمم ملف تبادل الرسوم البيانية لتبادل الرسوم البيانية لتصاوير خطوط المسح عبر منصات المعدات. ويدعم خطة ضغط لتخفيض أحجام الملفات بدرجة كبيرة ومن ثم تعتبر الصيغة الأمثل للتبادل بين شبكات الحاسوب. وفي الواقع، استحدثت شركة كومبيوسيرف CompuServe هذه الصيغة لاستخدامها في خدمات لوحات إعلانها المبكرة. ويعتبر GIF، الذي يدعم ما يصل إلى ما يقرب من ٢٥٦ لوناً، أحد صيغتين لتصاوير خطوط المسح التي تقبلها وحدات تصفح الشبكة العالمية. فمعظم تصاوير خطوط المسح غير الفوتوغرافية على صفحات الشبكة العالمية في صيغة ملف تبادل الرسوم البيانية GIF.
- **JPEG**. وهي صيغة استحثتها المجموعة المشتركة لخبراء التصوير الفوتوغرافي، وقد استحثت كخطة ضغط للتصاوير التي تشمل عدداً كبيراً جداً من الألوان أو الظلال الغامقة كالصور الفوتوغرافية أو التصاوير البيانية الواقعية الصور الفوتوغرافية. وتقبل وحدات تصفح الشبكة العالمية أيضاً صيغة JPEJ وتستخدم لعرض الصور الفوتوغرافية على صفحات الشبكة. ولهذه الصيغة خيار متغير للضغط، غير قابل للعكس بصورة كاملة. وهذا يعني أن الصورة الفوتوغرافية التي تصدر بدرجة عالية من الضغط لا يمكن تجديدها لتبيّن كل التفاصيل الواردة في الصورة الفوتوغرافية الأصلية.

(٣) صيغ ملفات المتجهات

٣ – ٥٥ ترتبط صيغ ملفات المتجهات ارتباطاً وثيقاً ببيانات نظام المعلومات الجغرافية القائمة على المتجهات. ويمكنها أن تعرض بيانات النقاط أو الخطوط أو المضلعات بصورة أكثر انضغاطاً وتحفظ الوضوح الكامل لطبقات بيانات نظام المعلومات الجغرافية الأصلية. وهذه هي بعض صيغ الرسوم البيانية المعيارية القائمة على المتجهات:

- **WMF**. صيغة الملف الواصف للملف بنظام النوافذ. وهي صيغة ملفات رسوم بيانية تستخدم في ويندوز. وغالباً ما تستخدم لبيانات المتجهات، ولكنها يمكن أن تخزن أيضاً تصاوير خريطة البتات. وتعتبر ملفات WMF المعززة (EMF) صيغة مختلفة أكثر شمولاً لصيغة WMF، وقد استحدثت لويندوز من ٣٢ بتة (Windows 95 وNT). وصيغة WMF واحدة من بين أكثر الصيغ استقراراً لتصدير واستيراد ملفات الرسوم البيانية بين تطبيقات ويندوز. وهي أيضاً واحدة من الصيغ التي تستخدمها ويندوز عند نسخ جسم رسم بياني على لوح القص واللصق ولصقه بعد ذلك في تطبيق آخر.
- **CGM**. تمثل صيغة الملفات الواصفة لبيانات الرسوم البيانية الحاسوبية معياراً دولياً لتخزين بيانات الرسوم البيانية من بعدين.

وقد استحدثت في البداية كمعيار خالص للمتجهات، ولكن النسخ التي استحدثت في وقت لاحق تدعم أيضاً تصاوير خطوط المسح. وهناك ثلاثة أنواع من صيغة CGM. أحدها هو جهاز ترميز الأحرف ويخفض حجم الملف ويزيد من سرعة الإرسال، والثاني هو رمز ثنائي لتوفير سرعة الوصول إلى الملفات، والثالث هو نمط للنص الواضح للتنقيح المستند إلى الملف.

- **HPGL**. تعتبر لغة الرسوم البيانية لشركة Hewlett - Packard صيغة ملفات استخدمت في البداية لرسامي للراسمات البيانية التي تستخدم الحبر. وقَبل مقدّم طابعات النفث بالحبر والإلكترونية للصيغ الكبيرة، كانت الراسمات البيانية المستخدمة للحبر أكثر الأجهزة المخرجة المستخدمة على نطاق واسع لمشروعات نظام المعلومات الجغرافية التي احتاجت إلى طبع خرائط كبيرة.
- **DXF**. استحدثت شركة Autodesk صيغة تبادل الرسوم، وهو برنامج متخصص في التصميم بمساعدة الحاسوب (CAD) وبرنامج نظام المعلومات الجغرافية. وكانت قد استحدثت بصورة أوّلية لتبادل ملفات أوتودسك المحلية بين المنصات. وقد أصبحت صيغة تبادل معيارية تقبلها معظم برامج نظام المعلومات الجغرافية والكثير من برامج الرسوم البيانية.
- **PS وEPS**. الملف الملحق ''بوست سكريبت'' أساساً لغة برمجة لوصف بيانات المتجهات في ملف نصوص محضة. وهو أكثر تصميمات الصفحات استخداماً على نطاق واسع. وقد استحدثته شركة Adobe، وهي شركة برامج حاسوبية للرسوم البيانية. وبعد تعظيم فعاليتها لأداء الرسوم البيانية القائمة على المتجهات والمستقلة القياس، تستطيع ملفات بوست سكريبت أيضاً أن تشمل تصاوير مسوح الضغط. والاستخدام الرئيسي لبوست سكريبت كصيغة مخرجات هو إرسال الوثائق والرسوم البيانية إلى طابعات بوست سكريبت. وتقبل برامج كثيرة للرسوم البيانية استيراد بوست سكريبت ولكن بالنظر إلى أن رموز بوست سكريبت لم توحد بصورة كاملة، فليس من الممكن غالباً استيراد ملفات بوست سكريبت لإجراء تنقيح إضافي إذا كانت مستحدثة في برنامج حاسوبي مختلف. وهذا صحيح بصفة خاصة عندما ينتقل ملف بوست سكريبت عبر منصات المعدات. بل لا يمكن أحياناً استيراد ملف بوست سكريبت استحدث في نفس البرنامج الحاسوبي.

وفيما يتعذر غالباً تعديل ملف بوست سكريبت المستورد، إلاّ أن معظم البرامج الحاسوبية قادرة على إدخال ملف بوست سكريبت في وثيقة. وبدلاً من مضمون الملف، يبيّن فقط مربع موصوف على الشاشة. وبمجرد إرساله إلى طابعة بوست سكريبت، يطبع المضمون الفعلي لملف بوست سكريبت. ونظراً لأن ملفات بوست سكريبت مستقلة القياس، فإنه يمكن إعادة تحديد حجم رسوم بوست سكريبت البيانية المستوردة لملء المساحة المرغوبة.

- **PDF**. صيغة الوثائق المحمولة. وقد استحدثتها أيضاً شركة Adobe وكان استخدامها في البداية لتوزيع الوثائق المعقدة – التي تحتوي على النصوص والرسوم البيانية – على الإنترنت. ويمكن أن استحداث ملفات PDF من أي برنامج لمعالجة النصوص أو للرسوم البيانية يستخدم مشغل طابعة Acrobat لشركة Adobe. ويمكن ترحيل وحدة القراءة في PDF بلا مقابل من موقع Adobe الحاسوبي. ويتنبأ بعض الخبراء بأن صيغة PDF ستحل محل ملفات بوست سكريبت كمعيار رئيسي لطباعة الرسوم البيانية عالية المستوى. ولغة PDF أسهل من بوست سكريبت، وهو ما يجعل عملية تحويل ملفات PDF إلى خطوط المسح أسهل. وتحويل ملف رسوم بيانية إلى خطوط المسح ضروري للعرض على شاشة حاسوب وللطباعة التي تتميز بدرجة عالية من الوضوح.

(٤) الطابعة الشخصية

٣ – ٥٦ لطباعة الأشياء الصغيرة أو الرسوم التخطيطية المتعلقة بالرقابة على النوعية يجب أن يتوفر في مكتب التعداد عدد من الطابعات. وتصف الفقرات التالية في إيجاز أكثر أنواع الطابعات شعبية (انظر أيضاً Cost, 1997):

- تنتج الطابعات **النافثة للحبر** مخرجات بنبخ قطرات ألوان مشحونة كهربائياً عبر فوهة على الصفحة. وتستخدم طابعات نفث الحبر السائل حبراً سائلاً يجف عن طريق التبخر. ويرسل الحبر من خلال فوهة باستخدام الضغط الهيدرولي فيما يسمى بتقنية نفث الحبر النبضية. وعلى النقيض من ذلك، فإن نفث الحبر الحراري يستخدم الحرارة لخلق فقاعة من الحبر في فوهة الحبر. وتدفع الفقاعة خلال الفوهة على الورق عندما تكبر إلى حد كاف. وتستخدم طابعات نفث الحبر الجامد حبراً يحتاج إلى صهره من حالته الجامدة قبل إمكان بخه على الورق حيث يتجمد بسرعة. وتنتج طابعات نفث الحبر الجامد نقاطاً أدق على الصفحة بالمقارنة بتكنولوجيا نفث الحبر السائل. وتستخدم طابعات نفث الحبر الورق العادي، ولكن من أجل تحقيق أعلى نوعية ممكنة من المخرجات، من الموصى به عادة استخدام ورق مصقول خصيصاً. ونظراً لتكلفتها المعقولة وسهولة تشغيلها، فإن طابعات نفث الحبر، المتاحة لنطاق من أحجام ورق المخرجات، هي أكثر أجهزة المخرجات الملونة استخداماً في الوقت الحاضر.
- تتطلب الطابعات **الحرارية** ورقاً خاصاً وأشرطة مغطاة بالحبر، تتحرك عبر رأس حرارية. ويذيب الحبر على الورق حيث

يستخدم الرأس الحراري الحرارة. وتغطى الأشرطة بثلاثة ألوان هي الأزرق الداكن والأحمر المزرق والأصفر (CYN) أو أربعة ألوان هي الأزرق الداكن والأحمر المزرق والأصفر والأسود (CYNK) ولهذا يتطلب الأمر أن يمر الرأس الحراري على الورق ثلاث أو أربع مرات. وفي طابعات الشمع الحراري، تسبب الحرارة طبقة من الشمع الملون التي تثبت بالورق. وفي عمليات الصباغة الحرارية، تنشر الصبغة على السطح الذي يمكن طبعه. وتحقق طابعات نشر الصبغة عادة أعلى درجة وضوح وأكثر اختلاف في الألوان من طابعات الشمع الحراري.

- تستخدم طابعات **الليزر** شعاع ليزر ونظاماً للأجهزة البصرية لإفراز سطح ذي موصلية ضوئية بصورة انتقائية. وبعد ذلك يدفع مسحوق الحبر إلى الاتصال بهذا السطح حيث ينجذب إلى المناطق التي تحفظ الشحنة. وينقل مسحوق الحبر إلى الصفحة ويثبت. وتستخدم عملية شبيهة بالنسخ الكهروستاتيكي بعد ذلك لنسخ الصورة من الأسطوانة إلى الورق. ويمكن لطابعات الليزر الأحادية اللون أن تحقق نوعية مخرجات تقرب من أنظمة الطباعة المتقنة حرفياً. وقد وصلت طابعات الليزر بالألوان حديثاً فقط نطاق سعر يتيح النظر في استخدامها في معظم بيئات تطبيق الرسوم البيانية. غير أن نوعية طباعتها ليست عالية بدرجة كافية لتحل محل طابعات نفث الحبر كأكثر طابعات الألوان شعبية في مختبرات نظام المعلومات الجغرافية الصغيرة والمتوسطة الحجم.
- تستخدم الطابعات **الكهروستاتيكية** مسحوق حبر ينقل عن طريق شحنات كهربائية إلى سطح غير موصل. ومسحوق الحبر إما أن ينجذب أو يرد. وتستخدم الطابعات الكهروستاتيكية الشحنة مباشرة على ورق مصقول خصيصاً. ويستخدم مسحوق الحبر لكل لون في تمريرات منفصلة. ويذاب مسحوق الحبر على الورق بعد استخدام كل الألوان. وهناك عملية أخرى كهروستاتيكية هي التصوير الجاف، وتستخدم أسطوانة أو حزاماً يشحن عند تعريضه للضوء.

٣ – ٥٧ تتغير تكنولوجيا الطباعة بصفة مستمرة ونطاق المنتجات المتاحة كبير جداً. وعند اختيار الطابعات المناسبة، يجب على مكتب التعداد أن يراعي المعايير التالية:

- تكاليف المعدات، وصيانتها وطباعتها لكل صفحة.
- الأداء الإجمالي (عدد الصفحات في الدقيقة).
- وضوح المخرجات من حيث عدد النقط في كل بوصة (dpi) وعدد الألوان أو درجات الغمقان التي يمكن إنتاجها.
- حجم الوسيط.
- أنواع الوسائط المقبولة (الورق العادي، الورق المصقول خصيصاً، وسائط الاستشفاف، وهلمّ جراً).

٣ – ٥٨ لا يحتاج الكثير من الخرائط المرسومة إلى أن يطبع بالألوان. وفي الواقع فإنه يمكن نسخ الخرائط المطبوعة بالأبيض والأسود ذات الصيغة الصغيرة بسهولة أكبر. وتجمع طابعات الليزر التي تقبل الورق مقاس أ – ٤ أو مقاس ورق الرسائل بين الطباعة السريعة ودرجة الوضوح الشديدة (٦٠٠ نقطة ضوئية في البوصة وأكثر). وهي مثالية لطباعة التقارير والوثائق الأخرى التي تتألف في معظمها من نصوص، مع بعض الرسوم التوضيحية البيانية والخرائط.

٣ – ٥٩ تفيد طابعات الألوان في طباعة الخرائط المعقدة التي يكون فيها التظليل الأحادي اللون والترميز غير كاف. وطابعات نفث الحبر حالياً هي أكثر طابعات الألوان استخداماً – من طابعات الحاسوب المنضدي بمقاس الورق أ – ٤/ورق الرسائل إلى طابعات الصيغ الكبيرة (مثل ٦٠× ٩٠ سم أو ٢٤ ×٣٦ بوصة). وتنتج خرائط عالية النوعية على مستوى ٦٠٠ نقطة ضوئية في البوصة. ولا تزال سرعات الطباعة بطيئة نسبياً بالنسبة لطابعات النفث بالحبر. غير أن من المحتمل في المستقبل المنظور أن تحل طابعات الليزر بالألوان، التي لم تحقق في هذه المرحلة بعد نفس نوعية الطباعة، محل طابعات النفث بالحبر كأكثر أجهزة الطباعة بالألوان شعبية.

٣ – ٦٠ تعتبر التكاليف مسألة رئيسية عند اتخاذ قرار بشأن شراء طابعة مناسب لمشروع نظام معلومات جغرافية. ومن الأشياء التي يجب مراعاتها أن سعر شراء الطابعة يمثل فقط عنصراً من عناصر التكاليف وهو غالباً ثانوي نسبياً. وفيما انخفضت أسعار الطابعات بدرجة كبيرة، إلاّ أن تكاليف خراطيش الحبر والورق الخاص بقيت عالية نوعاً ما. وفي بعض الحالات، يبدو أن الشركات المصنّعة للطابعات، التي تأمل في أن تربح بصفة رئيسية من بيع الإمدادات الخاصة بالمعدات، أبقت على أسعار المعدات منخفضة جداً. وبالإضافة إلى سعر الشراء، يجب أيضاً مقارنة تكلفة طبع الصفحة العادية (مثلاً، حيث يغطي خمسة في المائة من الصفحة بالحبر). وتنشر مجلات الحاسوب المتخصصة غالباً مقارنات.

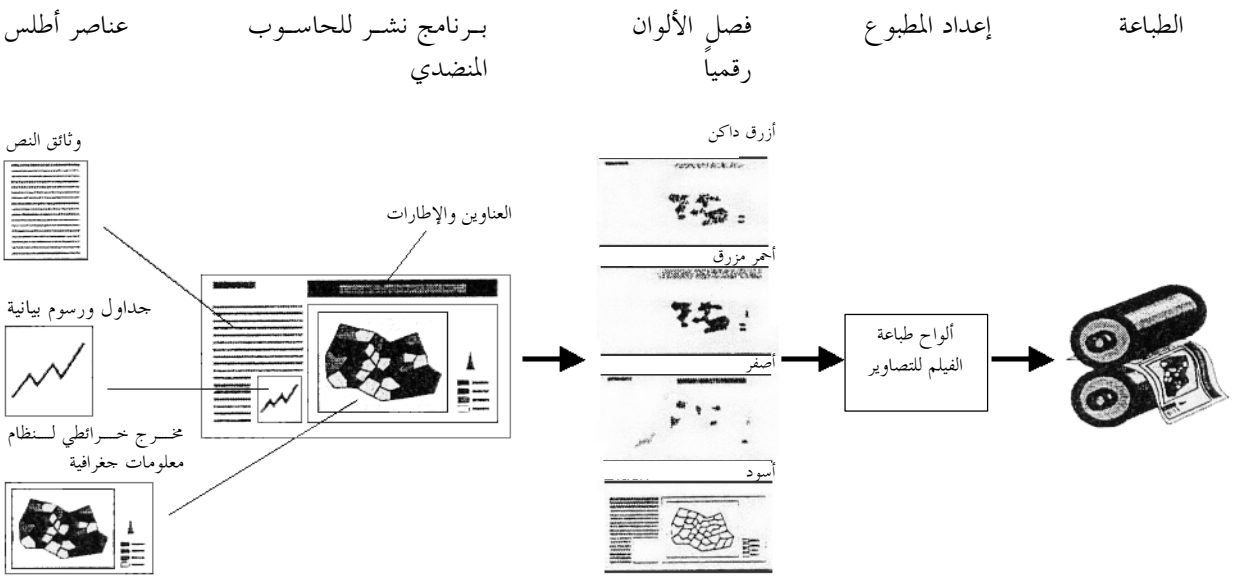
(٥) الطباعة التجارية

٣ – ٦١ بالنسبة لطباعة الأشياء والكميات الأكبر حجماً، تعتبر أجهزة الطباعة الشخصية بطيئة وتكلفة الصفحة عالية جداً. ولهذا فإن الكراسات أو الملصقات أو أطالس التعداد تطبع في مطبعة داخلية أو تجارية. وإذا كان حجم المطبوع كبيراً لا تزال عمليات الطبع القياسية، التي تنتج فيها ألواح الطبع وتستخدم في آلات طبع على الحجر أو ما يشابهها، أرخص وأسرع حالياً من عمليات الطبع الرقمية. وقد يتغير هذا في المستقبل القريب.

٣ – ٦٢ غير أن العملية التي تصل إلى إنتاج ألواح الطباعة رقمية بصورة مطلقة تقريباً بالفعل. وقد تبدو عملية إنتاج أطلس تعداد

رقمي أشبه بالشكل الموضح أدناه (انظر الشكل ثالثاً – ٢). فبعد مرحلة تخطيط أوّلية يُحدّد فيها النص والرسوم البيانية ومضمون الخرائط، يُنتج العاملون في رسم خرائط التعداد كل الخرائط لوضعها في الأطلس. وتخزن هذه الخرائط في صيغة ملف ملحق "بوست سكريبت" جاهز للطباعة. وبالنسبة لتصميمات الخرائط المعقدة التي تشمل رسوماً بيانية يتم إنتاجها في برامج خارجية أو صور فوتوغرافية، قد يتم إنتاج التصميم في برنامج رسوم بيانية رفيع المستوى. ويكتب أعضاء آخرون في هيئة العاملين في التعداد النص ليصاحب الخرائط، والجداول، والمراجع والنصوص الأخرى المتضمنة في برامج معالجة بيانات عادية.

الشكل ثالثاً – ٢ عملية الطباعة الرقمية



٣ – ٦٣ في خطوة ثانية، تجمع كل عناصر الأطلس في برنامج للنشر بالحاسوب المنضدي. ويجري تكوين صيغ لعناوين النص، وتعليقات الصور، والصور، وعناصر النصوص، والرسوم البيانية وتُرتب في تصميم مرض للرؤية يطابق بالضبط حجم صفحة المنتج المطبوع. وقد يتم هذا العمل داخلياً أو في مكتب خدمات خارجي.

٣ – ٦٤ بمجرد استكمال تصميم الأطلس النهائي، يحفظ في ملف مخرجات رقمي. وأكثر صيغ الملفات شيوعاً هو ملف بوست سكريبت المغلف، ولكن يمكن أن يستخدم الطابعون التجاريون بعض صيغ الملفات التي تشملها البرامج الحاسوبية. ويمكن أن تؤدي معظم برامج الرسوم البيانية والنشر بالحاسوب المنضدي الرفيعة المستوى فصل الألوان، الذي إما أن يخزن في ملفات منفصلة أو توضع جميعاً في نفس الملف. وتستخدم ماكينة الطباعة الفعلية أربعة ألواح للطباعة، واحد لكل من الألوان الأزرق الداكن والأحمر المزرق والأصفر والأسود (ما يسمى نموذج ألوان CMYK). وتنتج الألوان على الخرائط والرسوم البيانية كمجمعات إضافية من نسب متنوعة من هذه الألوان الأربعة. ثم ترسل الملفات الرقمية بعد ذلك إلى جهاز معد للتصاوير لإعداد الفيلم الذي ستنتج منه ألواح الطباعة. ويحقق استخدام الملفات الرقمية لإنتاج الفيلم بصفة عامة أفضل النتائج. وقد تكون النسخ المجهزة بالكاميرا والمطبوعة على طابعة ليزر، ويعاد طبعها باستخدام تقنيات التصوير الفوتوغرافي، أرخص تكلفة، ولكنها لن تنتج نفس درجة الوضوح. وما لم يرتب خط إنتاج بالفعل ويُجرى اختباره، من المستحسن عادة الحصول على بروفة ألوان من الطابعة قبل الإنتاج النهائي وتقييمها.

٣ – ٦٥ والمراجع المفيدة حول الإعداد الرقمي للطباعة – وهو إعداد المواد للطباعة – والطباعة الرقمية هما Romano, 1996 و Cost, 1997. كما تناقش كتب خرائطية حديثة مثل Kraak and Ormeling, 1997؛ و Robenson and others, 1995 عمليات الإعداد للطباعة والطباعة الرقمية. كما يوفر الكثيرون من بائعي المعدات والبرمجيات معلومات موسعة وموارد أخرى على مواقعهم على الشبكة العالمية.

٤ – قواعد البيانات الجغرافية الرقمية للنشر

٣ – ٦٦ في الوقت الحاضر، سيظل نشر المنتجات الخرائطية المطبوعة للتعداد أحد الوسائل الرئيسية لنشر نتائج التعداد الجغرافية. ويتفاوت الوصول إلى الحاسوب حسب البلدان، بل حتى حيثما ينتشر استخدام الحاسوب، فإن الكثيرين من المستعملين يفضلون المنتج المطبوع. غير أن على مكتب التعداد أن يتبع أيضاً استراتيجية لنشر البيانات الرقمية، موازية لإنتاج خرائط التعداد المطبوعة.

٣ – ٦٧ سوف يتزايد الطلب على قواعد البيانات الرقمية التي تتكون من مستخرجات من قاعدة بيانات الملف الجغرافي الرئيسي لوكالة التعداد. فبيانات التعداد مدخل هام في تخطيط السياسة والتحليل الأكاديمي في ميادين كثيرة. وتشمل بعض التطبيقات التي تتطلب فيها الوكالات الحكومية إحصاءات سكان المناطق الصغيرة المسندة مكانياً تقديم الخدمات الصحية، وتخصيص الموارد التعليمية، وتخطيط البنية الأساسية للمرافق والتخطيط الانتخابي. ويستخدم المستعملون التجاريون مثل هذه البيانات لتطبيقات التسويق واتخاذ القرارات الخاصة بالمواقع.

٣ – ٦٨ يعني النطاق الواسع للمستعملين المحتملين لبيانات التعداد الخاصة بالمناطق الصغيرة أنه يجب على جهاز التعداد أن يتبع استراتيجية نشر بيانات رقمية متعددة المستويات. وبصورة عامة، يمكننا أن نميز بين الأنواع التالية من المستعملين:

- المستعملون المتقدمون لنظام المعلومات الجغرافية، الذين يريدون الجمع بين بيانات التعداد الخاصة بالمناطق الصغيرة وبياناتهم الخاصة بنظام المعلومات الجغرافية الخاص حول المرافق الصحية، أو المناطق المدرسية أو مناطق المبيعات على سبيل المثال.
- المستعملون في الحكومة، أو التجاريون، أو في القطاع الخاص الذين لا يلمون بالحاسوب. وهؤلاء يريدون أن يتمكنوا من تصفح المعلومات المواضيعية في قاعدة بيانات التعداد مكانياً. ويريدون إنتاج خرائط مواضيعية بسيطة ومن ثم يريدون أن يتمكنوا من أداء استغلال بسيط للمحددات الخرائطية. كما يجب أن يكون أداء بعض الوظائف التحليلية البسيطة، مثل تجميع وحدات التعداد إلى مناطق تصمم حسب الطلب، ممكناً.
- المستعملون الجدد، الذين يريدون في معظم الأحوال رؤية الخرائط المعدة على حاسوب وربما يريدون أداء بعض الاستفسارات الأساسية.

٣ – ٦٩ تريد المجموعة الأولى من المستعملين الوصول إلى معلومات مكانية ومعلومات عن الخصائص في صيغة نظام معلومات جغرافية رقمية شاملة. ويجب على مكتب التعداد أن يمدهم بالوثائق الشاملة حول المحددات الجغرافية المستخدمة في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية، فضلاً عما يتعلق بمتغيرات التعداد المنفردة. وستوزع المعلومات المكانية في صيغة نظام مفتوح للمعلومات الجغرافية يمكن تحويله بسهولة إلى أي عدد من الصيغ التجارية لنظام المعلومات الجغرافية.

٣ – ٧٠ تخدم المجموعة الثانية من المستعملين على أفضل وجه بتزويدها بتطبيق شامل مبرمج مسبقاً ومصمم لبرنامج رسم خرائط تجاري أو يتاح مجاناً على الحاسوب المنضدي. ومتطلبات الوثائق هنا أصغر نوعاً ما، حيث لا يحتمل أن يغير المستعملون المحددات الجغرافية لقاعدة البيانات أو يؤدوا عمليات نظام معلومات جغرافية أكثر تقدماً.

٣ – ٧١ بالنسبة للمجموعة الثالثة، أخيراً، فإن أفضل استراتيجية لتوزيع البيانات هي إنتاج أطلس تعداد رقمي مستقل. ويمكن أن يشمل هذا الأطلس سلسلة من التصاوير الخرائطية المثبتة الموضع، مثلاً، في شكل عرض شرائح، أو يمكن أن يكون وصلة بيانية بسيطة لرسم الخرائط مع مشاهد خرائطية جاهزة التصميم تتيح الاستفسارات الأساسية. ويمكن إتاحة الوصول إلى الخرائط المثبتة الموضع والوصلة البيانية البسيطة للخرائط على السواء عن طريق الإنترنت.

(أ) تعريف مضمون البيانات

٣ – ٧٢ الخطوة الأولى في إعداد قواعد بيانات نظام المعلومات الجغرافية لنشرها بصفة عامة هي تعريف مضمون البيانات. ويجب الرد على الأسئلة التالية:

(١) إلى أي مستوى ستنشر البيانات؟

٣ – ٧٣ لتعظيم الفوائد الشاملة لجمع بيانات التعداد، يجب أن يكون هدف جهاز التعداد هو نشر بيانات التعداد المسندة جغرافياً على أصغر مستوى لا ينتهك خصوصية البيانات. وحتى على مستوى منطقة العد، قد تكون هناك مناطق إبلاغ خاصة تحتوي فقط على عدد قليل من الأسر المعيشية، التي لا يمكن نشر بيانات التعداد الخاصة بها. ويجب حذف بيانات مناطق إبلاغ مختارة أو إعادة ترميزها، إذا اقتضى الأمر.

(٢) هل تستحدث قاعدة بيانات نظام معلومات جغرافية كبيرة أو مجموعة من قواعد بيانات التعداد؟

٣ – ٧٤ تتألف قاعدة بيانات نظام معلومات جغرافية للتعداد عالية الوضوح من آلاف من وحدات الإبلاغ. وتتجاوز أحجام مثل هذه البيانات القدرة الحسابية لمستعمل البيانات العادي. وبدلاً من توزيع قاعدة بيانات كبيرة، يجب على جهاز التعداد أن ينظر في أمر إنتاج مجموعة من قواعد بيانات التعداد. إذ يمكن أن تقدم قاعدة بيانات وطنية موجزة على مستوى الوضوح المتوسط – المقاطعات مثلاً – عرضاً عاماً مفصلاً بدرجة كافية للظروف الاجتماعية والاقتصادية في البلد. ويمكن تكوين قواعد بيانات منفصلة تبيّن المؤشرات على

مستوى جزء من المقاطعة أو منطقة عد لكل تقسيم مدني رئيسي أو حتى لكل مقاطعة. ويمكن أن تكون قواعد البيانات الفردية مفيدة أيضاً للمناطق الحضرية الرئيسية.

٣ – ٧٥ أخيراً، ستُلبي قاعدة بيانات نقط للمناطق المستوطنة في البلد المصحوبة ببيانات التعداد احتياجات المستعملين الذين لا يحتاجون إلى الوضوح المكاني لقاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية لوحدات الإبلاغ. ويجب أن تتضمن مثل هذه القاعدة للبيانات على الأقل كل المستوطنات المصنفة كمناطق حضرية ومؤشرات التعداد الإجمالية لكل بلدة أو مدينة. ومثالياً، يجب أن تستحدث قاعدة البيانات على مستوى القرية أيضاً لصالح المخططين في مجال قطاع الصحة، أو التعليم أو الزراعة. ويمكن أن تؤسس قاعدة بيانات قرية على معجم جغرافي بأسماء الأماكن والمواقع إذا كان قد تم جمع مثل هذه المعلومات خلال رسم خرائط التعداد.

٣ – ٧٦ سيزيد توفير قواعد بيانات الأجزاء الفرعية للبلد من استخدام البيانات. إذ يحتاج الكثيرون من المستعملين فقط إلى معلومات التعداد الخاصة بمنطقة صغيرة نسبياً. ويسهل بدرجة أكبر على المستعملين الذين يمتلكون قدرة حسابية متوسطة بالنسبة لنظام المعلومات الجغرافية معالجة مجموعة فرعية من قاعدة بيانات التعداد الوطنية. وكذلك الحال في البلدان التي تكون فيها رسوم الوصول إلى البيانات أكبر من تكلفة إعادة إنتاجها، فإن مجموعات البيانات الأصغر يمكن أن يتحمل تكاليفها عدد أكبر من المستعملين غير التجاريين.

٣ – ٧٧ إذا وزعت قواعد بيانات منفصلة، يجب الحرص على أن تكون الأجزاء المنفردة أو العناوين متوافقة. ويعني هذا أنه يجب أن تتطابق الحدود المشتركة بين المجموعات الفرعية من قواعد البيانات بالضبط. ويجب أن تكون الأجزاء المنفصلة من قاعدة البيانات في نفس نظام الإسناد الجغرافي ولها نفس التعريفات التي تتضمنها قاعدة بيانات الخصائص. وإذا كانت قاعدة البيانات الرئيسية التي استخدمها مكتب التعداد مفصلة جداً، قد يكون من المفيد بالنسبة لبعض المستعملين لو أتيحت نسخة أكثر تعميماً من خرائط التعداد الرقمية أيضاً. وتوفر بعض البلدان خرائط التعداد الرقمية بمقاييس رسم خرائطية إسمية أو دقة إحداثيات مختلفة.

٣ – ٧٨ يوزع الكثيرون من المنتجين التجاريين لبيانات نظام المعلومات الجغرافية بياناتهم بإحداثيات خطوط الطول والعرض (أي الجغرافية)، بدلاً من إسقاط خاص. والإحداثيات الجغرافية هي أكثر أنظمة الإسناد عمومية ويمكن تحويلها بسهولة إلى أنظمة إسقاط أخرى، إذا أراد المستعمل استخدام حدود التعداد ارتباطاً بطبقات بيانات أخرى. وعلى النقيض من ذلك، قد لا يدعم برنامج نظام المعلومات الجغرافية الأنظمة الوطنية الخاصة للإسقاطات والإحداثيات. وسيواجه المستعملون آنذاك صعوبات في استخدام قاعدة بيانات التعداد لتطبيقات التحليلات الجغرافية.

(٣) بأي قدر من الإحكام يجب أن يتحقق التكامل بين الحدود وقاعدة البيانات؟

٣ – ٧٩ تتميز قواعد بيانات نظام المعلومات الجغرافية للتعدادات بعدد كبير من حقول الخصائص. وتوفر استبيانات التعداد معلومات ربما تخزن في مئات الحقول القابلة للتغيير. ومن غير العملي عادة تخزين كل هذه الحقول في نفس جدول البيانات. والنهج الأفضل هو اختيار عدد صغير من أهم المؤشرات في الخصائص الجغرافية، وجدولة وتوفير المعلومات المتبقية في سلسلة من الجداول المنفصلة. ويمكن تنظيم هذه الجداول الخارجية حسب الموضوع – البيانات الديمغرافية، بيانات الأسر المعيشية وهلم جراً. وعندئذ يمكن أن يربط المستعمل الجداول بنظام المعلومات الجغرافية بالمحدد الجغرافي المشترك، حسبما يتطلب الأمر.

(ب) صيغ البيانات

(١) بيانات الإحداثيات

٣ – ٨٠ تختلف برامج نظام المعلومات الجغرافية اختلافاً كبيراً من حيث صيغ البيانات التي تدعمها. ولكل برنامج تجاري صيغة بياناته المحلية الخاصة. وبالإضافة، تتيح وظائف الاستيراد والتصدير للمستعمل أن يحول البيانات من عدد مختار من البيانات الخارجية. وفي بعض الحالات، يلزم شراء مثل هذه الوظائف بصورة منفصلة.

٣ – ٨١ على الرغم من بعض الجهود من جانب المنظمات التجارية والمنظمات العامة لنظام المعلومات الجغرافية (انظر اتحاد نظام المعلومات الجغرافية، ١٩٩٦)، لا توجد بعد صيغة تبادل بيانات عامة مقبولة عالمياً ومستخدمة على نطاق واسع. وكان الهدف من صيغة منتج المتجهات (VPF)، التي استحدثت في البداية لتوزيع خريطة العالم الرقمية، وهي خريطة قاعدية بمقياس رسم ١: ١مليون، كمعيار عام لتبادل البيانات. ولم يتبناها أبداً بصورة كاملة معدو نظام المعلومات الجغرافية التجاريون.

٣ – ٨٢ بدلاً من ذلك، أصبح عدد من صيغ التبادل التي استحدثها بائعون بارزون لنظام المعلومات الجغرافية معايير واقعية تدعمها أيضاً أنظمة برامج أخرى. ويوصف أهم هذه الصيغ في إيجاز فيما يلي:

- صيغة AutoCad DXF (.dxf) التي نشأت في عالم التصميمات بمساعدة الحاسوب CAD. وتناسب جيداً نقل الإحداثيات الجغرافية، ولكنها ليست جيدة بنفس القدر بالنسبة لتحويل معلومات الخصائص.

- صيغة تصدير (.e00) Arc/Info التي استحدثت كصيغة تبادل عبر المنصات لقواعد بيانات نظام المعلومات الجغرافية، التي أنتجها معهد بحوث الأنظمة البيئية (ESRI) (Arc/Info GIS). ويمكن ضغط ملفات التصدير لتقبل أحجام أصغر للملفات. غير أن لضمان أقصى درجة من التوافق من الأفضل عادة استخدام صيغة التصدير غير المضغوطة. ويمكن آنذاك ضغط الملفات الناتجة باستخدام برنامج ضغط وحفظ مثل PKZIP. ولا تنشر صيغة (e00.)، ولكن الكثير من برامج نظام المعلومات الجغرافية الأخرى قد استحدثت نظماً للاستيراد.
- ملفات الأشكال المعيّنة (.shp) ArcView وهي صيغة أبسط يوفرها برنامج رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب المنضدي ArcView لمعهد بحوث الأنظمة البيئية. وتتألف قاعدة بيانات ملفات الأشكال المعيّنة من عدة ملفات تتضمن بيانات الإحداثيات، ودليل مكاني وبيانات عن الخصائص على التوالي. وتنشر صيغ ملفاتها وتستطيع أنظمة معلومات جغرافية كثيرة أخرى أن تستورد ملفات الأشكال المعيّنة.
- صيغة MapInfo التبادلية (.mif) وتستخدم لتبادل الملفات التي تنتج بنظام MapInfo، وهو نظام بارز من أنظمة رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب المنضدي. وتصدر ملفات هذا النظام بالرموز القياسية الأمريكية لتبادل المعلومات ASCII ويمكن أن تقرؤها برامج كثيرة.
- صيغة ملفات تصميم (.dgn) MicroStation وتستخدمه بيئة نظام المعلومات الجغرافية المعيارية لبنتلي Bentley واختصاراً (MGE) وبرامج المنظور البياني الجغرافي لنظام المعلومات الجغرافية. ولا تدعم الصيغة بيانات الخصائص مباشرة بل توفر صلات بجداول قواعد بيانات خارجية. وتجمع صيغة تصدير منفصلة الملفات الجغرافية وملفات الخصائص.

٣ – ٨٣ تدعم جميع هذه الصيغ معلومات الحدود والخصائص. ويوجد في كل نظام تجاري للمعلومات الجغرافية وظيفة استيراد لواحدة أو اثنتين على الأقل من هذه الصيغ. ومثالياً، يجب على مكتب التعداد أن يوفر قواعد بيانات نظام المعلومات الجغرافية التي يصدرها للجماهير بصيغ متعددة ليخدم نطاقاً واسعاً من المستعملين ذوي المهارات المتباينة في نظام المعلومات الجغرافية والذين تتوفر لديهم منصات برامج حاسوبية مختلفة. ويجب أن يستهدي اختيار صيغ التوزيع بمعلومات عن أي أنظمة رسم الخرائط يستخدم على نطاق واسع من جانب مجتمعات المستعملين للتعداد وبمرونة وسلاسة صيغة البيانات.

٣ – ٨٤ لا يعتبر توزيع بيانات نظام المعلومات الجغرافية في صيغتها الداخلية المحلية – مثل دليل يحتوي على تغطية Arc/Info أو مساحة عمل في MapInfo – بالخيار الملائم. فلا يمكن غالباً تحويل الصيغ المحلية إلى نظام تشغيل آخر، وقد يواجه المستعمل عدم توافق في اسم المسار، كما لا تستطيع برامج أنظمة معلومات جغرافية أخرى عادة أن تستورد صيغ بيانات أنظمة معلومات جغرافية محلية. لهذا من المستحسن دائماً استخدام صيغة تبادل بيانات متينة وهو ما تطبقه معظم البرامج التجارية لنظام المعلومات الجغرافية.

(٢) البيانات المجدولة

٣ – ٨٥ تدعم معظم برامج نظام المعلومات الجغرافية عدة صيغ ملفات لبيانات الخصائص. ويقوم بعضها بوظائف لربط قاعدة بيانات الإحداثيات بنظام خارجي لإدارة قاعدة البيانات. غير أن من الأفضل، بالنسبة لتوزيع البيانات، أن نستخدم صيغة ملفات تستخدم على نطاق واسع لجداول البيانات. وأكثر الصيغ استخداماً هي صيغة DBASE، التي يمكن أن تنتجها معظم برامج إدارة قواعد البيانات ومجموعات الجداول الإلكترونية، فضلاً عن برامج الجدولة الخاصة بالتعدادات مثل REDATAM وIMPS.

٣ – ٨٦ فيما يكفل توزيع البيانات المجدولة في صيغة DBASE توافقاً واسعاً مع برامج نظام المعلومات الجغرافية، فإن هذه الصيغة تنطوي على عدد من جوانب القصور. مثلاً، يقتصر عدد أسماء الحقول، المبيّنة في الصف الأول من الجدول على عشرة أحرف. وتوفر وثائق مجموعة الجداول الإلكترونية أو برنامج إدارة قواعد البيانات تفاصيل حول قضايا التوافق. وفي تصميم الجداول، فإن أهم حقل هو المحدد المشترك المستخدم لربط بيانات الخصائص بحدود وحدات الإبلاغ. ويجب أن يوضع هذا الحقل في العمود الأول من كل جدول خصائص. كما أن تصنيف مجموعات البيانات بشكل متسق بمحدداتها الجغرافية مثلاً، إجراءً جيد عادة.

(٣) التوثيق

٣ – ٨٧ يجب أيضاً الاهتمام بصيغ الملفات لتوثيق البيانات. ويمكن أن يقرأ أي مستعمل ملفات نصوص بسيطة للرموز القياسية الأمريكية لتبادل المعلومات. غير أن هذه الملفات لا تدعم الرسوم البيانية، أو الجداول المعقدة أو صياغة النص. وقد أصبحت صيغة PDF لنظام Acrobat لشركة Adobe الآن معياراً لتوزيع الوثائق المصاغة المستقلة المنصة. ونظراً لأن وحدة قراءة Acrobat لشركة Adobe يقدم مجاناً، فمن المحتمل أن يتاح لأي مستعمل الوصول إلى وثائق PDF.

٣ – ٨٨ البديل هو إنتاج الوثائق في صيغة يمكن أن تقرؤها وحدات التصفح بالشبكة العالمية، المتاحة أيضاً من شركتي مايكروسوفت ونتسكيب. وتتيح ملفات لغة التصفح على الإنترنت المعيارية HTML درجة كبيرة من تكوين الصيغ ويمكن الوصول إليها عند وضعها على قرص مدمج – ذاكرة للقراءة فقط أو على مشغل صلب حتى إذا لم يوجد اتصال بالإنترنت.

(٤) اصطلاحات تسمية الملفات

٣ – ٨٩ على الرغم من أن أنظمة التشغيل Windows 95، وNT، وMac، وUNIX تدعم جميعاً أسماء الملفات الطويلة، إلاّ أن من المستحسن استخدام اصطلاحات DOS 8.3 لتسمية الملفات لكل ملفات البيانات والوثائق التي توزع. وربما يكون بين المستعملين من يعمل بنظام DOS أو Windows 3.1 أو بمجموعة قديمة من برامج نظام المعلومات الجغرافية. ويمكن أن تخفض أسماء الملفات القصيرة من حالات عدم المواءمة إلى أدنى حد مثلما يحدث عند استخدام برامج الشبكة الأقدم عهداً. وتُسهّل الاصطلاحات المتسقة للتسمية الموضحة في الوثائق على المستعملين العثور على البيانات التي يحتاجونها بسرعة.

(٥) الضغط

٣ – ٩٠ غالباً ما تكون ملفات نظام المعلومات الجغرافية كبيرة جداً، وإذا ضمت إلى البيانات المجدولة قد يصبح حجم مجموعة ملفات التوزيع ضخم جداً. ويسهل ضغط الملفات، وعلى الأخص بالنسبة لتقديم بيانات الإنترنت أو للتوزيع على أقراص حاسوبية صغيرة للبيانات، بدرجة كبيرة توزيع البيانات. وبرنامج الضغط الأكثر استخداماً في نظام ويندوز هو برنامج المنفعة PKZIP. ويتاح على معظم الحواسيب، كما أن برامج المنفعة التي يمكنها استخراج ملفات من محفوظات مضغوطة توجد أيضاً في نظام تشغيل UNIX. والملفات ذاتية الاستخراج أسهل استخداماً بالنسبة للمستعملين الذين لا تتوفر لهم الخبرة ولا تتطلب برنامج منفعة لفك الضغط. غير أنها أنظمة تشغيل خاصة ويجب ألاّ تستخدم إلاّ إذا كانت المنصة الحاسوبية المستهدفة معروفة.

(ج) الوثائق وبيانات المعاجم

٣ – ٩١ لا يلزم أن تكون الوثائق التي تصاحب توزيع مجموعات البيانات بنفس شمول المعلومات الداخلية التي تجمع لكل قواعد البيانات (انظر الفصل ثانياً). ولا يحتاج مستعملو البيانات عادة معلومات تفصيلية عن ترتيب البيانات أو خطوات المعالجة، وسهولة التفسير أهم بالنسبة للمستعملين الخارجيين. لهذا يجب أن تحتوي الوثائق على وصف واضح ومختصر وكامل لتلك الجوانب في قاعدة البيانات التي تهم المستعمل. ويمكن تجميع وثائق البيانات التي تستهدف المستعملين بسرعة، بشرط أن يكفل مكتب التعداد قاعدة بيانات واصفة للبيانات تتصف بالشمول. وقد تشمل وثائق البيانات المعلومات التالية:

- أسماء مجموعات البيانات ومعلومات الإسناد بما في ذلك مصادر البيانات.
- مضمون سردي لمجموعات البيانات.
- وصف للتسلسل الهرمي للوحدات الإدارية ووحدات الإبلاغ وعلاقتها بالمعالم الأخرى (مثل المستوطنات). ويجب أن تشمل هذه وصفاً واضحاً للتعريف الإحصائي المستخدم لكل نوع من وحدات الإبلاغ. ومن المفيد إعداد قائمة كاملة بكل وحدات الإبلاغ ورموزها الجغرافية.
- المتطلبات من البرامج والمعدات.
- صيغة بيانات عامة، وخطوط توجيهية بشأن فك الضغط والتركيب.
- معلومات الإسناد الجغرافي (يجب أن تكون كل مجموعات البيانات الجغرافية في نفس نظام الإسناد):
  - الإسقاط الخرائطي بكل المحددات المطلوبة مثل خط العرض أو الطول المعياري، التحديد الكاذب للبعد شرقاً أو شمالاً وهلم جراً؛
  - وحدات الإحداثيات (مثل الدرجات العشرية، الأمتار، الأقدام)؛
  - مقياس رسم خريطة المصدر؛ أي مقياس رسم الخرائط المطبوعة التي تحول منه الحدود إلى أرقام؛
  - المعلومات الخاصة بالدقة الجغرافية. مثلاً، يمكن الإبلاغ عن أي معلومات رقمية عن الدقة متاحة لخرائط المصدر. وإذا لم يكن ممكناً إجراء تقييم كمي لنوعية البيانات، يمكن وصف الدقة بوجه عام؛
  - تعتبر الخرائط المطبوعة لمجموعات بيانات نظام المعلومات الجغرافية إضافة مفيدة للوثائق. فهي تمكّن المستعمل – على سبيل المثال – من التحقق من أداء استيراد الخرائط بصورة صحيحة.
- اصطلاحات للتعامل مع وحدات الإبلاغ المفككة (مثل المقاطعات التي تتكون من عدة جزر؛ انظر الفصل ثانياً).
- معلومات حول المنتجات المتصلة بالموضوع، مثل قواعد بيانات نظام المعلومات الجغرافية الأكثر تفصيلاً والخاصة بالتعداد أو ملفات بيانات إضافية تستخدم مع الحدود.
- قائمة مراجع بمطبوعات التعداد ذات الصلة.
- معلومات جهات الاتصال لدعم المستعمل.
- التنازلات عن الحقوق، والمعلومات الخاصة بحق النشر، وهلم جراً.

٣ – ٩٢ بالإضافة، يجب أن تكون كل مجموعة بيانات لنظام المعلومات الجغرافية مصحوبة بمعجم بيانات يوفر معلومات عن كل طبقة أو جدول بيانات خاصة بنظام المعلومات الجغرافية. ويجب أن تتضمن هذه المعلومات التالية:

- الأسماء الكاملة وصيغ الملفات.
- أنواع المعالم (نقاط أو خطوط أو مضلعات).

- العلاقات بين ملفات بيانات الإحداثيات والجداول الخارجية المصاحبة لبيانات الخصائص.
- بالنسبة لكل حقل في جدول الخصائص وفي جداول خارجية إضافية:
  - اسم الحقل؛
  - وصف محتوى الحقل (مثل إجمالي السكان، ١٩٩٥) والتعريف الإحصائي المضبوط المستخدم. ويمكن بيان الصيغة المستخدمة للمؤشرات الديمغرافية المستخرجة، مثلاً، استخدام أسماء حقول المتغيرات المستخدمة كبسط ومقام؛
  - تعريف الحقول، بما في ذلك نوع المتغير (مثل حقل رقم حقيقي أو عدد صحيح أو حرف)، ومدى القيم المقبولة والاصطلاحات المستخدمة للتعامل مع القيم المفقودة. وبالنسبة للبيانات المصنفة يجب أن توضح خطة الترميز بالتفصيل. مثلاً، في قاعدة بيانات مستوطنات، قد يستخدم حقل عددي يسمى "TYPE" "١" للعاصمة الوطنية، "٢" للعاصمة الإقليمية، "٣" لمراكز المقاطعات الإدارية. وهلمّ جراً؛
  - أية معلومات متاحة عن نوعية البيانات تتيح للمستعملين الحكم على مناسبة البيانات لمهمة معيّنة.

٣ - ٩٣ يمكن إدخال وثائق البيانات ومعاجمها أيضاً في دليل شامل للمستعملين. وقد يحتوي دليل للمستعملين على توضيح أكثر تفصيلاً لمضمون قاعدة البيانات، وترتيب البيانات ونوعيتها. ويمكن أيضاً إدخال توضيحات تبيّن خطوة بعد أخرى ما يقدم من أمثلة على التطبيقات أو نسخ خرائط التعداد التي تستحدث مع قاعدة البيانات. ويعرض في المرفق رابعاً مثال لمعجم البيانات.

(د) إعداد البيانات القابلة للتطبيق

٣ - ٩٤ تعتبر الرقابة على النوعية خطوة هامة قبل نشر المنتج النهائي للنسخ. فبعد إنتاج النسخة النهائية لكل قواعد البيانات بالشكل الذي ستوزع به (مثل المضغوط)، يجب اختبار قاعدة البيانات على كل المنصات المستهدفة (مثل أنظمة التشغيل ويندوز، ويونيكس، وماكنتوش).

٣ - ٩٥ وقت كتابة هذا الدليل، يعتبر القرص المدمج - ذاكرة للقراءة فقط CD - ROM هو أنسب وسيط لتوزيع مجموعات البيانات الكبيرة. ويمكن للقرص المدمج أن يحمل ما يصل إلى ٦٣٠ ميجابايت، ومعظم أجهزة الحاسوب مجهزة بوحدات قراءة CD - ROM. ووحدات كتابة القرص المدمج CD رخيصة جداً أيضاً، وبذا يمكن إنتاج النسخ الرئيسية الرقمية داخلياً. ويتيح هذا أيضاً توزيع مجموعات البيانات المعدة خصيصاً التي لا يتطلب الأمر سوى عدد قليل فقط من نسخها. ويوفر CD - ROM، بالنسبة للتوزيع الأوسع لمجموعات البيانات الكبيرة ميزة التكلفة الرخيصة لإنتاج الوحدة، والاستدامة وإمكانية القراءة على منصات معدات متعددة.

٣ - ٩٦ في المستقبل قد تحل تكنولوجيتان محل تكنولوجيا CD - ROM. إحداهما هي تكنولوجيا قرص الفيديو الرقمي المتنوع الاستعمالات الذي يستطيع أن يحمل اثني جيجا بايت من البيانات أو أكثر. كما تتقدم تكنولوجيا كتابة قرص الفيديو الرقمي المتنوع الاستعمالات بسرعة، على الرغم من أنه لا يزال هناك بعض من عدم التيقن بالنسبة للمعايير. ومن المحتمل بدرجة كبيرة حل هذه المسألة خلال السنوات القليلة القادمة.

٣ - ٩٧ في المدى الأطول، سيتم معظم توزيع البيانات عبر الإنترنت. وفي الوقت الحالي لا تزال سعة الموجة - وهي مقدار البيانات الذي يمكن نقله في فترة زمنية معيّنة - تعرقل توزيع ملفات كبيرة جداً. وغالباً ما تكون أوقات الترحيل على الحاسوب غير مقبولة، وترجع إلى عيوب في البنية الأساسية للإنترنت في بلدان كثيرة. غير أن الاختناق الرئيسي هو الوصلات الحديثة من المنازل أو المكاتب بكابلات الإنترنت الرئيسية. ويمكن نقل الملفات الكبيرة إلى المستعملين الأكاديميين أو الحكوميين أو التجاريين الذين يتوفر لهم الوصول السريع المخصص لهم إلى الإنترنت.

٣ - ٩٨ ألغي التوزيع عن طريق الإنترنت الكثير من تكاليف النسخ التي يتحملها جهاز التعداد. والتكاليف المتبقية تخص إعداد الوصلة البينية للبرنامج الحاسوبي، وصيانة الموقع على الشبكة والاستخدام الزائد لموارد الحاسوب الخادم للشبكة العالمية. وبذا، يمكن توفير قواعد بيانات نظم المعومات الجغرافية الخاصة بالتعداد للمستعمل بتكلفة رخيصة جداً أو بلا مقابل. غير أن بعض المؤسسات قد تقرر تحصيل رسوم مقابل تقديم البيانات على الحاسوب بصورة مباشرة. وقد يكون أحد أسباب ذلك هو التعويض عن الدعم المالي لبرنامج نشر للمستعملين الذين لا يصلون إلى الإنترنت. وهناك سبب آخر هو إذا كانت المؤسسة تعتزم استعادة أجزاء من تكاليف جمع البيانات وحصر بيانات التعداد.

(هـ) القضايا القانونية وقضايا الاستغلال التجاري

(١) حق نشر البيانات

٣ - ٩٩ حق النشر حق مطلق وقانوني مضمون لنشر أو نسخ أو بيع عمل - وهو في هذا السياق قاعدة بيانات جغرافية رقمية. ونظراً لأن البيانات الرقمية يسهل نسخها، فإن قضية حقوق نشر قواعد بيانات نظام المعلومات الجغرافية أكثر إلحاحاً مما كانت بالنسبة للخرائط المطبوعة (انظر Antenucci and others, 1991). لهذا يتطلب الأمر من مكتب التعداد أن يضع سياسة للوصول إلى معلومات التعداد المجدولة والخرائطية.

٣ – ١٠٠ تغطي حقوق النشر مجالين: الحقوق الأخلاقية والحقوق المادية. وتحمي الحقوق الأخلاقية الحفاظ على تكامل العمل بمنع أية تغييرات في المنتج الأصلي. وتشير الحقوق المادية إلى الحق في أية منافع مالية عند طرح المنتج للنسخ أو الاستعمال أو التحويل. وتحدد في اتفاق الترخيص أية حقوق نشر يمنحها من يملك هذا الحق.

٣ – ١٠١ يرتبط موضوع حقوق النشر بسياسة التسعير الخاصة بمنتجات البيانات الرقمية. ويتاح لجهاز التعداد عدة خيارات لتقرير استراتيجية التسعير الخاصة بالبيانات المكانية الرقمية. فيستطيع الجهاز أن يقرر:

- تحمل التكلفة الكاملة لجمع وتوزيع بيانات التعداد.
- تقاضى رسوم مقابل تكاليف التوزيع (تكاليف وسائط الإعلام والشحن).
- استرداد كل أو جزء من تكاليف جمع وحصر البيانات.
- تحقيق إيرادات تتجاوز التكلفة الفعلية للاستثمار في نظام المعلومات الجغرافية واستحداث البيانات.

(٢) المقايضات في مجال الاستغلال التجاري في البيانات الجغرافية

٣ – ١٠٢ تختلف قوانين حقوق النشر من بلد إلى آخر. ففي طرف لا تملك بعض الحكومات حقوق نشر تتعلق بالمعلومات التي تنتجها الوكالات العامة. والأساس المنطقي هنا هو أنه نظراً لأن دافعي الضرائب قد مولوا بالفعل جمع البيانات، فإنه يجب عدم مقاضاتهم رسوماً مرة أخرى مقابل استخدام البيانات. ونتيجة لذلك، توزع بيانات نظام المعلومات الجغرافية التي تنتجها المؤسسات العامة بلا مقابل أو برسوم تعادل تكلفة النسخ. وكذلك تستطيع أية منشأة تجارية أن تستخدم المعلومات الحكومية، وتعيد برمجتها وتبيعها مقابل الربح.

٣ – ١٠٣ في الولايات المتحدة، مثلاً، أدى الوصول المجاني إلى البيانات العامة إلى نشوء نشاطات اقتصادية كبيرة في مجال الخدمات تنتج بيانات التعداد المسندة مكانياً في صيغ مختلفة للبيع إلى المستعملين الأفراد والشركات التجارية، بل والمفارقة أنها تبيع إلى القطاع العام أيضاً. وعلى الرغم من أن الشركات تتقاضى رسوماً مقابل البيانات، فإن الاستخدام غير المطلق لبيانات التعداد جذب الكثير من الشركات إلى دخول السوق. وقد حافظت هذه المنافسة على انخفاض سعر بيانات التعداد التي أعيدت برمجتها، فيما زادت من مدى المنتجات المتخصصة. ولا يزال المستعملون، الذين لديهم الاستعداد لأداء تحويل البيانات من جانبهم، يستطيعون الوصول إلى البيانات بلا مقابل.

٣ – ١٠٤ كانت الفائدة من وراء هذا التطور هي الاستخدام الواسع النطاق لبيانات التعداد للتطبيقات الجغرافية. وقد شجعت زيادة عدد المستعملين بدورها على تطوير تجاري لبرامج رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب المنضدي سهلة الاستخدام وعلى تقديم خدمات القيمة المضافة. والمنافع الاقتصادية الشاملة لهذا التطور كبيرة حيث أدت زيادة الضرائب وتحسن الوصول إلى المعلومات إلى زيادة الإنتاجية وتحسن اتخاذ القرارات في القطاعين الخاص والعام. وقد بررت هذه المنافع تقديم البيانات بلا رسوم ملكية، وهو ما كان أساساً دعماً من الحكومة للشركات الخاصة.

٣ – ١٠٥ في بلدان أخرى، زاد تخفيض الميزانيات الحكومية من الضغط على الوكالات العامة لتوليد دخل يدعم عملياتها. ونتيجة لذلك، ترتفع أسعار معلومات التعداد المسندة جغرافياً بدرجة كبيرة أحياناً. وقد تعكس تلك الأسعار القيمة التجارية لمثل هذه البيانات، بالنسبة للمؤسسات المالية ومؤسسات الأعمال. ومع ذلك، فقد تدفع شركات صغيرة ومستعملين غير تجاريين إلى الخروج من سوق معلومات التعداد، وقد تحد من الاستعمال الشامل وبالتالي من فوائد بيانات نظام المعلومات الجغرافية الخاصة بالتعدادات. وكما أشار (Pervost and Gilruth, 1997)، فإن جهود استعادة التكاليف التي لا تجعل منتجات نظام المعلومات الجغرافية الخاصة بالتعدادات في متناول المستعملين غير التجاريين غالباً ما تؤدي إلى نسخ مجموعات البيانات بصورة غير قانونية، أو إلى الازدواج الذي يستنفد الوقت لاستحداث البيانات من مواد مصادر أصلية، أو إلى استخدام بيانات بديلة أرخص وأقل نوعية.

٣ – ١٠٦ تمنع اتفاقات الترخيص المقيدة أو تعرقل أيضاً توزيع المنتجات والخدمات المستمدة من التعداد. ويقلل هذا من آثار جمع بيانات التعداد بالنسبة لتحقيق الصالح العام. وقد يكون التأثير الاقتصادي الشامل المخفض بسبب عدم توافر مثل هذه التراخيص أكبر بكثير من زيادة إيرادات جهاز التعداد. وفي الواقع، تتجه سياسات توزيع البيانات التي تنتجها الحكومة في بعض البلدان إلى العودة إلى نهج تقديمها بلا مقابل أو بتكلفة منخفضة وذلك نتيجة الإدراك بأن فوائد تقاضي أسعار أعلى لا تبرر تكاليف تنفيذ قوانين حقوق النشر وتكاليف فقد الفوائد الاجتماعية بسبب انخفاض استعمال معلومات حيوية.

٣ – ١٠٧ غالباً ما يخضع الوصول إلى البيانات واستخدام البيانات الثانوية للتقييد أيضاً حيثما يتعاون مكتب التعداد مع منتج للبيانات من القطاع الخاص أو حيثما تستخدم البيانات التي ينتجها القطاع العام أو الخاص لإنتاج خرائط التعداد. فقد تدخل وكالة التعداد، مثلاً، في اتفاق مع شركة خاصة لرسم الخرائط تتحمل جزءاً من تكاليف إنتاج الخرائط الرقمية للتعداد. سوف تقدر الشركة على استعادة استثمارها فقط إذا حصلت على الحق المطلق في تسويق البيانات الجغرافية (ولن يكون لذلك أهمية بطبيعة الحال إذا كانت الوكالة ببساطة تشتري خدمة الشركة وبقيت كل المخرجات في ملكية جهاز التعداد).

٣ – ١٠٨ إذا استخدمت بيانات وكالات أخرى – مثل وكالة رسم الخرائط الوطنية أو السلطات المحلية مثلاً – لإنتاج خرائط التعداد، يجب توضيح التسعير، وقضايا حقوق النشر وتعريف المصدر ومعلومات نسب العمل للقائمين به المبيّنة على خرائط التعداد بالتفصيل. ويجب تجنب النزاعات حول حقوق النشر، لا سيما أن من المحتمل أن تتطلب وكالة التعداد تعاون تلك الوكالات في نشاطات خاصة برسم خرائط التعدادات التي تجرى في المستقبل.

٣ – ١٠٩ في معظم البلدان، ستؤدي المفاضلة بين أوسع وصول ممكن إلى بيانات التعداد والضغوط من أجل استعادة بعض تكاليف جمع البيانات إلى حل وسط بين موقفين متطرفين وصفناهما لتوّنا. مثلاً، يمكن وضع ترتيبات خاصة بين الوكالات الحكومية التي تريد تبادل إدخال بياناتها في منتجاتها. وقد تدخل وكالة التعداد في اتفاقات مع مؤسسة رسم الخرائط الوطنية لتوزيع خرائط قاعدية رقمية للطرق، والأنهار، وهلم جراً، إلى مستعملي بيانات نظام المعلومات الجغرافية الخاصة بالتعداد. وكذلك يمكن منح خصم للمستعملين الأكاديميين والمستعملين الآخرين الذين لا يسعون إلى الربحية. وهناك خيار آخر وهو توفير بعض المنتجات العامة بلا مقابل، في حين يتم تقاضي رسوم عن منتجات القيمة المضافة التي تتطلب مزيداً من المعالجة.

٣ – ١١٠ تتعلق عدة فصول في Rhind, 1997 بخبرة وكالات رسم الخرائط الوطنية في وضع استراتيجيات حقوق النشر وتوزيع البيانات للمعلومات الجغرافية في عالم رقمي. ويناقش Onsrud, 1992a and 1992b، و Rhind, 1992، و Onsrud and Lopez, 1997 إيجابيات وسلبيات سياسات استعادة التكاليف والوصول المفتوح في سياق قواعد البيانات المكانية.

(٣) قضايا المسؤولية

٣ – ١١١ قضت المحاكم في عدة حالات بأنه يمكن تحميل منتجي البيانات المسؤولية إذا أدت أخطاء في المعلومات الجغرافية إلى حوادث أو أضرار أخرى. وقد تناولت معظم القضايا حتى الآن الحوادث الناتجة عن افتقاد أو خطأ المعلومات على الخرائط الطبوغرافية. مثلاً، يقدم Lynch and Footek, 1997 أمثلة كحوادث سقوط الطائرات والحوادث التي تقع في البحار الناجمة عن معلومات خاطئة على الخرائط الملاحية. ويستهدي تصميم الخرائط ومضمون معلوماتها بالاستخدام المستهدف لها، ولكن الخرائط تستخدم أحياناً لأغراض لم يتوقعها منتج البيانات. فمثلاً، لتكييف مثال استخدمه Lynch and Foote, 1997، قد ينشر جهاز تعداد بيانات لوحدات الإبلاغ، إلى جانب قاعدة بيانات عن شبكة الطرق. ونظراً لأن المعلومات الخاصة بالطرق ليست بالغة الأهمية لاستخدام بيانات التعداد، فإن التشدد في الرقابة على نوعية هذه المعلومات قد يقل بدرجة كبيرة مما لو كانت معلومات الطرق قد جمعت لنظام تحديد الطرق لأداء خدمات الطوارئ. وإذا ما استخدمت البيانات المعيبة لمثل هذه الأغراض غير المقصودة فقد يحدث الضرر فعلاً.

٣ – ١١٢ هناك مثال آخر يرتبط بقضايا المسؤولية وله صلة كبيرة بنشر بيانات التعداد وهو انتهاك خصوصية المعلومات. وعادة ينشر جهاز التعداد البيانات الإجمالية فقط على مستوى لا يكشف المعلومات الخاصة بفرد أو أسرة معيشية أو مجموعة صغيرة جداً من الأشخاص. فإذا أعاد جهاز التعداد تجميع البيانات الجزئية لعدة جغرافيات مناطق صغيرة، مثل مناطق العد، أو قطاعات من الرمز البريدي، أو الدوائر الصحية أو التعليمية، هناك احتمال أن تفرد عمليات ذكية لنظام المعلومات الجغرافية معلومات عن جماعات من الأشخاص أصغر حجماً من المستوى الأدنى المحدد للكشف عن المعلومات (انظر القسم ٤). وفي بعض البلدان، قد يكون هذا أساساً لاتخاذ إجراء قانوني من جانب الأفراد الذين يعنيهم الأمر.

٣ – ١١٣ مما يثير الاهتمام أن جونسون وأونسرد (Johnson and Onsrud, 1995) جادلا بأن بيع بيانات نظام المعلومات الجغرافية وتقييد الاستخدام الثانوي للبيانات قد يزيد من مسؤولية مستحدث البيانات. وقد تعني الرسوم ضماناً من مستحدث البيانات بأن المواد التي يقدمها خالية من الأخطاء وتناسب الأغراض المستهدفة. وعلى النقيض من ذلك فإن اعتبار البيانات ملكية عامة للجماهير قد يحمي الوكالة من مثل هذه الادعاءات.

٣ – ١١٤ لهذا يجب على الوكالة قبل توزيع البيانات المسندة مكانياً أن تستشير الخبراء القانونيين وأن تعد تنازلاً عن حق الادعاء يصاحب منتجات البيانات. وقد يشمل هذا التنازل النقاط التالية (انظر أيضاً ESRI, 1995):

- بيان بأن المعتقد أن البيانات دقيقة وقت جمعها وأنه تم الحصول عليها من مصادر موثوق بها، ولكن لا يمكن تقديم ضمان بالنسبة لدقتها.
- تحذيرات بأن المعلومات تخضع للتغيير والإخطار بالتغيرات الفعلية.
- إذا استحدث أي جزء من قاعدة البيانات الجغرافية من جانب وكالة خارجية، يجب بيان ذلك بصورة واضحة.
- ذكر أن استخدام البيانات يعني قبول التنازلات والاتفاقات.

(٤) اعتبارات خصوصيات البيانات: مشكلة التمييز في الكشف الإحصائي

٣ – ١١٥ قد تتطلب الوكالات الحكومية المختلفة والمستعملون الخارجيون للبيانات بيانات التعداد الخاصة بمجموعات مختلفة من الوحدات الجغرافية الصغيرة. مثلاً، تستخدم بعض المؤسسات المناطق البريدية الصغيرة أو المناطق الصحية كوحدات إبلاغ رئيسية لها. ولتلبية احتياجات هؤلاء المستعملين للبيانات، قد يرغب مكتب

التعداد الوطني في توزيع معلومات التعداد الخاصة بعدة مجموعات من المناطق الجغرافية الصغيرة المستقلة في حدودها كل منها عن الأخرى. وإذا نشرت جداول الحدود والبيانات لاثنتين أو أكثر من هذه المجموعات من المناطق، قد يستطيع المستعمل أن يستخدم عمليات نظام المعلومات الجغرافية ويقوم ببعض المعالجة البسيطة لجداول البيانات ليستنبط إحصاءات تعدادية خاصة بمناطق جغرافية صغيرة جداً. وقد يكون عد التعداد بالنسبة لهذه الوحدات الجديدة أقل من عتبة الكشف للوكالة.وتسمى هذه المشكلة بمشكلة التمييز في الكشف الإحصائي. (انظر Duke Williams and Rees, 1998).

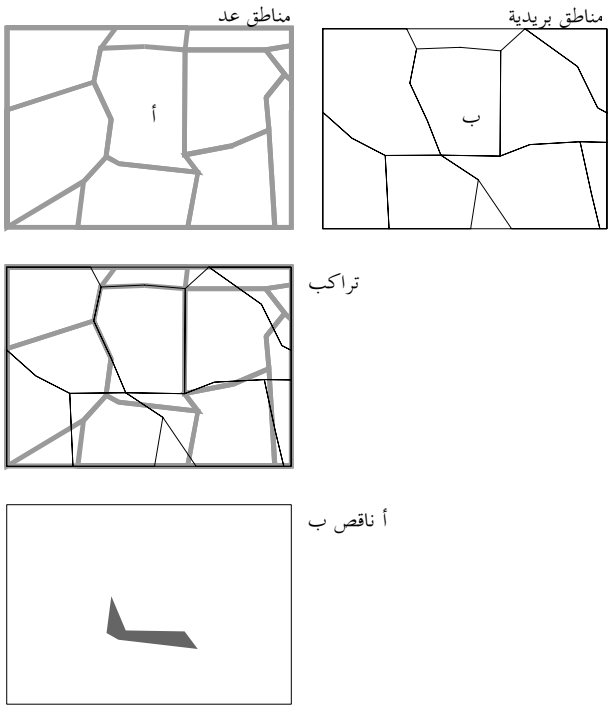
٣ – ١١٦ لا تحدث هذه المشكلة إذا تداخلت الحدود بصورة غير منتظمة، ما لم يكن لإحدى المناطق المتداخلة قيم أصفار. وفي معظم الحالات، لا يمكن أن يكون المستعمل على يقين من أن قيمة تبلغ صفراً هي القيمة الصحيحة، وذلك لأن معظم مكاتب التعدادات تستخدم تشوشاً أو ترميزاً عريضاً (فتقدم مدى للبيانات مثل "<١٠" بدلاً من القيمة الصغيرة الحقيقية) لمنع المستعملين من أن يتمكنوا من استنباط الخصائص الدقيقة لجماعات صغيرة من الأفراد في مناطق منخفضة السكان.

٣ – ١١٧ غير أن مشكلة التمييز قد تحدث إذا تداخلت منطقة في مجموعة من المناطق الجغرافية في منطقة من مجموعة أخرى، وكان لدى المستعمل جداول بيانات لمجموعتي المنطقتين. مثلاً، تتداخل المنطقة البريدية ب في الشكل ٣ – ٣ في منطقة العد أ. وبتراكب مجموعتي الحدود، يمكننا أن نحدد المنطقة الجغرافية الموجودة في أ ولكن ليس في ب. وباستخدام جداول البيانات، نستطيع الآن أن نستنبط بيانات التعداد الخاصة بالأفراد في هذه المنطقة الصغيرة ببساطة بطرح العد الخاص بالمنطقة البريدية ب من العد الخاص بمنطقة العد أ. وقد تكون هذه الأعداد دون عتبة الكشف حتى وإن لم يحدث هذا بالنسبة للعد الخاص بالمنطقتين أ و ب.

٣ – ١١٨ بتفادي مشاكل الكشف عن البيانات، يجب أن يستعرض جهاز التعداد بدقة حدود جغرافيات التعداد البديلة. وفي الحالات التي يبدو فيها التمييز محتملاً، يجب توفير حماية إضافية للبيانات. ويحل (Duke Williams and Rees, 1998) مشكلة التمييز بتفصيل كبير. واستناداً إلى تجاربهما، قدما بعض التوصيات العامة التي تتناول المشكلة:

- استخدام مستويات العتبة الدنيا بالنسبة للجداول. ويمكن توفير حماية إضافية عن طريق إدخال تشوشات خفيفة من قيم البيانات للمناطق الصغيرة جداً أو باستخدام نطاقات بدلاً من القيم المضبوطة للأعداد الصغيرة. وسوف يخفف هذا من خطر نشر بيانات تعداد لأكثر من مجموعة واحدة من وحدات المناطق الصغيرة.

الشكل ثالثاً – ٣ مشكلة التمييز في الكشف الإحصائي



- يجب أن تكون جغرافية التعداد الرئيسية التي يتم اختيارها للتوزيع مفيدة بصفة عامة بأكبر قدر ممكن. فمثلاً، إذا كانت معظم الوكالات في البلد تستخدم وحدات إدارية صغيرة كمرجع رئيسي لها، يجب أن تنشر بيانات التعداد لوحداتها.
- إن خطر نشر جغرافيات بديلة مناطقها أكبر كثيراً من مناطق وحدات التعداد الرئيسية صغير جداً. وحتى لو كان التمييز محتملاً في هذه الحالات، فإن من غير المحتمل أن تكون الأعداد تقل عن عتبة السلامة.
- إذا تشابهت جغرافيتا تعداد تقريباً من حيث حدة الوضوح، بمعنى أن الكثير من الحدود هي نفسها، فإن خطر احتمال حدوث التمييز سيكون أكبر مما لو كانت الحدود مختلفة جداً.

(و) تسويق المنتجات الخرائطية الرقمية

٣ – ١١٩ قد ترغب البلدان التي تستهدف استعادة بعض تكاليف استحداث قواعد بيانات نظام المعلومات الجغرافية للتعداد، والتي يتوفر بها طلب تجاري قوي على البيانات الإحصائية الخاصة بالمناطق الصغيرة، في استكشاف إمكانية الدخول في اتفاق تسويق مع شركة خاصة لبيع البيانات. ويشمل شركاء الاتفاق المحتملون الموزعين المحليين للمنتجين الرئيسيين لبرامج نظام المعلومات الجغرافية. وينتج معظم بائعي نظام المعلومات الجغرافية الرئيسيين ويبيعون مجموعات

بيانات نظام المعلومات الجغرافية حول موضوعات كثيرة. ويمثل هذا جزئياً مصدر إيرادات إضافية وطريقة لتسهيل استخدام منتجات البرامج الحاسوبية بتوفير مجموعات البيانات في صيغة بيانات البرنامج. ويتعاون هؤلاء البائعون من القطاع الخاص أحياناً مع المعاهد الوطنية لرسم الخرائط والمعاهد الإحصائية الوطنية لإنتاج قواعد بيانات متقنة لنظام المعلومات الجغرافية.

٣ – ١٢٠ ينطوي هذا على مزايا بالنسبة لمكتب الإحصاء الوطني. فيمكن لبائعي البرامج والبيانات أن يساهموا بتقديم المعرفة التقنية وربما موارد الحساب لاستحداث برنامج لتوزيع قواعد بيانات نظام المعلومات الجغرافية مقابل نصيب من إيرادات مبيعات قواعد البيانات. ويمكن أن يزيد بائعو البرامج العاملون دولياً أيضاً من توزيع البيانات الوطنية لنظام المعلومات الجغرافية. وقد يأتي الطلب في البلدان الأخرى من شركات تعمل دولياً أو من الأكاديميين الذين يدرسون البلد.

٣ – ١٢١ هناك مشكلة واحدة محتملة تنتج عن الاشتراك مع بائع تجاري للبرامج وهي أن البائعين قد يرغبون في توزيع البيانات فقط في صيغة ملكيتهم الخاصة. ويجب أن يتأكد مكتب التعداد من أن مستعملي البيانات الذين يريدون استخدام صيغة أخرى سوف يستطيعون الوصول إلى البيانات أيضاً. وقد ذكرنا عيوب التوزيع التجاري في موضع سابق من هذا الدليل. وبالتنازل عن حق التسويق لشركة خاصة، لا يستطيع المكتب الإحصائي أن يوزع البيانات مجاناً أو بتكلفة منخفضة جداً. وإذا كان الهدف هو تحقيق التوزيع على أوسع نطاق ممكن، فمن الأفضل أن يتم استحداث وتوزيع قواعد البيانات داخلياً.

٣ – ١٢٢ من شركاء التسويق المحتملين الآخرين الجامعات أو الإدارات الحكومية الأخرى التي تنشر المعلومات. وفي كل الحالات، يجب عقد اتفاق تسويق واضح بتقاسم الإيرادات لتجنب المشاكل في وقت لاحق. ويجب على مكتب التعداد أن يجري تقييماً تفصيلياً للقيمة السوقية للبيانات بالنسبة لتكاليف الإنتاج والإعلان عن البيانات وبيعها، لضمان اتفاق منصف ومفيد بصورة متبادلة كأساس للشراكة بين القطاعين العام والخاص أو بين كيانين تابعين للقطاع العام.

(ز) الانتشار

٣ – ١٢٣ لضمان تحقيق وعي واسع النطاق بإتاحة البيانات وتحقيق أوسع توزيع ممكن لبيانات التعداد المسندة مكانياً، قد يرغب المكتب الإحصائي الوطني في وضع خطة للانتشار. وقد يكون جزء من الخطة طبع كتيبات وملصقات تتضمن خرائط التعداد. ويمكن توزيعها على نطاق واسع في المدارس، والجامعات، والمنشآت التجارية، والمكاتب الحكومية الوطنية والمحلية.

٣ – ١٢٤ يمكن لمكتب التعداد أن ينظم أيضاً سلسلة من الحلقات الدراسية عبر البلد. وفي حلقات العمل هذه يمكن أن يقدم مكتب التعداد استخدام برامج رسم الخرائط المجانية أو المنخفضة التكاليف لتحليل بيانات التعداد لنطاق واسع من المستعملين المحتملين.

٥ – أطالس التعداد الرقمية

٣ – ١٢٥ فيما تستهدف قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية الأكثر عمومية المستعملين الذين تتوفر لهم خبرة كبيرة بنظام المعلومات الجغرافية، فإن أطلس التعداد الرقمي يستهدف المدارس العامة والمستعملين الآخرين الذين لا يعتبرون خبراء. وتتناول الفقرتان التاليتان نهجين لإنتاج أطلس تعداد رقمي. يتألف أطلس التعداد الثابت من مجموعة من الخرائط والمواد الأخرى التي أعدت في مكتب التعداد. وهو أساساً عرض يمكن فيه أن يغير المستعمل من تسلسل رؤية المضمون، ولكن لا يمكنه تغيير المضمون ذاته. وعلى النقيض من ذلك، يجمع أطلس التعداد الدينامي بين قاعدة بيانات النظام الرقمي للمعلومات الجغرافية وبيانات التعداد في برنامج بسيط لرسم الخرائط. ويمكن للمستعمل أن يستخدم البيانات لإنتاج خرائط حسب الطلب، يمكن طبعها أو نسخها في برامج تطبيقات أخرى.

(أ) أطالس التعداد الثابتة

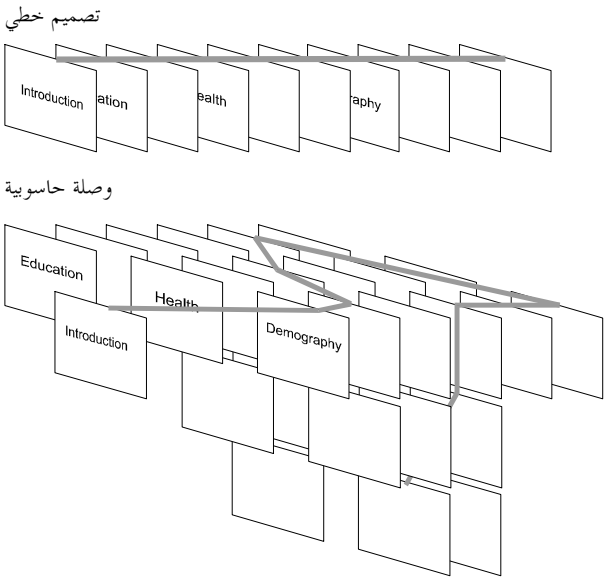
٣ – ١٢٦ يمكن أن يجمع أطلس التعداد الرقمي الثابت بين الخرائط، والجداول، والرسوم البيانية ومن المحتمل المنتجات المتعددة الوسائط مثل الصور الفوتوغرافية أو اللقطات السينمائية في بيئة جذابة تسهل العمل على المستعمل. ويمكن عرض هذه المكونات معاً في برنامج عرض معياري. وتتيح بعض برامج عرض الرسوم البيانية للمنتج أن ينتج نسخة مستقلة من عرض الرسوم البيانية يمكن توزيعها مع برنامج مجاني للمشاهد. ويمكن أيضاً تصدير معظم العروض أو الرسوم البيانية إلى صيغة الوثائق المحمولة PDF، التي يمكن توزيعها على وسيط يتيح قراءتها على الحاسوب أو عن طريق الإنترنت. ويمكن إنتاج الخرائط في برنامج لرسم الخرائط بمساعدة الحاسوب المنضدي وإدماجه في برنامج عرض باستخدام صيغة تبادل الرسوم البيانية أو ببساطة استخدام أوامر القص واللصق في ويندوز.

٣ – ١٢٧ هناك منصة بديلة للعرض هي وحدة التصفح والاستعراض على الإنترنت. ويتوفر لمعظم مستعملي الحاسوب وحدة تصفح على أجهزتهم الحاسوبية يمكن استخدامها لاستعراض الملفات التي توجد محلياً على الحاسوب، فضلاً عن المضمون البعيد. ويمكن إدخال الخرائط والمضمون الجغرافي الآخر كتصاوير رسوم بيانية في صيغة نظام معلومات جغرافية أو صيغة المجموعة المشتركة لخبراء التصوير الفوتوغرافي، التي يمكن إنتاجها من تصميمات خرائط نظام المعلومات الجغرافية.

٣ – ١٢٨ قد يؤدي تصميم العرض إلى عرض خطي. فيعرض على المستعمل سلسلة من الخرائط والرسوم البيانية التي ترتب بطريقة تعكس مفهوماً رئيسياً متسقاً. وهذا مناسب للعروض القصيرة نسبياً. ولكن في حالة عرض عدد أكبر من الخرائط، قد ينفد صبر المشاهد حين يتحتم عليه أن يفحص الكثير من الشرائح التي تحتوي على مواد قد لا يكون مهتماً بها.

٣ – ١٢٩ توفر معظم برامج العروض خيار تصميم أفضل يبنى على أساس الوصلات الحاسوبية. وتتيح هذه الوصلات للمستعمل أن يتخطى مواد في أقسام العرض المختلفة. كما تتيح للمستعمل أيضاً أن يدمج مصادر ومعلومات إضافية قد لا تثير اهتمام سوى عدد قليل من المشاهدين. فعلى صفحة تبيّن خريطة لإسقاط سكاني خاص بالمقاطعات، مثلاً، يمكن إضافة صلات ببحث منهجي يوضح فرضيات الإسقاط.

الشكل ثالثاً – ٤ عرض خيارات التصميم لأطلس تعداد رقمي ثابت



٣ – ١٣٠ يبيّن مفهوم الوصلة الحاسوبية في الشكل ثالثاً – ٤، حيث تجرى مقارنة الفرق بينها وبين نهج التصميم الخطي. ففي تصميم الوصلة الحاسوبية تعرض عدة موضوعات متوازية، ترتبط فيما بينها بوصلات بقدر ما يكون مناسباً. مثلاً، قد تكون الموضوعات أو الفصول الثلاثة المتوازية التي تعقب صفحة المقدمة (١) عن مؤشرات التعليم، والصحة، والسكان. وقد يتبع المستعمل مساراً – يبيّنه الخط الرمادي – يبدأ بالموضوع الديمغرافي (٢)، حيث تظهر إحدى الشرائح (٣) خريطة وجداول ورسوم بيانية خاصة بنسبة السكان الأقل من ١٥ سنة. من هنا، يمكن توفير صلات إلى الخرائط تبيّن مؤشرات صحة الأطفال (٤)، والمرافق التعليمية (٥) وهلم جراً.

٣ – ١٣١ يتطلب استخدام تصميمات تستند إلى الوصلات الحاسوبية تصميماً حريصاً جداً للعرض، حيث يضيع المستعملون بسهولة في أعقاب عدد من الوصلات. ومن المهم إدخال أدوات تجوّل واضحة على كل صفحة. ويقدم ويرمان (١٩٩٧) (Wurman) عرضاً عاماً مثيراً للاهتمام لتصميم المعلومات التي تستخدم هذه المفاهيم.

٣ – ١٣٢ الوصلات الحاسوبية، بطبيعة الحال، شيء مألوف بالنسبة لأي شخص استخدم الشبكة الحاسوبية العالمية. وبدلاً من استخدام برنامج عرض حاسوبي، يمكن في الواقع تطبيق أطلس تعداد ثابت في اللغة المعيارية HTML المستخدمة في وحدة تصفح الإنترنت. وتتيح أدوات تصميم الصفحة على الشبكة لواضعه مرونة كبيرة في تصميم قاعدة بيانات التعداد. فمثلاً، هناك أداة يمكن أن تجعل العرض مثيراً للاهتمام بدرجة أكبر وهي الخريطة التي يمكن الضغط فوقها. فقد تظهر الشاشة المدخلية، مثلاً، خريطة عرض عام للبلد مع إرشادات للضغط على الإقليم موضع الاهتمام للحصول على خرائط أكثر تفصيلاً على المستوى دون الوطني. وتتيح تكنولوجيا الشبكة أيضاً إدخال مضمون متعدد الوسائط والوصلات إلى المعلومات خارج العرض، مثل أجزاء أخرى من صفحة مكتب التعداد على الشبكة أو إلى أي وكالات حكومية أخرى. وبطبيعة الحال يمكن فقط للمستعملين الذين يتوفر لهم الاتصال بالإنترنت الوصول إلى هذه الأجزاء والوكالات.

٣ – ١٣٣ أحد مزايا استخدام أدوات الشبكة العالمية هو أنه يمكن توزيع نفس أطلس التعداد الثابت على CD - ROM أو قرص حاسوب صغير لاستخدامه بصورة مستقلة، ويمكن وضعه على صفحة مكتب التعداد على الشبكة للمشاهدين في أي مكان من العالم. ويوصف المزيد من تطبيقات رسم الخرائط المتقدمة على الشبكة في القسم ٦.

(ب) أطالس التعداد الدينامية

٣ – ١٣٤ البديل عن أطلس التعداد الثابت هو نشر خريطة وقاعدة بيانات رقمية، إلى جانب برنامج لرسم الخرائط يتيح للمستعمل أن ينتج خرائط حسب طلبه لمؤشرات التعداد. وهذا، بطبيعة الحال يتطلب بعض المعرفة بعلم رسم الخرائط من جانب المستعمل. وسوف يشمل أطلس التعداد الدينامي ملفات حدود رقمية بدرجة من حدة الوضوح أقل من قاعدة البيانات الكاملة للتعداد لتتيح سرعة الرسم والاستخدام المنخفض للقرص. ويجب أن يحتوي جدول الخصائص المدمج بدرجة وثيقة على عدد مختار من مؤشرات التعداد فقط. ويجب أن تكون الكثافات والمعدلات المناسبة لرسم الخرائط قد حسبت بالفعل.

٣ – ١٣٥ يلبي هذا النهج احتياجات المستعملين الذين لا تتوفر لهم خبرة بنظام المعلومات الجغرافية والمهارات اللازمة للانتفاع بقاعدة

البيانات الرقمية الكاملة لنظام المعلومات الجغرافية الخاص بالتعداد، ولكن يريدون مرونة في استكشاف معلومات التعداد الجغرافية والانتفاع بها أكثر مما هو ممكن باستخدام أطلس تعداد رقمي ثابت مبرمج مسبقاً.

٣ - ١٣٦ المشكلة، بطبيعة الحال، هي أنه قد لا يتوفر لدى مثل هؤلاء المستعملين برنامج نظام معلومات جغرافية بمساعدة الحاسوب المنضدي يمكن استخدامه لاستحداث الخرائط. لهذا، يجب على مقدم البيانات أن يوفر برنامجاً سهل الاستخدام، إلى جانب الحدود والبيانات. ويجب أن يتطلب استخدام مثل هذا البرنامج حداً أدنى من التدريب والخبرة. ويجب ألاّ يتطلب التطبيق أساساً أكثر من ''التوصيل بالقابس''، بحيث يستطيع المستعمل أن ينتج الخرائط بعد التركيب فوراً.

٣ - ١٣٧ استحدثت بعض مكاتب التعداد برنامجاً لمشاهدة الخرائط داخلياً وتوزعها مع منتجات بيانات التعداد التي تصدرها. غير أن تكاليف صيانة مثل هذه البرامج باهظة، وتحبس موارد يمكن إنفاقها بطريقة أخرى على استحداث البيانات أو التوزيع. وتبيع بعض شركات بيع نظام المعلومات الجغرافية الآن مجموعة أدوات برنامج نظام معلومات جغرافية يمكن تركيبها لإنتاج تطبيقات حسب الطلب أو لدمج وظائف نظام المعلومات الجغرافية في منتجات برمجيات أخرى (مثل تطبيقات مجموعة الجداول الإلكترونية أو قواعد البيانات).

٣ - ١٣٨ كبديل، توجد الآن عدة برامج لرسم الخرائط متاحة مجاناً ويمكن توزيعها مع قاعدة بيانات. من هذه مجموعة البرامج الحاسوبية المتكاملة للمعلومات الجغرافية والخرائط والرسوم البيانية PopMap وهو برنامج استحدثه مشروع تطوير البرمجيات للشعبة الإحصائية بالأمانة العامة للأمم المتحدة، بتمويل من صندوق الأمم المتحدة للنشاطات السكانية. وPopMap برنامج لرسم الخرائط بمساعدة الحاسوب المنضدي يستهدف تطبيق السكان، على الرغم من أنه يمكن بطبيعة الحال دمجه أيضاً. وبالنظام خيارات لمدخلات بيانات جغرافية (التحويل إلى شكل رقمي والرسم)، بيانية شبيهة باللوحات الجدولية لمعالجة بيانات الخصائص وأداء وظائف رسم الخرائط الموسع. ويستهدف البرنامج الذين ليسوا خبراء في نظام المعلومات الجغرافية ومن ثم يسهل تعلّمه.

٣ - ١٣٩ يشجع برنامج PopMap استحداث قواعد بيانات التعداد الجغرافية الرقمية للتوزيع عن طريق وحدة رسم الخرائط المستقلة به. ويمكن لجهاز التعداد أن ينتج أطلس تعداد رقمي وبرمجته مع برنامج رسم الخرائط وتوزيع المنتج الناتج عن ذلك على أي مستعمل مهتم بالموضوع بلا رسوم ملكية. ومن أمثلة التطبيق أطلس التعداد الرقمي الذي أنتجه المكتب الإحصائي الوطني في أوغندا (انظر الإطار ثالثاً - ١).

الإطار ثالثاً - ١ أطلس التعداد في أوغندا

٣ - ١٤٠ أجرت أوغندا تعداداً للسكان والمساكن في عام ١٩٩١. وبعد استكمال معالجة بيانات التعداد، قرر مكتب التعداد إنتاج أطلس رقمي للتعداد بدعم وتدريب أوّليين من مشروع تطوير البرمجيات للشعبة الإحصائية للأمم المتحدة[أ]. وباستخدام حاسوب شخصي عادي، ولوحة تحويل إلى شكل رقمي مقاس ١٢ × ١٨ بوصة، وطابعة ألوان للحاسوب المنضدي وبرنامج PopMap لرسم الخرائط بمساعدة الحاسوب المنضدي، أنتج عضوان بهيئة العاملين، بمساعدة مستشار تقني، خرائط رقمية لـ ٣٨ دائرة و١٦٣ مقاطعة و٨٠٩ أجزاء من مقاطعة. وحصر اختيار ٣٦ متغيراً من متغيرات التعداد لكل منطقة إبلاغ وأدمجت مع الخرائط. وبالنسبة لبعض المؤشرات، أتيحت البيانات أيضاً لعامي ١٩٦٩ و١٩٨٠، بما يسمح بتحليل التغير على مر الزمن.

٣ - ١٤١ استكمل أطلس التعداد في أقل من ١٢ شهراً. وأنتج مكتب التعداد دليلاً شاملاً للمستعملين ووزع الأطلس على السلطات الحكومية الوطنية والمحلية وعلى المستعملين الخاصين. واستطاع مكتب التعداد، بموارد ضئيلة نسبياً، أن يوفر منفذاً مفيداً إلى بيانات التعداد، بالإضافة إلى مجلدات مطبوعة للتعداد.

[أ] انظر: Vu and others, 1994.

٣ - ١٤٢ يوفر بعض بائعي نظام المعلومات الجغرافية التجاريين أيضاً برنامجاً للمشاهدة يتاح مجاناً ويسمح للمستعملين بتوزيع هذه الأنظمة لرسم الخرائط البسيطة مجاناً في برنامج توزيع قاعدة بيانات. ويعتبر برنامج ArcExplorer الذي ينتجه معهد بحوث أنظمة البيئة ESRI Inc. في (Redland، كاليفورنيا). وArcExplorer وصلة بينية للبيانات التي يستحدثها برنامجا Arc/Info و ArcView لنظام المعلومات الجغرافية. وعلى النقيض من PopMap، لا يوجد بالنظام خيارات لمدخلات البيانات وهو لهذا مجرد مشاهد للخرائط.

٣ – ١٤٣ يسهل استخدام الوصلة البينية ArcExplorer ويوفر النظام وظائف أساسية بالنسبة لرسم الخرائط يمكن تصديرها كخرائط بتات أو ملفات واصفة للبيانات بنظام النوافذ. ويمكن أن يقرأ ArcExplorer البيانات من القرص الصلب المحلي أو من CD - ROM وعلى أجهزة الحاسوب المتصلة بالإنترنت، فهي قادرة أيضاً على عرض البيانات التي توجد في مواقع بعيدة على الشبكة. والوظائف التحليلية محدودة. ولكن النظام يدعم أنواعاً مختلفة من الاستفسارات عن البيانات – تفاعلية أو تستخدم أوامر مثل لغة الاستفسار المهيكلة SQL – ومواءمة العناوين.

٣ – ١٤٤ ويلزم أن تتضمن وثائق أطلس التعداد الدينامي الكثير من نفس المعلومات التي يجب أن تصاحب قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية الخاص بالتعداد أكثر شمولاً. غير أنه يجب أن يصمم النص بحيث يراعي أن المستعمل ليس خبيراً. ويجب تجنب لغة المصطلحات التقنية الخاصة بنظام المعلومات الجغرافية. ونظراً لأن من غير المحتمل أن يستخدم المستعملون قاعدة البيانات لمزيد من التطبيقات المتقدمة، يجب أن يكون التشديد في الوثائق بدرجة أكبر على معلومات الخصائص وبدرجة أقل على التفاصيل الجغرافية التقنية.

٦ – رسم خريطة الإنترنت

٣ – ١٤٥ تبنت مؤسسات إحصائية وطنية كثيرة الشبكة الحاسوبية العالمية كوسيلة لنشر المعلومات والبيانات. وتتراوح صفحات الشبكة بين قوائم وجداول بسيطة لنتائج التعداد ووصلات بيانية متقدمة للاستفسارات، يمكن أن يطلب فيها المستعمل التبويبات المكانية المتقاطعة.

٣ – ١٤٦ تناسب الإنترنت أيضاً عرض وتوزيع المعلومات الجغرافية. وأبسط خيار هو عرض التصاوير الخرائطية الثابتة التي ينتجها مكتب الإحصاء. فمثلاً، يمكن إنتاج سلسلة من الخرائط تبيّن متغيرات التعداد باستخدام برنامج رسم خرائط بمساعدة الحاسوب المنضدي في صيغة تصاوير عادية مثل ملف تبادل الرسوم البيانية GIF أو صيغة المجموعة المشتركة لخبراء التصوير الفوتوغرافي JPEG. ويمكن آنذاك دمج هذه التصاوير في صفحات الشبكة تماماً مثل أي رسم بياني أو صورة فوتوغرافية أخرى. ويمكن أن تتيح مثل هذه الصفحات على الشبكة للمستعملين الوصول إلى معلومات مفيدة. غير أنها لا تسمح للمستعمل بمعالجة البيانات وإنتاج خرائط حسب طلبه لمناطق جغرافية محددة. وتركز الفروع التالية على النُهُج التي تسمح بدرجة كبيرة من تفاعل المستعمل مع قاعدة بيانات التعداد الجغرافية.

٣ – ١٤٧ يقدم Plewe, 1997 (انظر أيضاً ESRI, 1997) مناقشة شاكلة حول خيارات رسم خريطة الإنترنت. ويقدم Foote and Kirvan, 1997 عرضاً عاماً أكثر إيجازاً. غير أن تكنولوجيا الإنترنت تتغيّر بسرعة، ولهذا من المحتمل العثور على أحدث المعلومات في مواقع على الشبكة العالمية عن بائعي برامج نظام المعلومات الجغرافية الرئيسيين، الذين تستعرض منتجاتهم بصفة منتظمة في الصحف الدورية المهنية المتعلقة بنظام المعلومات الجغرافية.

٣ – ١٤٨ استحدثت معظم شركات نظام المعلومات الجغرافية ورسم الخرائط بمساعدة الحاسوب المنضدي أدوات مستقلة المنصة لرسم خريطة الإنترنت تنتفع بالبروتوكولات العادية لتبادل البيانات. ويمكن هذه الأدوات المؤسسات الإحصائية أن تضع المعلومات الجغرافية على حاسوب خدمة الشبكة وتتيح للمستعملين رسم خرائط هذه البيانات والاستفسار تفاعلياً باستخدام وحدات استعراض وتصفح عادية على الإنترنت. بذا يستطيع مستعملو الإنترنت الوصول إلى تطبيقات نظام المعلومات الجغرافية دون الحاجة إلى شراء برنامج لنظام المعلومات الجغرافية يتمتع بحق ملكية. ويمكن بهذه الطريقة توزيع أي بيانات يمكن تخزينها أو معالجتها – بما في ذلك خرائط المتجهات وتصاوير خطوط المسح وجداول البيانات.

٣ – ١٤٩ يفيد برنامج رسم خريطة الإنترنت أيضاً كأداة داخلية لإتاحة وصول العاملين بالجهاز الإحصائي إلى البيانات المكانية على الإنترنت. وبدلاً من شراء تراخيص المواقع الخاصة بالبرامج التجارية لنظام المعلومات الجغرافية التي تقدم من حاسوب خدمة الشبكة مركزي، يستطيع العاملون الوصول إلى المعلومات الجغرافية عن طريق برنامجهم الخاص بالاستعراض والتصفح.

٣ – ١٥٠ هناك ثلاثة خيارات رئيسية لتطبيق رسم خريطة الإنترنت:

- في الاستراتيجيات المتعلقة بحواسيب خدمة الشبكة، يرسل المستعمل طلب خريطة إلى حاسوب خدمة الشبكة الذي يملك قاعدة البيانات. ويفحص برنامج رسم الخرائط على الحاسوب الخادم هذا الطلب وينتج خريطة – مثلاً في صيغة ملف تبادل الرسوم البيانية (GIF) – ويرسلها إلى المستعمل.
- في الاستراتيجيات المتعلقة بالعملاء، خلافاً لذلك، تؤدى معظم مهام المعالجة على حاسوب المستعمل (العميل) محلياً.
- أخيراً، النُهُج المختلطة التي تجمع بين نهجي حواسيب خدمة الشبكة والعملاء.

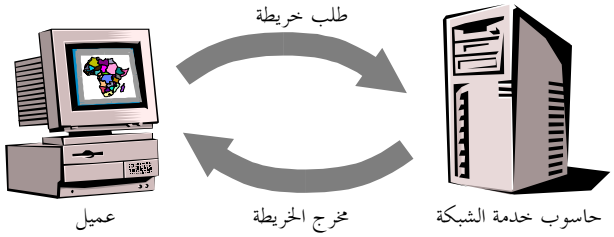
(أ) المناهج المتصلة بحواسيب خدمة الشبكة

٣ – ١٥١ تضع هذه الاستراتيجيات، التي تسمى أحياناً هندسة ''العميل الرفيع/حاسوب خدمة الشبكة البدين'' معظم حمل معالجة البيانات على حاسوب خدمة الشبكة الذي يوجد لدى مؤسسة توزيع البيانات. ويشبه هذا هندسة الحاسوب الرئيسي التقليدية، حيث يتناول حاسوب مركزي قوي إدارة البيانات، وتخزينها، ومعالجتها لعدد من المستعملين تربطهم أجهزة طرفية غير ذكية.

٣ – ١٥٢ يوجز الشكل ثالثاً – ٥ مبدأ الاستراتيجية المتصلة بحواسيب خدمة الشبكة. وبمقتضاه يتصل المستعمل بموقع على الشبكة

ويدخل طلباً بحاجته إلى خريطة. وتشمل المواصفات التي يحددها المستعمل للخريطة المخرجة مناطق الاهتمام الجغرافية – التي يتم تحديدها إما عن طريق ذكر اسم المنطقة مثل اسم المقاطعة أو عن طريق الإحداثيات التي تشكل مستطيلاً للحدود – والمتغير الذي يجب رسم خريطته، وخطة المواصفات والألوان وطبقات البيانات الإضافية التي توفر السياق مثل الطرق، أو الأنهار أو الحدود الإدارية.

الشكل ثالثاً – ٥ رسم خريطة الإنترنت – النهج المتصل بحاسوب خدمة الشبكة



٣ – ١٥٣ يرسل طلب المستعمل عن طريق الإنترنت إلى حاسوب خدمة الشبكة ومنه إلى برنامج نظام المعلومات الجغرافية. ويمكن وضع برنامج نظام المعلومات الجغرافية على حاسوب خدمة الشبكة للشبكة العالمية أو يمكن أن يوجد على حاسوب منفصل يرتبط بحاسوب خدمة الشبكة. ويمكن أن يكون برنامج نظام المعلومات الجغرافية برنامجاً تجارياً لرسم خريطة الإنترنت أو برنامجاً مصمماً حسب الطلب لرسم خريطة الإنترنت يقوم على أساس وحدات برنامج لرسم الخرائط يباع تجارياً. ويصل البرنامج الخرائطي إلى قواعد البيانات المطلوبة، وينتج الخريطة ويرسل هذا المخرج إلى المستعمل كصفحة على الشبكة. وترسل الخرائط عادة كتصاوير رسوم بيانية عادية أو في صيغة ملف تبادل الرسوم البيانية أو صيغة المجموعة المشتركة لخبراء التصوير الفوتوغرافي، حيث لا تستطيع وحدات استعراض وتصفح الشبكة أن تعالج صيغ بيانات المتجهات. وإذا أراد المستعمل تعديل تصميم الخريطة، يرسل طلب جديد إلى حاسوب خدمة الشبكة.

٣ – ١٥٤ للنهج المتصل بحاسوب خدمة الشبكة عدد من المزايا:

- لا يحتاج المستعمل إلى حاسوب قوي للوصول بصورة محتملة إلى قواعد بيانات مكانية كبيرة جداً. بل حتى إجراءات نظام المعلومات الجغرافية المعقدة إلى حد ما مثل مواءمة العناوين أو تحديد مسلك الشبكة الحاسوبية يمكن تنفيذها بسرعة إذا أتيح حاسوب خدمة الشبكة قوي. وكل ما يحتاجه المستعمل هو وحدة استعراض وتصفح على الإنترنت واتصال بالإنترنت.
- حجم ملفات الخرائط المنتجة في صيغ تصاوير مضغوطة أصغر بكثير من قاعدة البيانات التي تحتاج إلى نقلها في التطبيقات المتصلة بالعميل.
- تتم المحافظة على تكامل البيانات نظراً لأن المستعمل لا يمكنه معالج قاعدة البيانات نفسها. ويتوفر للمستعمل دائماً ضمان بالوصول إلى أحدث المعلومات.
- تتحكم الجهة المقدمة للبيانات بدرجة أكبر فيما يمكن أن يراه المستعمل وكيفية رؤيته. ويمكن أن تعد اختيارات تصميمات الخرائط مقدماً لضمان حصول حتى المستعملين غير الخبراء على مخرجات خرائطية مقبولة.

٣ – ١٥٥ أما العيوب فهي:

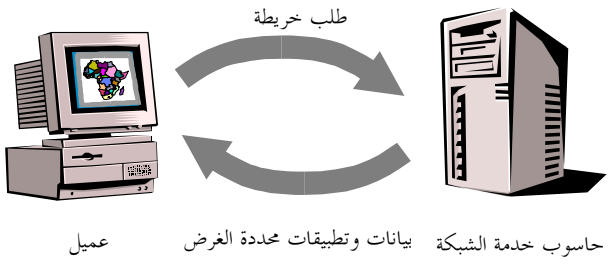
- يؤدي كل تغير في مواصفات الخريطة إلى طلب جديد. حتى التغييرات الصغيرة في المنطقة الجغرافية المعروضة (مثل إضفاء المسحة البانورامية على الخريطة أو درجة التقريب) يحتاج إلى طلب خاص.
- قد يكون تكرار الطلبات على حواسيب خدمة الشبكة المزدحمة بالعمل بطيئاً في التنفيذ عندما تكون الحركة على الشبكة كبيرة.
- لا ينتفع بموارد المعالجة المتاحة على حاسوب المستعمل.

(ب) النُهُج المتصلة بالعملاء

٣ – ١٥٦ تنقل النُهُج المتصلة بالعملاء – التصميم الهندسي العام الذي يركز على العميل – معظم المعالجة المطلوبة إلى مستعمل الحاسوب. ويستخدم حاسوب خدمة الشبكة بصفة رئيسية لإرسال الأجزاء المطلوبة من قاعدة البيانات، ومن المحتمل إلى جانب وحدات رسم الخرائط، إلى المستعمل. ويتاح نوعان متغايران من النُهُج المتصلة بالعملاء.

٣ – ١٥٧ في النوع الأول. لا تتوفر على حاسوب المستعمل أي قدرة لرسم الخرائط. فبعد تقديم طلب المستعمل، يرسل حاسوب خدمة الشبكة البيانات الجغرافية، فضلاً عن برنامج صغير أو applet يمكن من رسم الخرائط أو التحليل الجغرافي (انظر الشكل ثالثاً – ٦). وهذا البرنامج المستقل المنصة الذي يكتب بلغة البرمجة Java يمكن أن تنفذه وحدات استعراض وتصفح عادية للشبكة العالمية. ويستطيع المستعمل عندئذ أن يتعامل مع البيانات بصورة مستقلة عن حاسوب خدمة الشبكة. ولا يتطلب تصفح طبقات الخرائط أو تغيير التصميم الخرائطي طلبات جديدة إلى الحاسوب الخادم.

الشكل ثالثاً – ٦ رسم خريطة الإنترنت – النُهُج المتصلة بالعملاء



٣ – ١٥٨ في نهج بديل متصل بالعملاء، يوجد بصفة دائمة على حاسوب العميل برنامج رسم خرائط أو applet أو وحدة تصفح قابلة للربط المباشر. ووحدة الربط المباشر هي برنامج يوسع قدرة وحدة تصفح الإنترنت، لتمكينها مثلاً من عرض ملفات صيغة معيّنة. وميزة هذا النهج هو أن برنامج رسم الخرائط لا يحتاج إلى ترحيله على الحاسوب في كل مرة يتصل المستعمل بالحاسوب الخادم الخاص بالخرائط.

٣ – ١٥٩ تتلخص مزايا النُهُج المتصلة بالعملاء فيما يلي:

- بعد ترحيل البيانات والبرامج على الحاسوب، لا يحتاج المستعمل إلى الاتصال أبعد من ذلك بحاسوب خدمة الشبكة الخاص بالخرائط. ويمكن تنفيذ رسم الخرائط أو تحليلها بصورة مفصولة عن الخط.
- يمكن الانتفاع بموارد المستعمل الحاسوبية، وهو ما يؤدي عادة إلى معالجة أسرع.
- يمكن أن توفر النُهُج المتصلة بالعملاء للمستعمل مرونة وحرية أكبر في تحليل وعرض البيانات المكانية.

٣ – ١٦٠ أما العيوب فهي:

- قد تكون ملفات البيانات والبرامج كبيرة جداً، مما يتطلب اتصالاً سريعاً بالإنترنت.
- قد لا يستطيع المستعملون الذين يمتلكون حواسيب أقل قوة تنفيذ مهام رسم خرائط وتحليل أكثر تعقيداً.
- قد لا يستطيع المستعملون ذوو التدريب المحدود فيما يتعلق بنظام المعلومات الجغرافية أو الجغرافيا الانتفاع بالمرونة التي يمكن أن توفرها النُهُج المتصلة بالعملاء.
- قد تتيح النُهُج المتصلة بالعملاء للمستعملين اقتصاد البيانات الجغرافية الأوّلية التي تطلب على أجهزتهم الحاسوبية من حاسوب خدمة الشبكة. ويثير هذا مشكلة إذا ما كانت حقوق النشر مكفولة لبعض أو كل البيانات الجغرافية الموجودة على الحاسوب الخادم لمكتب التعداد.

(ج) النُهُج المختلطة

٣ – ١٦١ تؤدي النُهُج المتصلة بحواسيب خدمة الشبكة أداءً حسناً بالنسبة لتوفير وصول عدد كبير من المستعملين من غير الخبراء إلى خرائط بسيطة نسبياً. وبذا قد تكون هذه هي أكثر النُهُج مناسبة لتقديم مكتب التعداد لخرائطه المتعلقة بالتعداد للجمهور العام. ومن ناحية أخرى، فإن الاستراتيجيات المتصلة بالعملاء مفضلة بالنسبة للاتصالات داخل الشبكات، حيث يستطيع عدد أصغر من المستعملين، الذين لديهم معرفة شاملة نسبياً بنظام المعلومات الجغرافية ورسم الخرائط الوصول إلى قواعد بيانات معقدة. وبذا تكون هذه الاستراتيجيات مناسبة لوصول العاملين في مكتب التعداد داخلياً إلى بيانات نظام المعلومات الجغرافية.

٣ – ١٦٢ تجمع المناهج المختلطة بين مزايا الاستراتيجيات المتصلة بالعملاء وبحاسوب خدمة الشبكة. فهي توفر المرونة للمستعمل في الاستفسار ومعالجة الخرائط محلياً، ولكنها تنقل معظم حمل المعالجة المتعلق بطلب مهام التحليل إلى الحاسوب الخادم. ويتطلب هذا درجة من الاتصال بين العميل وحاسوب خدمة الشبكة فيما يتعلق بقوة المعالجة المتاحة.

(د) فرص توزيع بيانات التعداد

٣ – ١٦٣ تتصف البرامج المتاحة حالياً والخاصة برسم خريطة الإنترنت بأنها قابلة لتغيير حجمها. فباستطاعة مستحدثي البيانات أن يشتروا برنامجاً عادياً يتوفر في المحلات العامة يعمل مع مجموعات البيانات العادية. ونظراً لأن رسم خرائط بيانات التعداد يعد تطبيقاً عادياً إلى حد ما، فإن المكاتب الإحصائية الوطنية بالتأكيد لن تجد صعوبة في العثور على حل مناسب. وبالنسبة للتطبيقات الأكثر تعقيداً، فإنه يمكن الحصول على صندوق أدوات من وحدات البرامج الحاسوبية يتيح لمستحدث البيانات أن يصمم حسب طلبه الوصلة البينية مع حاسوب خدمة الشبكة للخرائط.

٣ – ١٦٤ من المحتمل أن تزيد قدرات برامج رسم خريطة الإنترنت في السنوات القادمة بدرجة كبيرة. ومع زيادة قدرات الشبكات، يمكن نقل مجموعات بيانات ووحدات برامجية أكبر إلى المستعملين، ويمكن خدمة عدد أكبر من المستعملين في وقت واحد. ولا بد أنه سيتم التغلب على المشكلات المتأصلة في الحلول المتصلة بالعملاء وبحاسوب خدمة الشبكة على السواء نتيجة استحداث اتصالات أسرع للإنترنت. فسوف تستطيع الأجهزة الحاسوبية للعملاء أن تجري اتصالات متكررة بحواسيب خدمة الشبكة دون تأخير وهو ما يؤدي إلى تنفيذ قريب من الفوري لطلبات المستعملين. وبالإضافة، لا بد وأن القيود المفروضة على حجم مجموعات البيانات سوف تقل.

٣ – ١٦٥ في الوقت الذي تستحدث برامج رسم خريطة الإنترنت عادة تصاوير ملف تبادل الرسوم البيانية يمكن أن يخزنها المستعمل، فإن من المحتمل أن تدعم برامج المستقبل ترحيل المعلومات القائمة على المتجهات إلى حاسوب المستعمل. وسوف يتوقف على النظام ما إذا كان المستعمل يستطيع الوصول إلى بيانات المتجهات هذه أم لا. ومن الواضح أن لهذا عواقبه بالنسبة لحقوق نشر البيانات. فإذا تقاضى مكتب التعداد مقابل البيانات الجغرافية الرقمية، من الممكن أن يطبق الوصول إلى حاسوب خدمة الشبكة للخرائط على الإنترنت الذي يقدم بيانات المتجهات على أساس تقاضي رسوم.

٣ – ١٦٦ بالنسبة لبيانات التعداد، سوف تتوقف أفضل استراتيجية وصول إلى البيانات وتوزيعها على الإنترنت على قدرات وخبرة المستعمل. وسوف يوفر النظام المرن خدمات لأي مستوى من مستويات المستعملين:

- ''المستعملون الأقوياء'' الذين يريدون الحصول على قاعدة البيانات الكاملة لاستخدامها على أجهزتهم الحاسوبية استعانة ببرنامج تجاري لنظام المعلومات الجغرافية. ويحصل هؤلاء المستعملون على الخدمة بواسطة طرق تقليدية لتوزيع البيانات مثل شراء الأقراص المدمجة – ذاكرة للقراءة فقط CD - ROMs أو خيارات الترحيل على الإنترنت لمجموعات بيانات نظام المعلومات الجغرافية ''الأوّلية''.
- المستعملون النشطون الذين لديهم بعض الخبرة بنظام المعلومات الجغرافية ولكن لا تتوفر لهم قدرات محلية تتعلق بنظام المعلومات الجغرافية. ويريد هؤلاء المستعملون ترحيل أجزاء من قاعدة البيانات على أجهزتهم الحاسوبية، إلى جانب وحدات برنامج نظام المعلومات الجغرافية (applets) التي يمكنها أداء المهام المطلوبة.
- المستعملون السلبيون الذين يريدون ببساطة الحصول على خريطة مسبقة التصميم. وينفذ طلب المستعمل عن طريق حاسوب خدمة الشبكة وترسل المعلومات الناتجة إلى المستعمل عبر الإنترنت في صيغة مناسبة – مثل، صور خطوط المسح أو ملفات بوست سكريبت بالنسبة للخرائط واللوحات الجدولية أو ملفات قواعد البيانات بالنسبة للبيانات.

٣ – ١٦٧ قد يبدو نظام مرن لتوزيع بيانات التعداد على الإنترنت كما يلي:

- يقرر المستعملون المدى الجغرافي للمنطقة التي تهمهم. ويمكن أن يكون هذا بترحيل البيانات على أجهزتهم الحاسوبية أو ببساطة طلب خريطة. ويمكن تحديد المنطقة الجغرافية موضع الاهتمام باستخدام أي من العناوين الجغرافية التالية:
  - اسم المنطقة الجغرافية كاسم مدينة، أو مقاطعة، أو إقليم.
  - مستطيل حدود يقرر الإحداثيات الجغرافية.
  - منطقة يتم تحديدها تفاعلياً من جانب المستعمل عن طريق أداء وظيفتي التصفح ودرجة التقريب. مثلاً، قد تبدأ الوصلة البينية بخريطة للبلد. ويمكن للمستعمل آنذاك أن يقرب إلى منطقة تهمه ويختار المنطقة الجغرافية المحددة برسم مستطيل أو مضلع على الشاشة. وعند قيام المستعمل بالتقريب، تظهر تفاصيل إضافية على الوصلة البينية الخرائطية. وتبيّن الخريطة في البداية حدود البلد والإقليم فقط. وعند تقريب المستعمل لإقليم واحد، تظهر حدود المقاطعات ومواقع البلدات. ويؤدي اختيار بلدة معيّنة ظهور الشوارع الرئيسية وحدود عد المناطق الحضرية. وتتحدد درجة التفصيل المبيّنة على مقياس رسم الخريطة المقابل لمدى الخريطة القائم على شاشة المستعمل.
  - منطقة يحددها استفسار جغرافي. مثلاً، قد يطلب مستعمل تجاري يريد معلومات حول الخصائص الديمغرافية لزبائن محتملين، معلومات ديمغرافية خاصة بمنطقة دائرية نصف قطرها خمسة كيلومترات تحيط بموقع مركز تجاري. وقد تطلب وكالة تخطيط حكومية بيانات عن السكان الذين يعيشون في حدود خمسة كيلومترات من المنطقة الضيقة على جانبي طريق رئيسي مقترح.
- يحدد المستعمل المتغيرات التي تهمه ونوع المخرج المرغوب. وقد تشمل الخيارات خرائط يمكن للمستعمل أن يحدد من أجلها التصميمات الخرائطية الأساسية مثل عدد الفئات، ونوع التصنيف، وألوان الظلال. أو قد يكون المخرج جدول بيانات بسيط يبيّن المتغيرات المختارة للمنطقة موضع الاهتمام. ويحدد المستعمل أيضاً ما إذا كان يطلب أيضاً استفساراً جغرافياً متعلقاً بقاعدة البيانات ووحدات تحليل، أم أنه يرغب في أن تكون النتيجة خريطة أو قاعدة بيانات.
- يفسر حاسوب خدمة الشبكة لقاعدة البيانات طلب المستعمل ويستحدث المجموعة الفرعية المناسبة لقاعدة البيانات. وبالنسبة للمناطق المحددة باستخدام الأسماء الجغرافية، سوف يشمل هذا ببساطة اختياراً منطقياً لكل مناطق العد في مقاطعة معيّنة مثلاً. وبالنسبة للمناطق التي يشملها الطلب ولا تتواءم مع التدرج الهرمي الجغرافي العادي لتعداد، يتطلب الأمر بعض المعالجة الإضافية. وفي بعض البلدان، تتاح الآن قواعد بيانات وحدات المساكن بنظام المعلومات الجغرافية حيث يربط كل ساكن بإحداثي جغرافي. ويمكن لنظام معلومات جغرافية على حاسوب خدمة الشبكة آنذاك أن يحصر تبويباً حسب الطلب عن طريق اختيار كل الأسر المعيشية التي تندرج في المنطقة الجغرافية التي حددها المستعمل. وفي الحالات التي لا يكون فيها هذا ممكناً، يلزم أن يؤدي نظام المعلومات الجغرافية الذي يستند إلى حاسوب خدمة الشبكة الاستقراء الداخلي المساحي، باستخدام تقنيات مثل تلك التي توصف في القسم دال أدناه.
- تعاد نتيجة الاستفسار إلى المستعمل إما كبيانات قاعدية يمكنه معالجتها إضافياً باستخدام وحدات صغيرة (applets) لنظام المعلومات الجغرافية، أو كخريطة أو كتقرير قاعدة بيانات يستطيع المستعمل أن يستخدمه مباشرة. وبالإضافة إلى قاعدة البيانات أو الخرائط، يجب بطبيعة الحال إتاحة وثائق البيانات والمعلومات الأخرى ذات الصلة أيضاً.

٣ – ١٦٨ استناداً إلى سياسات توزيع البيانات التي يتبعها البلد، يمكن أن تكون هذه الخدمات بلا مقابل أو تُؤدّى مقابل رسوم. وفيما يمكن تلبية طلبات المعلومات الأساسية التي تم حصرها بالفعل بلا مقابل، إلاّ أن تلبية الطلبات الأكثر تعقيداً يمكن أن يُؤدّى على أساس رسوم.

٣ – ١٦٩ هناك اعتبار هام إذا كانت التبويبات حسب الطلب تقوم على أساس بيانات جزئية وهو خصوصية البيانات. وبالنسبة لقضايا الأمن على الإنترنت يكون لإدارة بيانات التعداد على الشبكات نفس القدر من الأهمية الذي تتمتع به التطبيقات التجارية على الإنترنت. لهذا، يجب أن تفصل الشبكة الداخلية التي قد توفر الوصول إلى البيانات الجزئية للتعداد بجدار واق عن مجال الإنترنت الذي يتيح للمستعملين الخارجيين الوصول إلى بيانات التعداد الإجمالية.

٣ – ١٧٠ من الواضح أن الوصلة البينية لتوزيع البيانات التي نتصورها طموحة جداً. فهي تتطلب وصلات سريعة بالإنترنت وأن تصل فقط إلى عدد كبير من المستعملين إذا كان الوصول إلى الإنترنت منتشراً بين الأسر المعيشية الخاصة وقطاع الأعمال والوكالات الحكومية. ولا تتوفر هذه الظروف بعد في الكثير من البلدان، ولكن نظراً لانتشار التكنولوجيا السريع، سوف يكون الكثير من البلدان في وضع يمكّنها من تلبية أغلبية طلبات البيانات عن طريق الإنترنت في المستقبل القريب. وتبذل بعض وكالات التعداد جهوداً نشطة لوضع استراتيجيات لتوزيع البيانات تشمل عناصر تم وصفها هنا، مثل نظام الوصول إلى البيانات وتوزيعها (DADS) الذي يشار إليه ''بالباحث الأمريكي عن الحقيقة'' لتعداد عام ٢٠٠٠ للولايات المتحدة. وطبقاً لخطط تصميم مكتب الولايات المتحدة لتعداد عام ٢٠٠٠ الخاص بـ DADS، تقوم الجغرافيا بدور مبدأ التكامل بالنسبة للبيانات، وذلك باستخدام المناطق الجغرافية المعيارية والجغرافيا غير المعيارية على السواء استناداً إلى المراكز المتوسطة أو الإحداثيات، حسبما يكون مناسباً.

دال – موضوعات متقدمة: التحليل الجغرافي لبيانات التعداد

١ – تعريف المناطق الحضرية وتحديدها

٣ – ١٧١ يتباين تعريف المناطق الحضرية مقابل المناطق الريفية على نطاق واسع من بلد إلى بلد (انظر الأمم المتحدة، ١٩٩٣). والنهج الأكثر شيوعاً هو استخدام عتبة السكان لتصنيف البلدات والقرى إلى مستوطنات حضرية أو ريفية. وقد تنخفض هذه العتبة السكانية إلى ٣٠٠ وقد تعلو إلى ٥٠٠٠ شخص. وهناك نهج ثان يستخدم بصورة متكررة وهو الاستعانة بتعريف وظيفي لمستوطنة حضرية. وتصنف البلدة بأنها حضرية إذا كانت توفر وظائف إدارية، وتعليمية، وتجارية معيّنة للمنطقة الخلفية المحيطة بها.

٣ – ١٧٢ في بعض الحالات، سيكون من المفيد أيضاً الحصول على تحديد أكثر عمومية للمناطق المحضرة. وقد يعني استخدام الوحدات الإدارية كأساس للتصنيف الحضري/الريفي أن المقاطعات الكبيرة نسبياً تصنف بكاملها كحضر حتى ولو كانت تحتوي على مناطق زراعية أو غابات كبيرة بالإضافة إلى بلدة أو مدينة رئيسية. لهذا تنتج بعض البلدان أيضاً تحديداً أدق يصنف فقط تلك المناطق التي تتكثف فيها المستوطنات والتي لا تشترك أغلبية سكانها بصفة رئيسية في نشاطات زراعية. وتسمى المناطق الناتجة بصورة مختلفة بالمناطق المحضرة أو المقاطعات كثيفة السكان.

٣ – ١٧٣ إذا أتيحت قاعدة بيانات رقمية شاملة لمناطق العد، يمكن أن تساعد وظائف نظام المعلومات الجغرافية تصميم مثل هذه المناطق. ويصف Ooishi and others (1998)، مثلاً، نظاماً آلياً يستخدم في اليابان تصنف صفوف مبان وحدات أساسية – وهي أصغر منطقة يتم حصر بياناتها – ضمن مناطق أكبر. ويستخدم النظام، الذي يطبق في برنامج عادي لنظام المعلومات الجغرافية، عدداً من المعايير المحددة المستندة إلى عتبة كثافة السكان وتقييد يتعلق بالتلاصق. وتستخدم عتبة منطقة لتقرير ما إذا كان يتحتم إدخال منطقة تحيطها صفوف مبان كثيفة السكان أو لا تضم إليها. وبعد تجميع صفوف مباني التعداد وضمها للمقاطعات الكثيفة السكان، يمكن أن ينتج العاملون في التعداد أي عدد من إحصاءات التعداد الموجزة لهذه المناطق التي يمكن نشرها في شكل جداول مبوبة أو خرائط. ويمكن أن تبيّن خرائط هذه المناطق لتعدّادين الزيادة أو النقص في المناطق المحضرة.

٣ – ١٧٤ من الممكن اتباع نهج أكثر تشكيلاً لتحديد المناطق المحضرة حيثما تتاح صور حديثة التقطت من الجو أو التقطتها السواتل لأكثر المناطق البلد كثافةً في السكان. وإذا كانت هذه الصور في شكل رقمي، فإنه يمكن تحديد المناطق المحضرة باستشفاف الحدود بين المناطق المبنية أو الزراعية أو مناطق السفانا أو الغابات. ويمكن آنذاك للعاملين في التعداد أن يستخلصوا إحصاءات لهذه المناطق بتراكب مناطق العد وتجميع البيانات إما لكل مناطق العد التي تندرج في المناطق المحضرة أو باستخدام شكل من أشكال الاستقراء الداخلي المساحي، كما وصفناه في القسم السابق.

٢ – التوفيق بين إحصاءات المناطق الصغيرة والمعلومات المماثلة المستقاة من تعدادات سابقة

٣ – ١٧٥ يولد التعداد معلومات حول الظروف الديمغرافية والاجتماعية في بلد، في زمن ما. وللحصول على مؤشر للتغيرات في البلد، يجب ربط بيانات تعداد حالي بالمعلومات المستمدة من تعدادات سابقة. ويجري هذا عادة بالنسبة للمؤشرات الوطنية الإجمالية وربما لبعض الأقسام الجغرافية الفرعية المستقرة نسبياً مثل الولايات أو الأقاليم. غير أنه يمكن أن تنتفع وكالات حكومية محلية ومستعملون خاصون للبيانات أيضاً من معلومات التغير على المستوى المحلي.

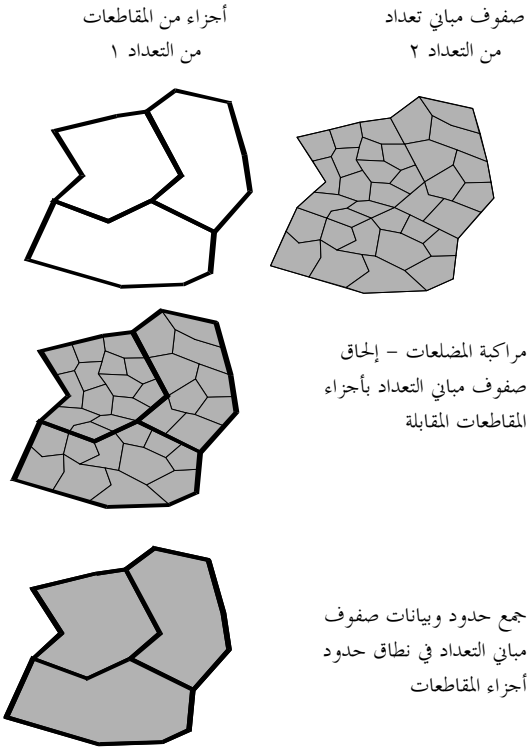
٣ – ١٧٦ غير أن الحدود الإدارية والحدود الخاصة بالتعدادات تتغير، لسوء الحظ، على مر الزمن. وكلما انخفض مستوى التجميع، أي من إقليم إلى مقاطعة إلى حي إلى منطقة عد، كلما كبر عدد التغيرات بين التعدادات. ولاستحداث سلسلة زمنية لبيانات المناطق الصغيرة، أو تغيير الخرائط على المستوى المحلي، أو الإحصاءات الموجزة، يلزم

المواءمة بين الحدود والبيانات المستقاة من تعدادين أو أكثر. وتصف الفقرات التالية خيارين لتحقيق ذلك.

(أ) ضم مناطق العد القديمة إلى حدود مقاطعات جديدة

٣ – ١٧٧ المهمة سهلة نسبياً إذا كانت هناك مجموعة من الحدود متماثلة في التعدادين على السواء، أي ''أدنى مقام مشترك''. مثلاً، أن تكون حدود صفوف المباني في أحدث تعداد قد تغيّرت، ولكن دون تغيّر حدود الأحياء أو أجزاء من المقاطعات. يمكن آنذاك مقارنة بيانات السكان بالنسبة لأجزاء المقاطعات ببساطة بتجميع بيانات التعداد عن صفوف المباني. غير أنه قد تكون صفوف مباني التعداد قد أعيد إلحاقها بأجزاء مختلفة من المقاطعات بين التعدادين دون تغيير الحدود فعلاً. في هذه الحالة علينا أن نقرر في أي جزء من المقاطعة في التعداد ١ يقع كل صف مبان في التعداد ٢. ويمكن أن تساعدنا عمليات مراكبة مضلعات نظام المعلومات الجغرافية في أداء هذه المهمة (انظر الشكل ثالثاً – ٧).

الشكل ثالثاً – ٧ تجميع البيانات عند تواؤم حدود المستويات العليا

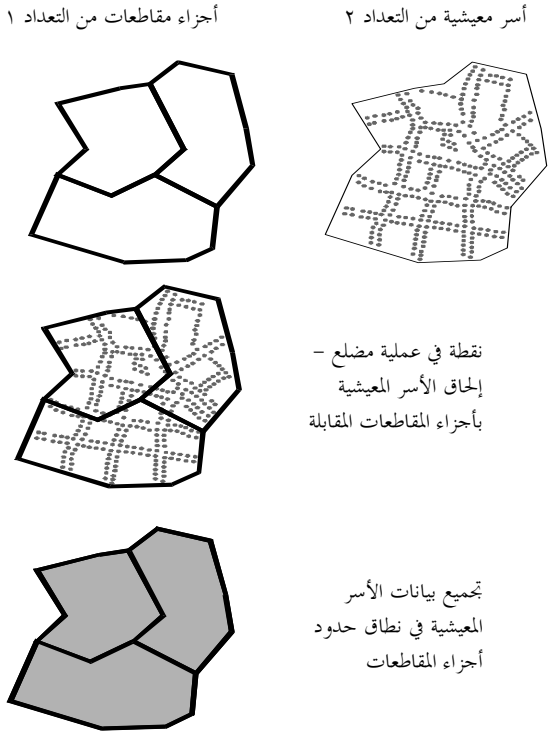


٣ – ١٧٨ بل تسهل المهمة بدرجة أكبر إذا كان مكتب التعداد قد أنتج قاعدة بيانات وطنية للأسر المعيشية أو وحدات المساكن في صيغة نظام المعلومات الجغرافية. فبالنسبة لكل عنوان، تتاح نقطة في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية تسند إلى بيانات التعداد في قاعدة البيانات الجزئية. آنذاك تصبح مهمة توفيق البيانات الخاصة بوحدات المناطق الصغيرة ببساطة نقطة في عملية مضلعات في نظام المعلومات الجغرافية، يعقبها تجميع للبيانات الخاصة بالأسر المعيشية التي تقع في نفس وحدة الإبلاغ (انظر الشكل ثالثاً – ٨). فبدلاً من مواقع نقط تمثل الأسر المعيشية، يمكن أن تمثل النقط أيضاً مراكز متوسطة لمناطق العد الصغيرة. وعلى الرغم من أن حدود هذه المناطق قد لا تتاح، إلاّ أن التجميع في أجزاء مقاطعات أكبر نسبياً أو مناطق مماثلة قد ينتج تقديرات معقولة.

(ب) الاستقراء الداخلي المساحي حيث لا تتوافق الحدود

٣ – ١٧٩ إذا لم تتداخل حدود وحدات الإبلاغ في التعدادين في مستوى للتجميع الجغرافي، فسوف يتطلب الأمر شكلاً من أشكال الاستقراء الداخلي المساحي للحصول على بيانات تعداد متوافقة. والاستقراء الداخلي المساحي عملية نقل بيانات إجماليات السكان، مثلاً، من مجموعة من وحدات الإبلاغ بالبيانات إلى مجموعة أخرى غير متوافقة من الوحدات.

الشكل ثالثاً – ٨ تجميع البيانات مع بيانات النقط

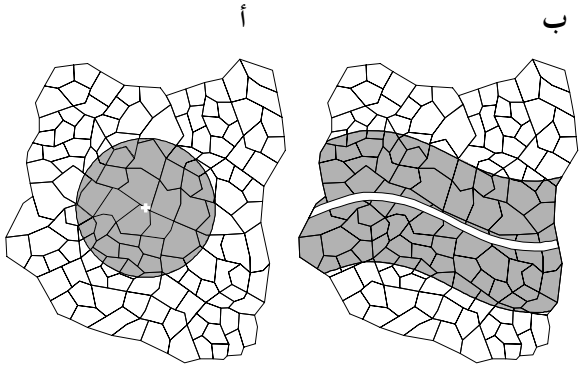


٣ – ١٨٠ يمكن أن تكون مجموعتا الوحدات من نفس النوع – مثلاً وحدات تعداد نقحت بدرجة كبيرة بين تعدادين مختلفين، أو قد تكونا مختلفتين جداً – مثلاً، حيثما يلزم تقدير بيانات التعداد

الديمغرافية بالنسبة للمناطق البرية أو مناطق مستجمعات المياه. كما يتطلب الأمر إجراء الاستقراء الداخلي المساحي عندما يعرف استفسار قاعدة بيانات كعملية قرب مكاني. فمن أجل الحصول، مثلاً، على الخصائص الديمغرافية للسكان المقيمين في نطاق مسافة دائرية حول موقع نقطة مثل مستشفى (انظر الشكل ثالثاً – ٩ أ) أو في نطاق مسافة معيّنة من نهر يفيض بصورة متكررة (انظر الشكل ثالثاً – ٩ ب)، تحدد أولاً منطقة عازلة. ويتم بعد ذلك استقراء داخلي للبيانات الديمغرافية المتاحة لوحدات التعداد الصغيرة لاستنتاج البيانات الخاصة بالمنطقة العازلة.

الشكل ثالثاً – ٩ استنتاج البيانات الخاصة بمناطق لا تتواءم مع حدود وحدات الإبلاغ

٣ – ١٨١ يقدم Flowerdew and others (1991)، و Goodchild and others (1993)؛ Fisher, Langford and others (1995)، أوصافاً لتقنيات الاستقراء الداخلي المساحي. وفي الفقرات التالية،



تسمى مجموعة المناطق التي تتاح البيانات عنها مناطق مرجعية، في حين تسمى المجموعة الثانية من المناطق التي يلزم استنتاج تقديراتها المناطق المستهدفة. ويتوقف تحديد أكثر طرق الاستقراء الداخلي مناسبة على ما إذا كان في إمكاننا أن نفترض توزيع المتغير بصورة متعادلة في المناطق المرجعية، أو المناطق المستهدفة أو في مجموعة ثالثة من المناطق تسمى المناطق الضابطة. وتناقش الفقرات التالية هذه الحالات الثلاث. ويشير المثال الذي تجري مناقشته إلى الاستقراء الداخلي المساحي لقيم سكانية، ولكن يمكن الاستقراء الداخلي المساحي لمتغيرات أخرى أيضاً.

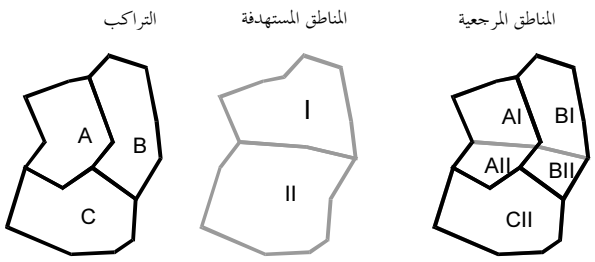
٣ – ١٨٢ غير أن من المهم أن نلاحظ أنه ليست هناك طريقة استقراء داخلي مساحي يمكن أن توفر تقديرات خالية من الخطأ لمؤشرات المنطقة المستهدفة الاجتماعية – الاقتصادية. وفي الواقع، قد تكون الأخطاء غالباً كبيرة بصورة غير مقبولة في التطبيقات التي تتطلب دقة عالية. لهذا يجب النظر إلى الاستقراء الداخلي المساحي على أنه طريقة تمثل الملجأ الأخير، حيثما لا تتاح خيارات أكثر دقة – مثل إعادة تجميع الوحدات الصغيرة لجمع البيانات.

(١) تجانس المناطق المرجعية

٣ – ١٨٣ في أبسط الحالات، يمكننا أن نفترض بصورة معقولة أن توزيع السكان ثابت نسبياً في المناطق المرجعية. فغالباً ما تصمم مكاتب التعداد وحدات الإبلاغ بحيث تكون متجانسة داخلياً. لهذا يكون هذا الافتراض معقولاً إلى حد بعيد ما لم تتسبب ظروف الأرض المتطرفة – جبال شديدة الانحدار، أو مستنقعات، أو صحراوات – في توزيع غير متعادل بدرجة كبيرة للسكان. وإذا كان افتراض تعادل كثافات السكان في كل منطقة مرجعية معقولاً، يمكننا أن نفترض، مثلاً، أنه إذا تراكب ٦٥ في المائة من المنطقة المرجعية أ مع المنطقة المستهدفة ١، فإن ٦٥ في المائة من سكان المنطقة المرجعية أ سيسكنون في المنطقة المستهدفة ١ (انظر الشكل ثالثاً – ١٠). وبمعنى آخر، فإن توزيع السكان سيكون نسبة إلى مناطق التداخل بين المناطق المرجعية والمناطق المستهدفة. لهذا تسمى هذه الطريقة الوزن المساحي.

٣ – ١٨٤ لتوضيح النهج، ارجع إلى الشكل ثالثاً – ١٠ والجدول ثالثاً – ٢. والمعلومات التي نتطلبها – بالإضافة إلى إجماليات السكان لكل منطقة مرجعية – هي المناطق التي تتداخل بين المناطق المرجعية والمناطق المستهدفة. وتنتج عملية عادية لتراكب مضلعات نظام المعلومات الجغرافية هذه الأرقام بسرعة. فيجمع نظام المعلومات الجغرافية بين المضلعات التي تمثل المناطق المرجعية والمناطق المستهدفة وتحسب مساحة كل مضلع جديد. ويبيّن العمود الأول من الجدول ثالثاً – ٢ المعلومات الناتجة. ويلزم الآن تحويل أرقام المساحة بالكيلومترات المربعة إلى نسب تداخل. مثلاً، ٦٥ في المائة من المنطقة المرجعية أ تقع في المنطقة المستهدفة ١ و٣٥ في المائة في المنطقة المستهدفة ٢. وكل ما يتبقى هو ضرب نسب التداخل هذه في عدد سكان المنطقة المرجعية للحصول على تقديرات المنطقة المستهدفة. مثلاً، تقدير سكان المنطقة المستهدفة ٠,٦٥ × عدد سكان المنطقة المرجعية أ + ٠,٧٥ × عدد سكان المنطقة المرجعية ب (لا يتداخل أي جزء من المنطقة المرجعية ج مع المنطقة المستهدفة أولاً). النتيجة هي ٢٨,٥٠٠.

الشكل ثالثاً – ١٠ الاستقراء الداخلي المساحي – تجانس المناطق المرجعية



الجدول ثالثاً – ٢ الاستقراء الداخلي المساحي – بيان الحسابات الخاصة بالمناطق المرجعية المتجانس

	منطقة التداخل (الكيلومتر المربع)			نسب التداخل		عدد السكان بالمناطق المرجعية	عدد السكان بالمناطق المستهدفة	
	أولاً	ثانياً	الإجمالي	أولاً	ثانياً		أولاً	ثانياً
أ	١١٧	٦٣	١٨٠	٠,٦٥	٠,٣٥	١٥,٠٠٠	٩,٧٥٠	٥,٢٥٠
ب	١٥٠	٥٠	٢٠٠	٠,٧٥	٠,٢٥	٢٥,٠٠٠	١٨,٧٥٠	٥,٢٥٠
ج	صفر	٢١٠	٢١٠	٠,٠٠	١,٠٠	١٢,٠٠٠	صفر	١٢,٠٠٠
الإجمالي	٢٦٧	٣٢٣	٥٩٠			٥٢,٠٠٠	**٢٨,٥٠٠**	**٢٣,٥٠٠**

٣ – ١٨٥ يبيّن الوصف مبدأ الوزن المساحي. ومن الناحية العملية هناك طريقة أسهل لتطبيق هذا النهج في نظام المعلومات الجغرافية:

- أولاً، نحسب كثافات سكان المنطقة المرجعية بقسمة إجمالي السكان على مساحة المنطقة، التي يمكن حسابها بنظام المعلومات الجغرافية. ويخزن الناتج في حقل بيانات في جدول خصائص قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية.
- ثم نؤدي عملية تراكب المضلعات ونترك لنظام المعلومات الجغرافية أن يحسب مساحة السطح الصحيحة لكل مضلع جديد لتقاطع.
- بالنسبة لكل مضلع نستنبط الآن تقديراً للسكان بضرب كثافة سكانه التي تحسب في الخطوة الأولى بالتعرف على رقم المساحة الجديد. وكل ما يتبقى هو جمع أرقام السكان لكل مناطق التداخل التي تنتسب إلى نفس المنطقة المستهدفة.

٣ – ١٨٦ تعتبر الكثافات هي العنصر الثابت داخل الوحدات المساحية، ولهذا سوف يكون هناك خطأً دائماً في تقديرات سكان المناطق المستهدفة. وقد يكون هذا الخطأ كبير إلى حد بعيد. ولهذا، فإنه يتوقف على الظروف المحددة في منطقة الدراسة ما إذا كان الاستقراء الداخلي المساحي مناسب أم لا.

٣ – ١٨٧ إذا أُتيحت المعلومات الخاصة بالمناطق غير المأهولة، فإنه يمكن دمجها في إجراء الوزن المساحي بطرح المناطق الخالية من السكان أولاً. مثلاً، يمكن أن تتاح حدود البحيرات، والأراضي الزراعية، والغابات الكثيفة أو المناطق غير المأهولة من طبقات إضافية لنظام المعلومات الجغرافية يمكن استخدامها لتحسين تقديرات عدد سكان المناطق المستهدفة بدرجة كبيرة. وفي علم رسم الخرائط، تسمى هذه التقنية رسم الخرائط الزهيمترية. وللحصول على أرقام أكثر واقعية لكثافة السكان، يغطي راسم الخرائط المناطق غير المأهولة قبل إنتاج خريطة إحصائية ذات فئات مظللة (انظر مثلاً Plane and Rogerson, 1994).

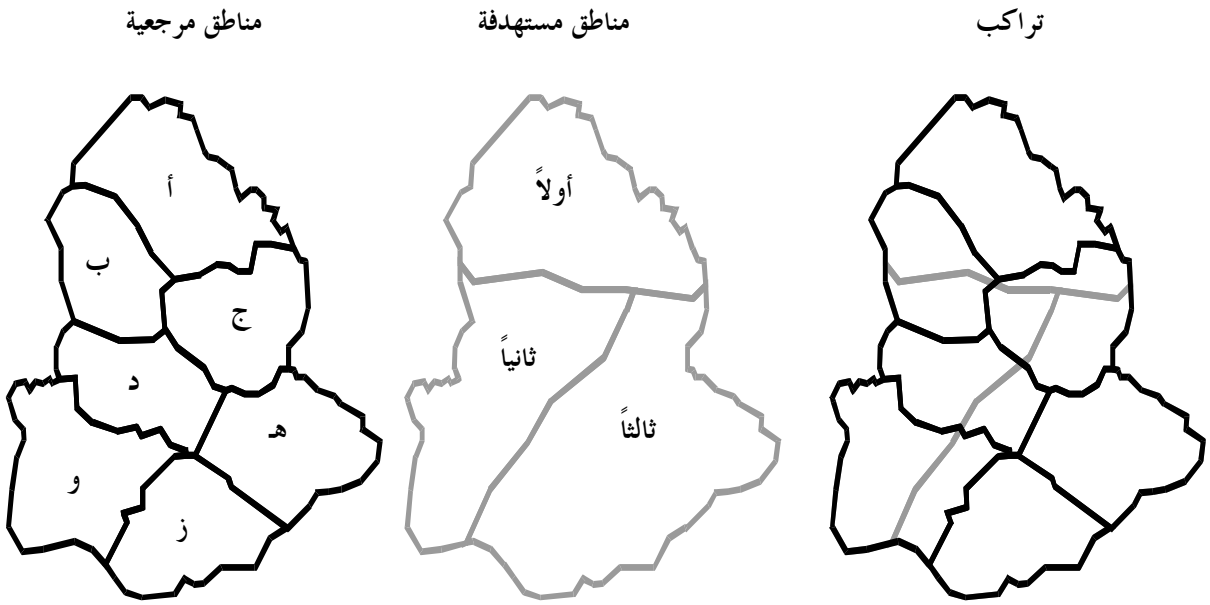
(٢) تجانس المناطق المستهدفة

٣ – ١٨٨ لا ينتج الوزن المساحي نتائج جيدة جداً إذا كانت للمناطق المستهدفة بدلاً من المناطق المرجعية كثافات ثابتة. مثلاً، قد تشمل المناطق المرجعية مقاطعات متغايرة الخواص وكبيرة إلى حد ما، في حين تمثل المناطق المستهدفة استغلال الأراضي أو فئات الغطاء الأرضي. فمن المحتمل أن يكون توزيع السكان في فئات الغطاء الأرضي مثل الحضري والزراعي وغطاء الغابات موحداً نوعاً ما. ويمكننا أن ننتج تقديرات سكان المناطق المستهدفة باستخدام تقنيات التراجع الإحصائي، شريطة أن يكون عدد المناطق المستهدفة أصغر من عدد المناطق المرجعية.

٣ – ١٨٩ بصورة أكبر تحديداً، يمكن تقدير سكان المناطق المستهدفة كمعاملات تراجع خطية خلال الأصل، أي بدون حد ثابت. والمتغير التابع هو عدد سكان المنطقة المرجعية، في حين أن المتغيرات المتنبئة هي مناطق التراكب بين المناطق المرجعية والمناطق المستهدفة.ويمكننا آنذاك أن نستنبط عدد سكان المناطق المستهدفة بضرب الكثافات المقدرة في مناطق التراكب المقابلة والتجميع التالي فوق كل مناطق التراكب مع المنطقة المستهدفة. ويمكن تنفيذ التراجع في أي جداول إلكترونية أو برنامج إحصاء.

٣ – ١٩٠ يقدم الشكل ثالثاً – ٢ والجدول ثالثاً – ٣ مثالاً نريد فيه تقدير إجماليات السكان في ثلاث مناطق مستهدفة يفترض أنها تتميز بتوزيع سكاني متغاير الخواص. ويتاح إجمالي السكان لكل منطقة مرجعية. وتنتج عملية التراكب لنظام المعلومات الجغرافية مساحات التراكب بين المناطق المرجعية والمناطق المستحدثة. وينتج التراجع الخطي تقديرات المعامل (كثافة السكان) ١٦,٠، و١٥,٥، و٢١,٥ وبضرب هذه الأرقام في المساحات الإجمالية الخاصة بكل من المناطق المستهدفة يعطينا تقديرات السكان ١٨,١٧٩، و١٧,٤٢٢، و٣٨,١٩٤. ولا يؤدي جمع هذه القيم بصورة صحيحة إلى إجمالي السكان المعروف في المنطقة الشاملة. ويرجع هذا إلى خطأ في التراجع، يمكن أن يكون كبيراً. ويمكن أن يصحح تعديل موحد بسيط هذه المشكلة.

الشكل ثالثاً – ١١ الاستقراء الداخلي المساحي – مناطق مستهدفة متجانسة



٣ – ١٩١ إذا كان عدد المناطق المستهدفة أكبر من المناطق المرجعية، يجب وضع افتراضات إضافية أو يجب تجميع المناطق المستهدفة. وفي معظم الحالات، حيث لا تختلف الكثافات بصورة مفرطة عبر الوحدات الإدارية، يمكن أداء التراجع ببساطة في برنامج جداول إلكترونية بعد استيراد البيانات الضرورية من نظام المعلومات الجغرافية. غير أنه إذا وجدت كثافات منخفضة بصورة مفرطة في منطقة الدراسة. فقد يحدث أن تنتج معاملات تراجع سالبة، تنطوي على كثافات سكان سالبة. وفي هذه الحالة، يجب استخدام تقنيات تراجع متخصصة أو يمكننا تحديد قيمة الكثافات في المناطق المستهدفة التي تأثرت بصفر أو بقيمة أخرى مقدرة خارجياً (أي تقدير مقيد).

الجدول ثالثاً – ٣ الاستقراء الداخلي المساحي للمناطق المستهدفة المتغايرة الخواص

		مساحة المناطق المتراكبة (بالكيلومتر المربع) مناطق مستهدفة			المساحة الإجمالية
منطقة مرجعية	عدد السكان	أولاً	ثانياً	ثالثاً	(بالكيلومتر المربع)
أ	٩ ٦٩٢	٧٣٥	صفر	صفر	٧٣٥
ب	١٤ ٦١٤	٢٥٨	١٩٨	صفر	٤٥٦
ج	٧ ٤٢٢	١٤٠	١٣١	٢٦٨	٥٣٩
د	٥ ٠٩٢	صفر	٣٣٠	١٥١	٤٨١
هـ	١١ ٦٨٦	صفر	٤٦٦	٢١٢	٦٧٨
و	٦ ٥٠٣	صفر	صفر	٥٣٩	٥٣٩
ز	١٩ ٥٦١	صفر	صفر	٧٠٧	٦٠٧
الإجمالي	٧٤ ٥٧٠	١ ١٣٣	١ ١٢٥	١ ٧٧٧	٤ ٠٣٥
الكثافات المقدرة		١٦,٠	١٥,٥	٢١,٥	
تقديرات السكان		**١٨ ١٧٩**	**١٧ ٤٤٢**	**٣٨ ١٩٤**	

(٣) المناطق الضابطة المتجانسة

٣ – ١٩٢ أخيراً، في الحالات التي لا يمكن فيها افتراض أن كثافات المناطق المرجعية أو المستهدفة متجانسة، يمكننا أن ندخل معلومات مساعدة مثل قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية خاصة بوحدات يفترض أن لها كثافات ثابتة. ومن أمثلة ذلك خرائط استغلال الأراضي المحوّلة رقمياً (Moxy and Allanson, 1994) أو صورة مصنفة التقطت بالاستشعار من بعد (Langford and others, 1991). ولا يلزم أن تتواءم المناطق الضابطة هذه مع المناطق المرجعية أو المناطق المستهدفة. ويجمع نهج المناطق الضابطة بين تقديرات التراجع للمناطق المستهدفة المتجانسة وبين الوزن المساحي المناسب للمناطق المرجعية المتجانسة.

٣ – ١٩٣ يمكن تقدير كثافات المناطق الضابطة باستخدام التراجع الخطي خلال الأصل، كما وصفنا في القسم السابق، شريطة أن يكون عدد المناطق الضابطة أصغر من عدد المناطق المرجعية. وبهذه الكثافات المقدرة، يمكننا آنذاك أن نقدر عدد سكان المناطق المستهدفة باستخدام مساحات التراكب بين المناطق المرجعية والمناطق المستهدفة. وهذا يماثل الوزن المساحي، كما وصفنا في موضع سابق. وفي هذه الخطوة الثانية، لا يتقيد عدد المناطق المستهدفة بعدد المناطق المرجعية.

(٤) الخلاصة

٣ – ١٩٤ توفر الأشكال الثلاثة المختلفة لتقنيات الاستقراء الداخلي المساحي التي أوجزناها أعلاه، إلى جانب الإضافات المقترحة فيما سبق مجموعة شاملة من الأدوات لنقل البيانات من مجموعة وحدات مساحية إلى مجموعة أخرى غير متوافقة. غير أنه يجب أن نكرر أنه استناداً إلى تغاير الكثافات في منطقة الدراسة ونوعية المعلومات المساعدة، فإن الأخطاء المتأصلة في التقدير يمكن أن تكون كبيرة إلى حد بعيد. لهذا، فإن جمع معلومات إضافية على مستويات عالية من حيث حدة الوضوح نهج مفضل دائماً إذا تطلب الأمر استحداث بيانات عالية الدقة.

٣ – ١٩٥ اقترح عدد من الطرائق الأخرى للاستقراء الداخلي المساحي. وبعضها لا يقدر عدد سكان المناطق المستهدفة بصورة مباشرة. وبدلاً من ذلك، يوزع عدد السكان في كل من المناطق المرجعية أولاً على تشابك دقيق لخلايا الشبكة – أي طبقة من طبقات بيانات خطوط المسح بنظام المعلومات الجغرافية – تغطي منطقة الدراسة. وهناك عدة قواعد محتملة لهذه العملية.

٣ – ١٩٦ يمكن الافتراض بأن توزيع السكان يجري بصورة سلسة جداً. ففي أي مقاطعة معيّنة، يمكن أن نتوقع إذن أن عدداً أكبر من الناس يعيش في مناطق تتاخم مقاطعات أخرى تعلو بها كثافات السكان عن المناطق القريبة من تلك المناطق ذات كثافات السكان المنخفضة. وهذا هو مبدأ الاستقراء الداخلي المساحي السلس للكتل الكبيرة لتوبلر (Tobler, 1979). وتعني كلمة ''Pycnophylactic'' حفظ الكتل الكبيرة ويعني هذا أن إجمالي سكان كل خلايا شبكة خطوط المسح داخل مقاطعة سوف يصل إلى إجمالي المقاطعة المعروف بعد أن يقوم الاستقراء الداخلي المساحي المتكرر بتوزيع السكان ومن ثم يكون السطح الناتج عن ذلك سلس إلى أقصى حد. والبديل هو أنه يمكن أن يستهدي تحويل المضلعات إلى بيانات خطوط المسح بمعلومات إضافية مثل استغلال الأراضي، والبنية الأساسية للطرق، وأنماط المستوطنات والمؤشرات الأخرى الخاصة بكثافة السكان. ويستعرض Bracken and Martin (1989)، و(1991) Martin، و(1994) Langford and Unwin، و(1996) Deichman، هذين النهجين وعدة مناهج أخرى بتفصيل أكبر.

(ج) قواعد البيانات الزمنية لنظام المعلومات الجغرافية

٣ – ١٩٧ يجب أن تحاول وكالة التعداد، في المدى الطويل، أن تقلل إلى أدنى حد من حالات عدم التوافق بين وحدات الإبلاغ الإحصائية المستخدمة للتعدادات المختلفة. ويشمل هذا وضع استراتيجية مستهدفة لجمع وإدارة البيانات على مر الزمن. والنتيجة المثالية هي استحداث قاعدة بيانات زمنية لنظام المعلومات الجغرافية تربط الحدود والبيانات التي يتم جمعها في فترات زمنية مختلفة (انظر الاستعراض الشامل للانجران (Langran, 1992)). وهناك ثلاث استراتيجيات أساسية لمعالجة التغيرات في حدود الوحدات الإدارية أو وحدات الإبلاغ في قواعد البيانات المسندة مكانياً:

- تخزين مجموعات بيانات الحدود لكل فترة زمنية بصورة منفصلة.
- فرض تحقيق الاتساق بين البيانات التاريخية وبين أحدث مجموعة متاحة من الحدود.
- دمج المعلومات حول السلسلة الزمنية الكاملة في قاعدة البيانات.

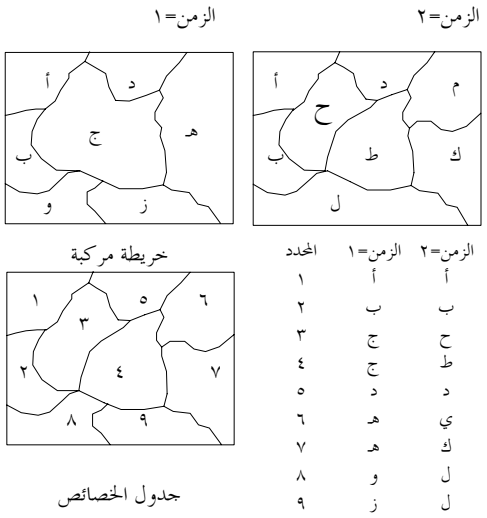
٣ – ١٩٨ في الاستراتيجية الأولى، تخزن الحدود الإدارية لكل تعداد في طبقة بيانات مستقلة لنظام المعلومات الجغرافية. وعيب هذه الخطة هو أنه لا يوجد ارتباط مباشر بين البيانات للفترات الزمنية المختلفة. ولحساب معدلات نمو الوحدات التي تغيرت حدودها على مر الزمن بين التعدادات، مثلاً، يلزم القيام بمعالجة إضافية كبيرة.

٣ – ١٩٩ تشمل الاستراتيجية الثانية التوفيق بين البيانات الخاصة بفترات زمنية مختلفة لتوائم حدود الوحدات الإدارية لأحدث تعداد متاح. وفي الحالات التي تدمج الوحدات الأصغر لتعداد سابق لتكوين منطقة إبلاغ جديدة أكبر، يمكن ببساطة تجميع البيانات أيضاً. غير أن الأكثر احتمالاً في معظم الحالات أن المقاطعات تقسم بين التعدادات أو تضع حدود جديدة تماماً. وفي الحالتين، يتطلب تكوين سلسلة زمنية متسقة من البيانات خطة لتحقيق تجانس البيانات. فإما أن يتم تجميع المقاطعات المنفردة إلى أدنى مستوى تتواءم عنده مجموعتا

بيانات الحدود (''أدنى مقام مشترك'')، أو يجرى شكل من أشكال الاستقراء الداخلي المساحي كما وصفنا في القسم السابق.

٣ – ٢٠٠ الخيار الثالث هو استحداث قاعدة بيانات زمنية مكانية متكاملة تماماً وتعتمد على تخزين المعلومات الكاملة عن تغيرات الحدود على مر الزمن في قاعدة البيانات (انظر الشكل ثالثاً – ١٢). وفي مثل هذا النظام، تتألف مجموعة البيانات المكانية من مجموعة من المضلعات الابتدائية، يخص كل منها فقط وحدة إدارية في زمن معيّن. وتشكل المضلعات الابتدائية ما يسمى مركب الزمن والمكان – أي تراكب كل مجموعات بيانات الحدود المعنية. ولكل مضلع محدد متفرد ومدخل أو مدخلين في جدول انتقال يسجل الفترة الزمنية التي ألحقت فيها الوحدة المساحية بوحدة إدارية معيّنة. وفي حالة أي استفسار معيّن، يختار النظام السجلات المناسبة في جدول الانتقال ويجمع المضلعات الابتدائية التي خصت نفس المقاطعة في الزمن المحدد. ويمكن عندئذ ربط مجموعة البيانات الناتجة بجدول بيانات معيّن للتعداد المقابل وذلك لرسم الخرائط أو لاستفسار آخر.

الشكل ثالثاً – ١٢ قاعدة بيانات زمنية مكانية بسيطة

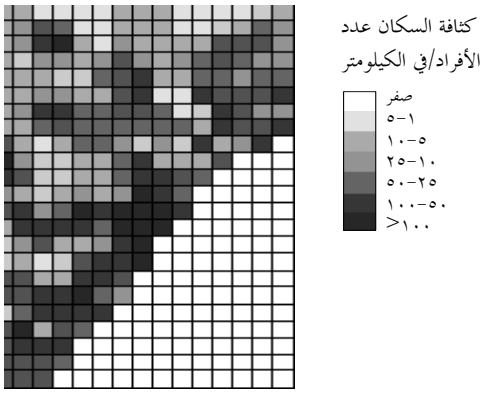


٣ – ٢٠١ يكفل هذا النموذج للبيانات سجلاً لتغيرات الحدود على مر الزمن. غير أنه لا يحل مشكلة استحداث سلسلة زمنية متسقة لمؤشرات التعداد. ونظراً لأن جداول البيانات لكل تعداد توجد في جداول بيانات منفصلة غير متوافقة غالباً، فإن الأمر سيظل يتطلب شكلاً من أشكال الاستقراء الداخلي المساحي لمقارنة بيانات التعداد عبر الزمن.

٣ – بيانات السكان بخلايا الشبكة

٣ – ٢٠٢ تمثل مناطق العد أو الوحدات الإدارية في نظام المعلومات الجغرافية كمضلعات ذات أشكال غير منتظمة. وبالنسبة لبعض التطبيقات، تنطوي الأشكال والأحجام المختلفة لوحدات الإبلاغ هذه عن بعض العيوب. لهذا استحدثت الأجهزة الإحصائية الوطنية في عدة بلدان قواعد بيانات للتعداد خاصة بخلايا الشبكة المنتظمة (انظر الشكل ثالثاً – ١٣). وتتراوح أحجام خلايا الشبكة بين ١٠٠ متر مستخدمة في المملكة المتحدة، وكيلومتر واحد في اليابان وجمهورية كوريا، وخمسة كيلومترات مستخدمة في بعض قواعد البيانات الدولية.

الشكل ثالثاً – ١٣ كثافة السكان في شبكة خطوط مسح منتظمة



٣ – ٢٠٣ كان أحد دوافع هذا الإجراء في الماضي هو أن بيانات خطوط المسح كان يمكن تخزينها ومعالجتها بسهولة أكبر على الحاسوب. فبدلاً من تخزين إحداثيات الحدود، تتألف بيانات خطوط المسح بنظام المعلومات الجغرافية أساساً من قائمة طويلة من قيم البيانات. ويشير عنوان صغير إلى الحاسوب بعدد قيم البيانات (الأعمدة) المخزنة في كل صف، فضلاً عن إحداثيات الحدود وحجم خلايا الشبكة في وحدات العالم الحقيقي. وكان يمكن بسهولة إنتاج خرائط بيانات خطوط المسح بنظام المعلومات الجغرافية على طابعات السطور ببساطة بطباعة قيم البيانات أو رمز للنص في مجموعة منتظمة من الصفوف والأعمدة.

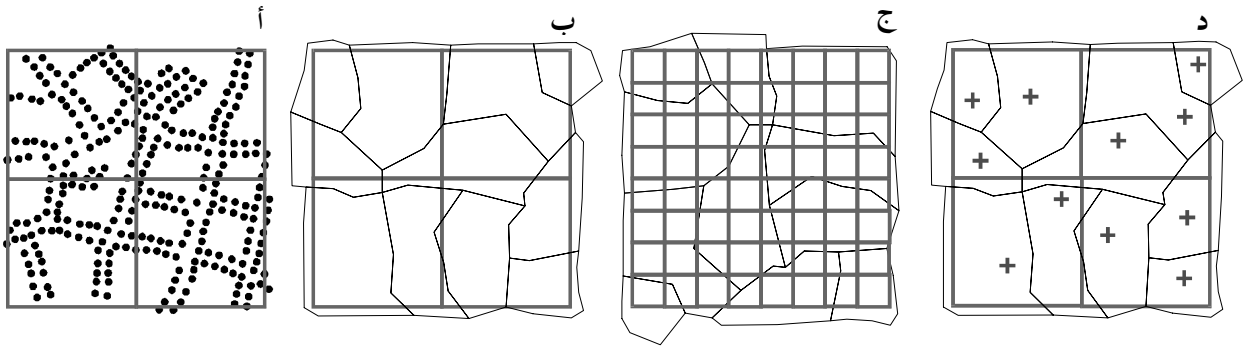
٣ – ٢٠٤ لكن لبيانات السكان المبيّنة على شبكة بعض المزايا الأخرى أيضاً. فالكثير من البيانات البيئية يخزن كبيانات خطوط مسح، بما في ذلك مؤشري الارتفاعات والمناخ. لهذا، يتم تسهيل تحليل مؤشرات السكان والمؤشرات البيئية بدرجة كبيرة عن طريق تخزين نوعي البيانات على السواء كشبكتين. كما توفر المناطق المعادلة لكل وحدات الإبلاغ أيضاً مظهراً أكثر توحداً لرسم الخرائط المواضيعية. والمثال الجيد على هذا هو خرائط كثافة السكان المبيّنة على شبكات في أطلس السكان الخاص بالصين (مكتب تعداد السكان، ١٩٨٧) والأطلس الوطني للسويد (هيئة الإحصاء السويدية، ١٩٩٣).

٣ – ٢٠٥ هناك عدة مناهج لاستحداث خلايا شبكة من بيانات وحدات الإبلاغ للتعداد (مثل OHTOMO, 1991). وسوف تتحقق أكثر النتائج دقة إذا خصصت الأسر المعيشية أو وحدات المساكن المنفردة لخلايا الشبكة (انظر الشكل ثالثاً – ١٤ أ). وقد يكون هذا مباشراً في بعض الحالات، وبصفة خاصة إذا نظمت وكالة التعداد سجلاً للعناوين المسندة جغرافياً يرتبط بمجموعة بيانات التعداد الجزئية. ونتيجة لانخفاض أسعار نظام المعلومات الجغرافية يمكن للمرء أن يتخيّل أن مزيداً من البلدان سوف ينتج هذه البيانات، مثلاً، عن طريق تزويد كل عدّاد بنظام المعلومات الجغرافية خلال التعداد، وبذا يتم حصر الإحداثي المضبوط للأسرة المعيشية، إلى جانب خصائصها. وإذا استخدمت التقنيات اليدوية، فسوف يتطلب الأمر خرائط بمقياس رسم كبير لكل مستوطنة، ويمكن فيها تحديد الأسر المعيشية بصورة منفردة. ومن الواضح أن هذه مهمة مكثفة العمالة بصورة مفرطة وقليل من مكاتب التعداد يمتلك الموارد التي تمكنها من استحداث قواعد بيانات شبكية بهذه الطريقة.

٣ – ٢٠٦ الخيار الثاني هو ببساطة تخصيص وحدات إبلاغ التعداد بمربع شبكي، إذا كان أكثر من نصف منطقتها يقع في نطاق تلك الخلية (انظر الشكل ثالثاً – ١٤ ب). ومن ناحية أخرى، قد تتطابق منطقة عد كبيرة مع عدة خلايا شبكية أصغر بكثير (انظر الشكل ثالثاً – ١٤ ج). في هذه الحالة، يمكن تخصيص بيانات منطقة العد في إجماليها إلى خلية الشبكة التي تحتوي على المركز المتوسط لعدد سكان منطقة العد. ويجب إلحاق المركز المتوسط للسكان تفاعلياً. وهو يحدد نقطة تمثيل في منطقة العد يجب أن تتطابق مع أكبر تجمع سكاني في المنطقة. وبديلاً عن ذلك، يمكن أن توزع البيانات بالتساوي عبر كل خلايا الشبكة التي تقع في منطقة العد.

٣ – ٢٠٧ يمكن أيضاً استخدام المراكز الوسطى أو نقاط التمثيل مباشرة لتخصيص بيانات منطقة عد لخلايا الشبكة. ويمكن للمحلل أن يختار تخصيص بيانات منطقة عد لتلك الخلية الشبكية التي تقع فيها نقاط تمثيلها. وينتج استخدام نقاط التمثيل التي توزن سكانياً نتائج أفضل من استخدام مراكز وسطى هندسية يحسبها نظام المعلومات الجغرافية. (انظر الشكل ثالثاً – ١٤ د).

الشكل ثالثاً – ١٤ الطرق البديلة لإنتاج بيانات السكان لمربعات الشبكة



٣ – ٢٠٨ أخيراً، يمكننا أيضاً أن نستخدم تقنيات الاستقراء الداخلي المساحي التي وصفناها في موضع سابق لتقدير بيانات التعداد لخلايا الشبكة. وهنا، فإن المناطق المرجعية هي مناطق العد الخاصة بالتعداد وتتألف المناطق المستهدفة من طبقة من بيانات المضلعات تمثل الشبكة العادية. ولا بد أن يولّد الوزن المساحي البسيط نتائج مرضية، شريطة أن تكون مناطق العد صغيرة. وكما هو الحال بالنسبة لكل الطرائق الأخرى، يمكن أن تطبق هذه التقنية باستخدام الوظائف المتراكبة العادية لنظام المعلومات الجغرافية.

٣ – ٢٠٩ بالنسبة لتخزين البيانات، هناك خياران. أحدهما هو تخزين خلايا الشبكة في صيغة متجهات حيث تكون كل خلية شبكة أساساً مضلع مربع. ويتيح هذا التخزين السهل لمؤشرات التعداد في جدول خصائص المضلع لقاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية. غير أن التخزين بهذه الطريقة يعني أنه لا يمكن استغلال مزايا نظام المعلومات الجغرافية القائمة على خطوط المسح، من حيث إنها أسرع وأسهل معالجة، ومن حيث توافقها مع مجموعات البيانات البيئية. وهناك خيار يجمع بين مزاياهما على السواء، أي قدرات قواعد البيانات العلاقاتية لصيغة المتجهات وتعدد استعمالات شبكات خطوط المسح، وهو استخدام برنامج نظام معلومات جغرافية تتوفر له القدرة على إدارة جداول الخصائص لخلايا شبكة خطوط المسح. ويتطلب الأمر شبكة واحدة فقط، يخصص محدد متفرد لكل خلية فيها. ويشير المحدد إلى جدول خصائص يحتوي على كل مؤشرات التعداد. ويمكن لنظام المعلومات الجغرافية آنذاك أن يصل دينامياً إلى أي من هذه المؤشرات لرسم الخرائط أو التحليل.

بيان المصادر والمراجـع

Ahmed, M.M. (1996). نظـام المعلومـات الجغرافـية وتطبـيقاته الإحصـائية في مصـر. *Journal of Economic Cooperation among Islamic Countries*، المجلـد ١٧، رقـم ١ – ٢، الصفحات ٢٥ – ٣٩.

Antenucci, J.C. and others (1991). *Geographic Information Systems: A Guide to the Technology*. New York: Van Nostrand Reinhold.

Aronoff, S. (1991). *Geographic Information Systems: A Management Perspective*. Ottawa: WDL Publications.

ASCE (1994). *The Glossary of the Mapping Sciences*. Bethesda, Maryland: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing and American Society for Civil Engineers.

Batini, C., S. Ceri and S.B. Navathe (1992). *Conceptual Database Design. An Entity - Relationship Approach*. Redwood City, California: Benjamin/Cummings.

Batty, M. (1992). *Sharing Information in Third World Planning Agencies* NCGIA Technical Report 92 - 8. Buffalo, New York: National Center for Geographic Information and Analysis. (ftp://ftp.ncgia.ucsb.edu/pub/Publications/Tech_Reports/92/92 - 8.PDF).

_____، D.F. Marble and A. Gar - On Yeh (1995). *Training Manual on Geographic Information Systems in local/regional planning*. Nagoya, Japan: مركز الأمم المتحدة للتنمية الإقليمية.

Becker, P., and others (1996). *GIS Development Guide*. Local Government Demonstration Grant, Erie County Water Authority. Buffalo, New York: National Center for Geographic Information and Analysis, GIS Resources Group Inc. (www.geog.buffalo.edu/ncgia/sara/).

Ben - Moshe, E. (1997). دمج مشروع نظام معلومات جغرافية وطني في إطـار تخطيـط وتطبيـق تعداد سكاني. حلقـة عمل أوروبيـة – بـحر أوسطيـة حول التكنولوجيات الجديدة لجولـة تعـداد عـام ٢٠٠٠. ١٦ – ٢٠ آذار/مـارس. (www.cbs.gov.il/mifkad/euromedit.htm).

Bertin, J. (1983). *Semiology of Graphics: Diagrams, Networks, Maps*. Madison, Wisconsin: University of Wisconsin Press. Original in French *Semiologie Graphique*, Paris, 1977.

Boehme, R. (1991). *Inventory of World Topographic Mapping*. Essex, United Kingdom: Elsevier Science Publishers.

Bond, D. and L. Worrall (1996). أنظمة المعلومات الجغرافية والتحليل المكـاني والسياسـة العامـة – الـتجربة الـبريطانية. *Proceedings of the Fifth Independence Conference of the International Association for Official Statistics*. Reykjavik، ١ – ٥ تموز/يوليه.

_____، and others, eds. (1994). *GIS, Spatial Analysis and Public Policy.* Conference proceedings. Coleraine, United Kingdom: University of Ulster.

Bossler, J.D. and R.W. Schmidley (1997). نظام محمول جواً يبشر بتقدم على نطاق واسع لرسم الخرائط، *GIS WORLD* vol 10, no. 6, pp. 46 - 48.

Bracken, I., and D. Martin (1989). جيل توزيعات السكان المكانية من بيانات المراكز الوسطى للتعداد، *Environment and Planning A*, 21, pp. 537 - 543.

Brewer, C. (1994). دليل استخدام الألـوان لرسـم الخـرائط وتصورها. In *Visualization in Modern Cartography*, A.M. MacEachren and D.R.F. Taylor, eds. London: Pergamon.

Broome, F.R. and others (1995). رسم الخرائط آلياً في مكتب الولايات المتحدة للتعداد: ١٩٨٠ – ١٩٩٤ (الجزآن الأول والثاني)، *Cartography and Geographic Information Systems*, vol. 22, no.2.

BUCEN (1978). *Mapping for Censuses and Surveys*, Statistical Training Document ISP - TR - 3. العاصـمة واشـنطن: وزارة الـتجارة الأمريكـية، مكتـب التعداد.

_____، (١٩٩٧). الخطة التشغيلية لتكنولوجيا المعلومات للتعداد العشـري ١٩٩٨ – ٢٠٠٢. العاصـمة واشـنطن: مكتـب الولايات المتحدة للتعداد. ٧ تشرين الثاني/نوفمبر.

Bugayevskiy, L.M., and J.P. Snyder (1992). *Map Projections: A Reference Mannual*. London: Taylor and Francis.

Canters, F., and H. Decleir (1989). *The World in Perspective. A Directory of World Map Projections*, New York: John Wiley and Sons.

Carlson, G.R. and B. Patel (1997). فجر عهد جديد للصور الجغرافية المكانية. *GIS World*, vol. 10, no. 3, pp. 12 - 15. (www.geoplace.com/print/gw/1997/0397feat.html).

Clarke, D. (1997). رسم الخرائط لتعمير جنوب أفريقيا. In *Framework for the World*, D. Rhind, ed. Cambridge, United Kingdom: GeoInformation International.

Clayton, C. and J. Estes (1980). تحليل الصور كمراجعة لدقة عد التعداد. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, no. 46, pp. 757 - 764.

Coiner, J.C. (1997). قابلية نموذج نظام المعلومات الجغرافية لمنشآت قطر للنقل والتطبيق في فييت نام وجامايكا. *Proceedings GIS/GPS Conference 97*. الدوحة ٢ – ٤، آذار/مارس. (www.gisqatar.org.qa/conf97/links/f3.html).

Cost, F. (1997). *Pocket Guide to Digital Printing*, Albany, New York: Delmar Publishers.

Dana, P.H. (1997). عرض عام للنظام العالمي لتحديد المواقع. أوستن، تكساس: The Geographers Craft Project. (On - line) (www.utexas.edu/depts/grg/gcraft/notes/gps/gps_f.html).

Danko, D.M. (1992). The Digital Chart of the World Project, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, vol. 58, no. 8, pp. 1125 - 1128.

Deichmann, U. (1996). استعراض لتصميم ونمذجة قاعدة بيانات مكانية للسكان، تقرير تقني 3 - 96 TR. سانتا بربارا، كاليفورنيا: المركز الوطني للمعلومات الجغرافية والتحليل الجغرافي. (ftp://ncgia.ucsb.edu/pub/Publications/tech_reports/96/96 - 3/).

Dent, B.D. (1999). *Cartography: Thematic Map design*, 5th edition, Dubuque, Iowa: Wm. C. Brown Publishers.

Duke - Williams, O. and P. Rees (1998). هل يمكن للمسؤولين عن التعداد أن ينشروا إحصائيات خاصة بأكثر من جغرافية منطقة صغيرة فقط؟ تحليل لمشكلة التمييز في الكشف الإحصائي. *International Journal of Geographical Information Science*, vol. 12, no. 6, pp. 579 - 605.

المكتب الوطني للإحصاء في إريتريا (١٩٩٦). التصميم الأوّلي لعمليات التعداد الجغرافية. أسمرة: المكتب الوطني للإحصاء.

Espejo, A.B. (1996). استخدام نظام المعلومات الجغرافية في تعداد المكسيك. *Proceedings of the Expert Group Meeting on Innovative Techniques for Population Censuses and Large - Scale Demographic Surveys*, 22 - 26 April. The Hague: Netherlands Interdisciplinary Demographic Institute and United Nations Population Fund.

ESRI (1995). إرشادات نشر البيانات لبرنامج شركة معهد البحوث البيئية، White paper. Redlands, California: Environmental Systems Research Institute. (available at www.esri.com).

_____، (١٩٩٧). مستقبل نظام المعلومات الجغرافية على الإنترنت، White paper. Redlands, California: Environmental Systems Research Institute. (available at www.esri.com).

EUROSTAT (1996). Statistics and Geography. *Sigma - The Bulletin of European statistics* (summer).

Falkner, E. (1994). التصوير الجوي: طرائق وتطبيقات. Boca Raton, Florida: CRC Press.

FGDC (1997 a). *Framework Introduction and Guide*. Washington, D.C.: Federal Geographic Data Committee.

_____، (١٩٩٧ ب). اللجنة الفرعية المتعلقة بالبيانات الثقافية والديمغرافية. Washington, D.C.: Federal Geographic Data Committee (www.census.gov/geo/www/standards/scdd/index.html).

Fisher, P.F., and M. Langford (1995). نمذجة الأخطاء في الاستقراء الداخلي المساحي بين الأنظمة المناطقية عن طريق محاكاة مونت كارلو, *Environment and Planning A*, 27, pp. 211 - 224.

Flowerdew, R., M. Green and E. Kehris (1991). استخدام طرائق الاستقراء الداخلي المساحي في نظام المعلومات الجغرافية. *Papers in Regional Science*, no. 70, pp. 303 - 315.

Foote, K.E. and A.P. Kirvan (1997). WebGIS. NCGIA Core Curriculum in GIScience. www.ncgia.ucsb.edu/giscc/units/u133/u133.html, (posted 13 July. 1998).

Fothergill, S. and J. Vincent (1985). *The State of the Nation: An Atlas of Britain in the Eighties*. London: Pan Books.

French, G.T. (1996). *Understanding the GPS*. Bethesda, Maryland: GeoResearch.

Gebizlioglu, L.Ö., H.M. Aral and N. Teksoy (1996). تأثير الاستشعار من بعد على الإحصاءات الرسمية، *Journal of Economic Cooperation among Islamic Countries*, vol. 17, no. 1 - 2, pp. 1 - 23.

Geomatics Canada (1994). *National Topographic Database. Standards and Specifications.* Quebec: The National Surveys, Mapping and Remote Sensing Organization, Natural Resources Canada.

GIS World (1998). *GIS Source Book*. Fort Collins, Colorado: GIS World. (www.geoplace.com) (محدث سنوياً منذ عام ١٩٨٩)

Goodchild, M.F., L. Anselin and U. Deichmann (1993). إطار للاستقراء الداخلي المساحي للبيانات الاجتماعية والاقتصادية. *Environment and Planning A*, 25, pp. 383 - 397.

Graham, L.A. (1997). Modern - day magic: options abound for raster - to - vector conversion, *GIS World*, vol. 10, no 7, pp. 32 - 38 (www.geoplace.com/gw).

Hall, T., and others (1997). Comparison of GPS and GPS+GLONASS Positioning Performance. Proceedings ION GPS - 97, Kansas City, Missouri, 16 - 19 September. (satnav.atc.II.mit.edu/papers/timsept97/sep97tim.html).

Heine, G. (1997). Geographical information standards. Luxembourg: European Commission, Directorate XIII/E (www2.echo.lu/oii/en/gis.html).

Hohl, P., ed. (1998). *GIS Data Conversion. Strategies, Techniques, Management*. Santa Fe, New Mexico. Onward Press.

Jensen, J.R. (1996). *Introductory Digital Image Processing: A remote Sensing Perspective*, 2nd edition, New York: Prentice - Hall.

Johnson, J. and H.J. Onstrud (1995). هل يستأهل الأمر استعادة التكاليف؟ *Conference of Proceedings of the Annual the URISA*, San Antonio, Texas, July. (www.spatial.maine.edu/onstrud.html).

Johnson, L.E. (1997). *GIS World*, vol. 10, no. 2 p. 57. عوامل نجاح التطبيق.

Jones, C. (1997). *Geographical Information Systems and Computer Cartography*. Harlow, Essex, United Kingdom: Longman.

Kennedy, M. (1996). *The Global Positioning System and GIS: An Introduction*. Ann Arbor, Michigan: Ann Arbor Press.

Kraak, M.J. and F.J.Ormeling, (1997). *Cartography - Visualization of Spatial Data*, Harlow, Essex, United Kingdom: Longman.

Lang, A. (1997). *GIS World*, vol. 10, no. 8, p. 58. مواصفات الدقة تؤثر على نجاح التطبيق.

Lang, A. (1997) اختبار أجهزة استقبال منخفضة التكلفة للنظام العالمي لتحديد المواقع، *GIS World*, vol. 10, no. 6, p. 36.

Langford, M., D.J. Maguire and D.J. Unwin (1991). مشكلة الاستقراء الداخلي المساحي: تقدير السكان باستخدام الاستشعار من بعد في إطار نظام المعلومات الجغرافية. *In Handling Geographical Information: Methodology and Potential Application*, E. Masser and M. Blackemore, eds. Harlow, Essex, United Kingdom: Longman.

_____، and D.J. Unwin (1994). استحداث ورسم خرائط مواضع كثافة السكان في نظام المعلومات الجغرافية. *The Cartographic Journal*, no. 31, (21 - 25 June).

Langran, G. (1992). *Time in Geographic Information Systems*, London: Taylor and Francis.

Larsgaard, M.L. (1993). *Topographic Mapping of Africa, Antarctica and Eurasia*. Provo, Utah: Western Association of Map Libraries.

Leick, A. (1995). *GPS Satellite Surveying*, 2nd edition. New York: John Wiley and Sons.

Li, L. (1997). دراسة جدوى لإطار المساكن. *GIS/LIS Proceedings*. Denver, Colorado, 19 - 21 November.

Lillesand, T.M. and R.W. Keifer (1994). *Remote Sensing and Image interpretation*, 3rd edition. New York: John Wiley and Sons.

Lo, C.P. (1986). *Applied Remote Sensing*, London: Longman.

ـــــــــ، (١٩٩٥). التقدير الآلي للسكان ووحدات المساكن من صور الساتل الشديدة الوضوح: نهج نظام المعلومات الجغرافية. *International Journal of Remote Sensing*, vol. 16, no. 1, pp. 17 - 34.

Lynch, M. and K.E. Foote (1997). Legal Issues Relating to GIS: The Geographer's Craft Project. Austin: University of Texas. (wwwhost.cc.utexas.edu/ftp/pub/grg/gcraft/contents.html)

MacEachren, A.M. (1994). *Some Truth with Maps: A Primer on Symbolization and Design*. Washington, D.C.: Association of American Geographers.

ـــــــــ، (١٩٩٥). *How Maps Work. Representation, Visualization and Design*. New York: Guilford Press.

Martin (1991). *Geographic Information Systems and their Socio - economic Applications*. London: Routledge.

McDonnel, R. and K. Kemp (1995). *International GIS Directory*. Cambridge, United Kingdom: GeoInformation International.

Michael, J. (1997). التصوير الفوتوغرافي العمودي – المبادئ، تصميم المشروع، القضايا، المنفعة، الدقة، الاقتصاد، *Proceedings GIS/GPS Conference 97*. الدوحة، ٢ – ٤ آذار/مارس. (www.gisqatar.org.qa/conf97/links/h1.html).

Misra, P. (1993). الاستخدام المتكامل لنظام المعلومات الجغرافية والشبكة الوطنية لملاحة التوابع الاصطناعية GLONASS في الطيران المدني. *The Lincoln Laboratory Journal*, vol. 6, no. 2, pp. 231 - 248. (satnav.atc.11.mit.edu/papers/LLournal/Misra.html)

Moellering, H. and R. Hogan, eds. (1997). *Spatial Database Transfer Standards 2: Characteristics for Assessing Standards and Full Descriptions of the National and International Standards in the World*. Amsterdam: International Geographic Association, Pergamon, Elsevier Science.

Monmonier, M. (1993). *Mapping is Out. Expository Cartography for the Humanities and Social Sciences*. Chicago: University of Chicago Press.

ـــــــــ، (١٩٩٦). *How to Lie with Maps*, 2nd edition, Chicago: University of Chicago Press.

Montgomery, G.E. and H.C. Schuch (1994). *GIS Data Conversion Handbook.* Fort Collins, Colorado: GIS World.

Moxey, A. and P. Allanson (1994). الاستقراء الداخلي المساحي للمتغيرات الموسعة مكانياً – مقارنة للتقنيات البديلة. *International Journal of Geographic Information Systems*, vol. 8 no. 5, pp. 479 - 487.

Murray, J.D. and W. van Ryper (1994). *Encyclopedia Of Graphics File Formats*. Sebastopol, California: O'Reilly & Associates, Inc.

National Research Council (1997). *The Future of the Spatial Data and Society: Summary of a Workshop*. Washington, D.C.: National Academy Press (www.nap.edu/readingroom/books/spa)

NCGIA (1998). *GIS Core Curriculum*. Santa Barbara, California: National Center for Geographic Information and Analysis. (www.ncgia.ucsb.edu/giscc)

NCHS (1997). *Atlas of the United States Mortality*. Washington, D.C.: National Center for Health Statistics, Center for Disease Control and Prevention.

NIDI (1996). *Proceedings of the Expert Group meeting on Innovative Techniques for Population Censuses and Large - scale Demographic Surveys*, 22 - 26 April. The Hague: Netherlands Interdisciplinary Demographic Institute and United Nations Population Fund. (www.nidi.nl/innotec/index.html)

Nordisk Kvantif (1987). *Digital Map Data Bases. Economics and User Experiences in North America*. Arendal, Norway: Joint Nordic Project - Community Benefit of Digital Spatial Information, VIAK A/S.

ـــــــــ، (١٩٩٠). *Economics of Geographic Information*. Helsinki: National Board of Survey.

Ohtoma, A. (1991). قواعد البيانات الإحصائية للمناطق الصغيرة. Second Interregional Workshop on Population Databases and Related Topics. Jakarta, 14 - 19 January. New York: United Nations Department of Technical Cooperation for Development and The Statistical Office.

Onsrud, H.J. (1992a). تأييداً للوصول المفتوح إلى المعلومات الجغرافية التي تتوفر للهيئات العامة. *GIS Law*, 1992, vol. 1, no. 1, pp. 3 - 6. (www.spatial.maine.edu/onsrud.html)

ـــــــــ، (1992 b). تأييداً لاستعادة تكلفة المعلومات الجغرافية التي تقدمها الهيئات العامة. *GIS Law*, 1992, vol.1, no. 2, pp. 1 - 7. (www.spatial.maine.edu/onsrud.html)

ـــــــــ، and X. Lopez (1997). حقوق الملكية الفكرية بالنسبة لنشر البيانات، والمنتجات، والخدمات الجغرافية: أوجه الخلاف والتشابه بين نهج الاتحاد الأوروبي ونهج الولايات المتحدة. In *Geographic Information: The European Dimension* I. Masser, and F. Salge, eds., London: Taylor and Francis.

Ooishi, T., and others (1998). نظام التعداد الآلي للمقاطعات الكثيفة السكان. *Proceedings of the Eighteenth Annual ESRI Users Conference*. Redlands, California: Environmental Systems Research Institute.

Open GIS Consortium (1996). *The OpenGIS Guide: Introduction to Interoperable Geoprocessing*. Wayland, Massachusetts: Open GIS Consortium, Inc. (www.opengis.org).

Openshaw, S., ed. (1995). *Census Users Handbook*. Cambridge, United Kingdom: Geoinformation International.

Ordnance Survey (1993). *Address - Point User Guide*. Southampton, United Kingdom: Ordnance Survey.

Padmanabhan, G., J. Yoon and M. Leipnik (1992). *A Glossary of GIS Terminology*. Technical Report 92 - 13, Santa Barbara, California: National Center for Geographic Information and Analysis.

Paulsen, B. (1992). *Urban Applications of Satellite Remote Sensing and GIS Analysis*, Urban Management Programme Discussion Paper No. 9. Washington, D.C.: World Bank.

Pazner, M., N. Thies and R. Chávez (1994). *Simple Computer Imaging and Mapping*. London, Ontario: Think Space, Inc.

Plane, D.A., and P.A. Rogerson (1994). *The geographical analysis of population*. New York: John Wiley and Sons.

Plewe, B. (1997). *GIS Online: Information Retrieval, Mapping and the Internet*. Santa Fe, New Mexico: OnWord Press.

Population Census Office (1987). *The Population Atlas of China*. Hong Kong: Population Census Office and Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences, Oxford University Press.

Prévost, Y. and P. Gilruth (1997). *Environmental Information Systems in sub - Saharan Africa*. Building Blocks for Africa 2025, Paper No. 12. Washington, D.C.: World Bank and New York: United Nations Development Programmes and United Nations Statistical office.

Rajani, P. (1996). نماذج بسيطة تعكس تجزئة سوق نظام المعلومات الجغرافية. *GIS World*, vol. 9, no. 12, p. 130.

Rhind, D. (1991). حصر الناس: دور نظام المعلومات الجغرافية. In *Geographical information systems - principles and applications*, D.J. Maguire, M.F. Goodchild and D.W. Rhind, eds., vol.1, pp.127 - 137. London: Longman.

ـــــــــ، (١٩٩٢). الوصول إلى البيانات، تقاضي الرسوم وحقوق النشر وآثارهما على نظام المعلومات الجغرافية. *International Journal of Geographical Information Systems*, vol. 6, no. 1, pp. 13 - 30.

ـــــــــ، ed. (1997). *Framework for the World*. Cambridge, United Kingdom: GeoInformation International.

Ritter, N. (1996). The GeoTIFF Web page. (http://home.earthlink.net/-ritter/geotiff/geotiff.html)

Robinson, A.H., and others (1995). *Elements of Cartography*, 6th edition. New York: John Wiley and Sons.

Romano, F.J. (1996). *Pocket Guide to Digital Prepress*. Albany, New York: Delmar Publishers.

Satellitbild (1994). مشروع إسناد: تعداد السكان الوطني في نيجيريا. Kiruna, Sweden: Swedish Space Corporation. (www.ssc.se/sb/ssc_sb.html)

Schmidt, J.J. (1996). تقييم نظام عالمي لتحديد المواقع يحمل باليد لتسجيل خرائط المساحة. *GIS/LIS Proceedings*. Denver, Colorado. 19 - 21 November.

Snyder, J.P. (1982). *Map Projections Used by the US Geological Survey*. Washington, D.C.: Government Printing Office.

———، (1993). *Flattening the Earth: Two Thousand Years of Map Projections*. Chicago: University of Chicago Press.

Statistics Sweden (1993). *National Atlas of Sweden*, Stockholm: SNA Publishing.

Steffey, D.L., and N.M. Bradburn, eds. (1994). *Counting People in the Information Age*. Washington, D.C.: National Academy Press.

Suharto, S., D.M. Vu (1996). عمل خرائطي مبرمج حاسوبياً للتعدادات والدراسات الاستقصائية. *Proceedings of the Expert Group Meeting on Innovative Techniques for Population Censuses and Large - scale Demographic Surveys*, 22 - 26 April. The Hague: Netherlands Interdisciplinary Demographic Institute and United Nations Population Fund. (www.un.org/Depts/unsd/softproj/papers/sv01.htm)

Thygesen, L. (1996). GIS and official statistics - Synergy or clash? *Proceedings of the Fifth Independent Conference of the International Association of Official Statistics*. Reykjavik, 1 - 5 July.

Tobler, W.R. (1979). الاستقراء الداخلي السلس للكتل الكبيرة في المناطق الجغرافية. *Journal of the American Statistical Association*, vol. 74, no. 367, pp. 519 - 530.

Tripathi, R.R. (1995). تحديث وتحسين خرائط التعداد القاعدية باستخدام أنظمة عالمية لتحديد المواقع. قُدّم إلى حلقة عمل TSS/CST حول جمع البيانات، ومعالجتها، ونشرها، والانتفاع بها. نيويورك ١٥ – ١٩ أيار/مايو.

Tufte, E. R. (1983). *The Visual Display of Quantitative Information*. Cheshire, Connecticut: Graphics Press.

———، (1990). *Envisioning Information*. Cheshire, Connecticut: Graphics Press.

Tveite, H., and S. Langaas (1995). تقييم الدقة في مجموعات البيانات الجغرافية الخطية: حالة الخريطة الرقمية للعالم، *Proceedings from the Fifth Scandinavian Research Conference on Geographical Information Systems*.

United Nations (1988). *The Geography of Fertility in the ESCAP Region*. Asian Population Studies Series, No. 62 - k. Bangkok: Economic and Social Commission for Asia and the Pacific.

———، (1993). *World Urbanization Prospects*. Sales No. 93. XIII.II.

———، (1997 a). *Geographical Information Systems for Population Statistics*. Studies in Methods, No. 68. Sales No. E.97.XVII.30 (www.un.org/Depts/unsd/demotss/intro2.htm)

———، (1997b). *PopMap - Users' Guide and Reference Manual*. (www.un.org/Depts/unsd/softproj/index.htm).

———، (1997c). MapScan Manual. (www.un.org/Depts/unsd/softproj/index.htm).

———، (1998). *Principles and Recommendations for Population and Housing Censuses, Revision 1*. Statistical Papers. No. 67/Rev. 1. Sales No. E.98.XVII.8.

United Nations Environment Programme (1997). *A Survey of Geographic Information Systems and Image Processing Software*. Sioux Falls, South Dakota: Environmental Assessment Program. (http://grid2.cr.usgs.gov/survey)

Vu, D.M. (1996). PopMap: Geographical software for developing countries, *Proceedings of the Expert for Group Meeting on Innovative Techniques Population Censuses and Large - scale Demographic Surveys*. 22 - 26 April. The Hague, Netherlands: Interdisciplinary Demographic Institute and United Nations Population Fund. (www.un.org/Depts/unsd/softproj/papers/vdm961.htm)

———، (1994) P. Gerland and D. Castillo - PopMap خطوة نحو انتفاع ونشر أفضل لبيانات السكان – دراسة حالة لأطلس التعداد الوطني. Working Paper No. 37. Work Session on Geographical Information Systems, Trondheim, Norway, 12 - 14 June. (See also, http://ilm425.nlh.no/gis/dcw/dcw.html).

27 - 30 September. Voorburg, Netherlands: statistical Commission of the Economic commission for Europe, conference of European Statisticians.

Waldorf, S.P. (1995). رسم الخرائط التجاري: التصميم حسب الطلب والإنتاج، *Cartography and Geographic Information Systems*, vol. 22, no. 2.

Waters, H. (1995). دراسات جدوى لمشروعات رسم الخرائط في البلدان النامية. *The Cartographic Journal*, no. 32, (December), pp. 143 - 147.

Wood, C.H. and C.P. Keller, eds. (1996) *Cartographic Design: Theoretical and Practical Perspectives*. New York: John Wiley and Sons.

Worrall, L. (1994). الاستثمار في نظام المعلومات الجغرافية يثبت أهليته: وجهة نظر حكومة محلية، *International Journal of Geographical Information Systems*, vol. 8, no. 6, pp. 545 - 565.

Wurman, R.S. (1997) *Information Architects*. New York: Graphics Inc.

المرفق أولاً – أنظمة المعلومات الجغرافية

ألف – عرض عام لأنظمة المعلومات الجغرافية

يعتبر نظام المعلومات الجغرافية (GIS) أداة تستند إلى الحاسوب لإدخال، وتخزين، وإدارة، واسترجاع، وتحديث، وتحليل، وإخراج المعلومات. وهذه المعلومات التي يشملها نظام المعلومات الجغرافية تتعلق بخصائص مواقع أو مناطق جغرافية. وبمعنى آخر، يتيح نظام المعلومات الجغرافية الإجابة على أسئلة حول مكان الأشياء أو حول ماهية الأشياء التي توجد في موقع معيّن.

ولاصطلاح "نظام المعلومات الجغرافية" (GIS) معان مختلفة في سياقات مختلفة. فيمكن أن يشير إلى النظام الشامل من المعدات والبرمجيات المستخدمة للتعامل مع المعلومات المكانية. وقد يشير إلى برنامج حاسوبي معين مصمم لمعالجة المعلومات المتعلقة بالمعالم الجغرافية. وقد يشير إلى تطبيق، مثل قاعدة بيانات جغرافية شاكلة لبلد أو منطقة. وأخيراً، يستخدم أحياناً لوصف مجال دراسة تهتم بالطرق، واللوغاريتمات، والإجراءات الخاصة بالتعامل مع البيانات الجغرافية. مثلاً، يقدم عدد كبير من الجامعات الآن مناهج تمنح عنها درجات في نظام المعلومات الجغرافية. ويستخدم اصطلاح "علم المعلومات الجغرافية" بصورة متزايدة للإشارة إلى البحث الأكاديمي حول البرامج والإجراءات الجغرافية التي تستند إلى الحاسوب.

وقد ساهمت عدة علوم في وضع أسس نظام المعلومات الجغرافية، كما يبيّن ذلك الشكل – المرفق أولاً – ١. وقد ساهمت تقاليد عمليات المسح والعمل الخرائطي في وضع قواعد وأدوات قياس وتمثيل معالم العالم الحقيقي. ويوفر علم الحاسوب الإطار لتخزين وإدارة المعلومات الجغرافية ويساهم، إلى جانب الرياضيات، بأدوات معالجة الأجسام الهندسية التي تمثل المعالم الجغرافية في العالم الحقيقي. وبتزويده ببيانات من الدراسات الاستقصائية الاجتماعية – الاقتصادية البيئية والطبوغرافية، يدعم نظام المعلومات الجغرافية التطبيقات في نطاق واسع من المجالات. وتتراوح هذه بين الميادين الأكاديمية بدرجة كبيرة مثل علم الآثار القديمة أو علم المحيطات إلى التطبيقات التجارية بما في ذلك التسويق أو بيع وشراء العقارات.

تتوفر التطبيقات من نوع الجرد في قطاع المرافق، حيث تدير شركة تلفونات وتحفظ بنيتها الفيزيائية، مثلاً، باستخدام قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية. وتعتبر أنظمة إصدار سندات ملكية الأراضي التي تديرها الوكالات الحكومية المحلية والإقليمية مثالاً آخر. وفي بعض الميادين، يستخدم نظام المعلومات الجغرافية لدعم جمع البيانات. وبطبيعة الحال، فإن استخدام رسم الخرائط الرقمية لعمليات التعداد ونشر البيانات أكثر الأمثلة صلة بالموضوع في سياق الدليل الحالي. ويوجد المزيد من التطبيقات التحليلية في القطاع الأكاديمي، فضلاً عن الكثير من الميادين التطبيقية مثل إدارة الموارد الطبيعية أو التسويق. وتستخدم شركات الغابات، مثلاً، نظام المعلومات الجغرافية لتعظيم القطع المستديم للأشجار، كما تستخدم شركات التسويق أو البيع بالتجزئة التحليل المكاني المتقدم لاستهداف العملاء أو لتحديد موقع منشأة جديدة.

الشكل – المرفق أولاً – ١ أسس نظام المعلومات الجغرافية (عن Jones, 1997)

١ – المعدات، والبرمجيات، والبيانات

تناقش موضوعات المعدات والبرمجيات في الفصل الثاني في سياق رسم خرائط التعداد. وبصفة عامة، لا تختلف المعدات المطلوبة عن المعدات التي تستخدم في تطبيقات قائمة على الرسوم البيانية التي تتميز بأحجام بيانات كبيرة: جهاز حاسوب أو محطة عمل رفيعة المستوى ومتوافقة، شاشة كبيرة شديدة الوضوح وأجهزة الإدخال المعتادة – لوحة المفاتيح والفأر. وتستخدم جداول تحويل رقمي كبيرة الصيغة أو جهاز مسح لتحويل الخرائط الورقية المطبوعة إلى قواعد بيانات رقمية. كما تستخدم مثل هذه الأدوات من جانب المهندسين المعماريين أو مصممي الرسوم البيانية. وتستخدم الراسمات البيانية كبيرة الصيغة وطابعات الحاسوب المنضدي لإنتاج مخرجات الخرائط للعرض والتحليل المرئي.

تطورت برمجيات نظام المعلومات الجغرافية بسرعة في السنوات الأخيرة من أنظمة قائمة على خط التعليمات التي كانت صعبة التعلم إلى برامج تشغلها قائمة ويسهل استخدامها ويستطيع أي شخص أن يستخدمها بأدنى حد من التدريب. ويستخدم محلّلو أنظمة المعلومات الجغرافية البرامج الرفيعة المستوى والتي تستحدث قواعد بيانات جديدة وتنفذ تحليلاً مكانياً متقدماً. وفي المستوى المتوسط، يوجد الآن عدد من برامج رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب المنضدي تجمع بين الوصلة البينيّة المعيارية لويندوز ونطاق واسع من القدرات من حيث مدخلات البيانات، وإدارتها، وتحليلها، ومخرجاتها. وأخيراً، وعلى المستوى المنخفض، تتاح برامج وحدات استعراض وتصفح البيانات الجغرافية. ولا تسمح هذه البرامج للمستعمل بتغيير البيانات، ولكنها توفر الكثير من وظائف العرض. ومثل هذه البرامج، التي يوزع بعضها بلا مقابل، تعتبر أداة ممتازة لتوزيع البيانات.

من التطورات الحديثة ظهور صناديق أدوات لروتينات (أوامر تنفيذ عمليات) أو ''أهداف'' برامج ترتبط بنظام المعلومات الجغرافية يبيعها عدة بائعين لنظام المعلومات الجغرافية، وتتيح للمستعمل بناء تطبيقات حسب الطلب لرسم الخرائط في نطاق بيئات برمجة معيارية في الصناعة وتستند إلى أهداف. وقد تكون هذه أنظمة منفصلة، أو يمكن إدماجها في برامج أخرى. ويشمل بعض هذه المنتجات أيضاً الأدوات اللازمة لاستحداث تطبيقات رسم خرائط تستند إلى الإنترنت.

يبدو أن اتجاهات البرامج الحالية لنظام المعلومات الجغرافية يتركز على جانبين: رسم خريطة الإنترنت وتصميم الوحدات المنفصلة المكملة التي تتيح دمجها في وظائف نظام معلومات جغرافية في أي تطبيق. وقد يستطيع المستعملون قريباً تنفيذ استفسار عن بيانات بنظام المعلومات الجغرافية وتحليلها على قواعد بيانات مكانية جغرافية بعيدة، باستخدام وحداتهم لاستعراض وتصفح الشبكة العالمية وبرنامج حاسوبي يمكن ترحيلهما على أجهزتهم الحاسوبية حسب الطلب. وبالنسبة للتطبيقات الرفيعة المستوى، ربما يحدث مزيد من التجميع بين مجموعات نظام المعلومات الجغرافية وأنظمة إدارة قواعد البيانات العلاقاتية. وكما تستخدم برامج نظام المعلومات الجغرافية أنظمة إدارة قواعد البيانات العلاقاتية لتخزين ومعالجة معلومات الخصائص، فإن بعض أنظمة إدارة قواعد البيانات تشمل بالفعل وظائف تخزين ومعالجة أجسام جغرافية. ولهذا قد يختفي التمييز بين نظام المعلومات الجغرافية وغيرها من أنظمة المعلومات تدريجياً.

تزود البيانات تطبيقات نظام المعلومات الجغرافية بالوقود (انظر الشكل – المرفق أولاً – ٢). فمعظم مجموعات بيانات نظام المعلومات الجغرافية الشائعة معادلات رقمية للخرائط الورقية المطبوعة مثل الخرائط الطبوغرافية التي تبيّن الطرق، والأنهار، وكونتورات الارتفاعات، والمستوطنات. وتشمل المعلومات المواضيعية خصائص اجتماعية واقتصادية يتم إسنادها بالوحدات الإدارية، وخرائط مفسرة تبيّن الغطاء النباتي أو استغلال الأراضي ومؤشرات مستمدة منها مثل حدود مستجمعات الأمطار أو المستجمعات المائية. ويمكن وصف أي جسم جغرافي يظهر على خريطة رقمية بتفصيل عظيم في جدول بيانات يربط بقاعدة بيانات مكانية. وفي بعض الأحيان، قد تكفي خصائص قليلة لوصف مجموعة من المعالم. وفي حالات أخرى، مثلاً لقاعدة بيانات تعداد، يمكن أن تكون معلومات الخصائص المخزنة في النظام موسعة.

الشكل – المرفق أولاً – ٢ أنواع المعلومات المخزنة في نظام المعلومات الجغرافية

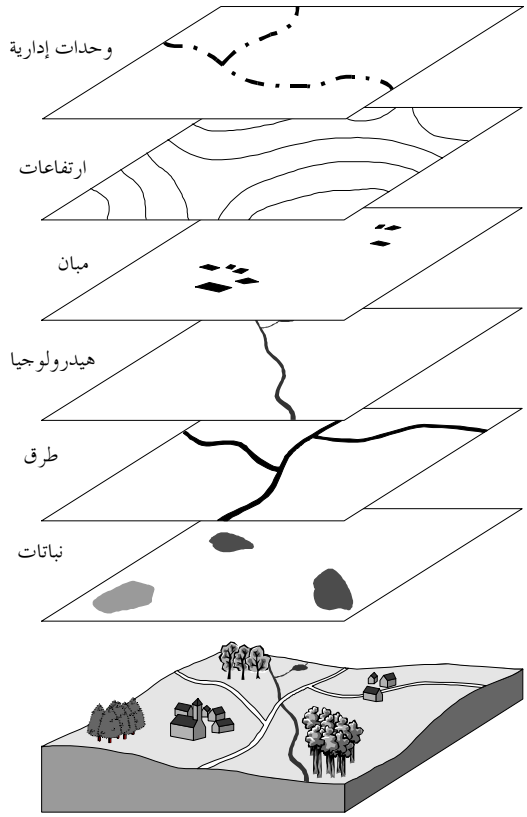
هناك مصدر آخر للمعلومات الجغرافية وهو الاستشعار من بعد. ويمكن دمج الصور التي تلتقطها الطائرات على ارتفاع منخفض أو من السواتل في معلومات أخرى مسندة مكانياً. وفي بعض الأحيان توفر هذه الصور ببساطة خلفية لمعلومات الخرائط المواضيعية أو

الطبوغرافية. غير أن الأغلب هو أن المعلومات تفسر وتستخرج من هذه الصور وتخزن كمعلومات خرائط رقمية. وأخيراً، يمكن أيضاً دمج المعلومات المتعددة الوسائط مثل الصور الفوتوغرافية، أو الفيديو، أو النص، أو حتى الصوت في نظام المعلومات الجغرافية. ويتم الدمج غالباً عن طريق وحدات ربط جاهزة يستطيع بها المستعمل أن يضغط تفاعلياً على معلم لمشاهدة صور أو فيديو للموقع الجغرافي.

٢ – طبقات البيانات الجغرافية

تعتبر قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية تمثيلاً يستند إلى الحاسوب للعالم الحقيقي. وتوفر برمجيات نظام المعلومات الجغرافية أدوات تنظيم المعلومات حول المعالم المحددة مكانياً. والمبدأ التنظيمي الأساسي لنظام المعلومات الجغرافية هو طبقة البيانات. فبدلاً من تخزين كل المعالم المكانية في مكان واحد، كخريطة طبوغرافية، يمكن جمع مجموعات من المعالم المتماثلة في واحد من عدد من هذه الطبقات الخاصة بالبيانات (انظر الشكل – المرفق أولاً – ٣).

الشكل – المرفق أولاً – ٣ طبقات البيانات – المكان كنظام فهرسة



يشمل نظام المعلومات الجغرافية الشامل طبقات من المعالم الفيزيائية مثل الطرق، والأنهار، والمباني، فضلاً عن طبقات من المعالم المحددة مثل الحدود الإدارية أو المناطق البريدية التي لا يمكن ملاحظتها على الأرض. وبالإضافة، يتيح برنامج نظام المعلومات الجغرافية لنا استحداث طبقات بيانات جديدة استناداً إلى الطبقات القائمة. مثلاً، يمكن أن تبيّن طبقة جديدة من البيانات مستجمعات مائية مستمدة من بيانات الارتفاعات الرقمية أو كل المناطق على مسافة محددة من مستشفى.

في عملية استحداث قاعد بيانات نظام المعلومات الجغرافية متعدد الطبقات، يمكن استخراج المعالم من نطاق من المصادر الطبوغرافية والمواضيعية المختلفة. وبالإضافة، غالباً ما تدمج الملاحظات الميدانية والبيانات المستشعرة من بعد أو الصور الفوتوغرافية الملتقطة من الجو في بيانات الخرائط. ويوفر نظام المعلومات الجغرافية الأدوات التي تدمج كل هذه المجموعات من البيانات المختلفة في إطار مرجعي شائع يحدده نظام إحداثيات جغرافي. ويتيح هذا للمستعمل أن يجمع مختلف أنواع البيانات ، أو يستحدث معلومات جديدة، أو ينفذ الاستفسارات المعقدة التي تشمل عدة طبقات لبيانات (انظر القسم ج). ويشار أحياناً إلى القدرة على دمج بيانات من مصادر غير متجانسة باستخدام الموقع الجغرافي كرابط باستخدام المكان كنظام فهرسة. وهذه بالتأكيد من أهم فوائد نظام المعلومات الجغرافية.

باء – نماذج بيانات نظام المعلومات الجغرافية

على الرغم من عدم تجانس المعلومات التي يمكن أن تخزن في نظام المعلومات الجغرافية، هناك فقط عدد قليل من الطرق الشائعة لتمثيل المعلومات المكانية في قاعدة بيانات نظام معلومات جغرافية. وعند استحداث تطبيق لنظام معلومات جغرافية، يلزم ترجمة معالم العالم الحقيقي إلى تمثيلات بسيطة يمكن تخزينها ومعالجتها على الحاسوب. ويهيمن نموذجان للبيانات – التمثيلات الداخلية الرقمية للمعلومات – حالياً على البرامج التجارية لنظام المعلومات الجغرافية: نموذج البيانات القائمة على المتجهات، الذي يستخدم لترميز المعالم المتميزة مثل المنازل، أو الطرق، أو المقاطعات، ونموذج البيانات القائمة على خطوط المسح، الذي غالباً ما يستخدم لتمثيل ظواهر متغيرة بصفة مستمرة مثل الارتفاع أو المناخ، ولكنه يستخدم أيضاً لتخزين بيانات الصور أو التصاوير المستندة إلى كاميرات السواتل والطائرات. وبالنسبة لتطبيقات التعداد، عادة ما يفيد استخدام نموذج بيانات المتجهات بدرجة أكبر، على الرغم من أنه يتم تخزين الكثير من مجموعات البيانات المساعدة بصورة أكثر مناسبة باستخدام نموذج بيانات خطوط المسح.

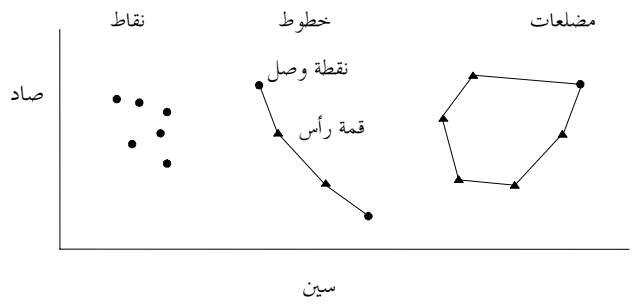
١ – المتجهات

تمثل أنظمة المعلومات الجغرافية القائمة على المتجهات معالم العالم الحقيقي باستخدام مجموعة من الأوّليات الهندسية: النقاط، والخطوط، والمضلعات (انظر الشكل – المرفق أولاً – ٤). وتمثل النقطة في قاعدة بيانات حاسوبية بإحداثيي سين وصاد. والخط يمثل تسلسلاً لإحداثيي

سين وصاد، تسمى النقاط الطرفية وفقاً له نقط الوصل وتسمى النقط الوسيطة بسلسلة إحداثيات سين وصاد التي تحدد الخط. وتمثل المضلعات أو المناطق بسلسلة مغلقة من الخطوط بحيث تعادل النقطة الأولى النقطة الأخيرة للحلقة. وقد تستخدم النقاط لتمثيل المنازل، أو الآبار أو نقط الضبط الجيوديسية؛ وهي خطوط تصف معالم مثل الطرق أو الأنهار؛ وتمثل المضلعات مثلاً مناطق العد أو مقاطعاته.

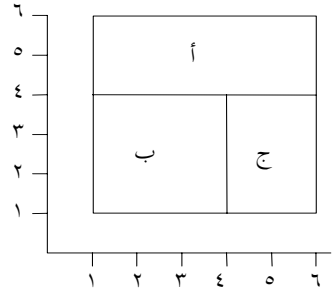
وتخزن أبسط نماذج بيانات المتجهات البيانات دون إنشاء علاقات بين المعالم الجغرافية (انظر الشكل – المرفق أولاً – ٥). ويسمى هذا أحياناً نموذج الاسباجيتي (مثل Aronoff, 1991)، حيث إن الخطوط في قاعدة بيانات تتداخل ولا تتقاطع، مثل الاسباجيتي على طبق. ويخزن المزيد من نماذج البيانات الطبولوجية المتقدمة، العلاقات بين المعالم المختلفة في قاعدة بيانات. مثلاً، تُقسّم الخطوط التي تتقاطع وتضاف نقط وصل عند التقاطع. وبدلاً من تحديد الحدود بين المضلعات المتجاورة مرتين – مرة لكل مضلع مغلق الحلقة – يخزن الخط مرة واحدة فقط، إلى جانب المعلومات التي يحدد على أساسها موقع المضلع إلى يمين أو يسار الخط على التوالي. وتخزن المعلومات الخاصة بالعلاقات بين نقط الوصل والخطوط والمضلعات في جداول الخصائص.

الشكل – المرفق أولاً – ٤ النقاط، والخطوط، والمضلعات



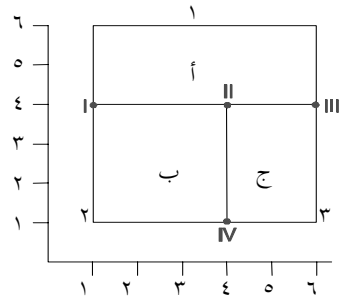
الشكل – المرفق أولاً – ٥ نماذج بيانات المتجهات: اسباجيتي مقابل طبولوجية

تكوين بيانات "الاسباجيتي"



مضلع	إحداثيات
أ	(١,٤)، (١,٦)، (٦,٦)، (٦,٤)، (٤,٤)، (٤,١)
ب	(١,٤)، (٤,٤)، (٤,١)، (١,١)، (١,٤)
ج	(٤,٤)، (٦,٤)، (٦,١)، (٤,١)، (٤,٤)

تكوين البيانات الطبولوجية



مضلع	خطوط
أ	١، ٤، ٥
ب	٢، ٤، ٦
ج	٣، ٥، ٦

الخطوط	صاد	سين	نقطة وصل
١، ٢، ٤	٤	١	١
٤، ٥، ٦	٤	٦	٢
١، ٣، ٥	٤	٤	٣
٢، ٣، ٦	١	٦	٤

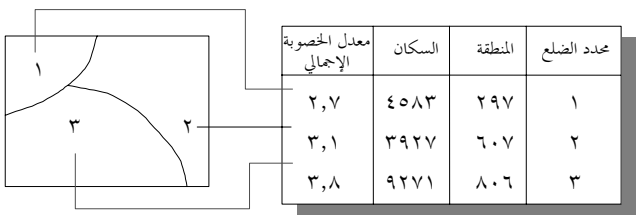
مضلع أيمن	مضلع أيسر	إلى نقطة وصل	من نقطة وصل	الخط
أ	خارجي	٣	١	١
خارجي	ب	٤	١	٢
ج	خارجي	٤	٣	٣
ب	أ	٢	١	٤
ج	أ	٣	٢	٥
ب	ج	٤	٢	٦

O = "المضلع الخارجي"

تتضح ميزة النموذج الطبولوجي إذا تصورنا الأسئلة التي يمكن أن نسألها ونطلب إجابتها من قاعدة بيانات مكانية. وتتيح قاعدة البيانات المكانية المهيكلة طبولوجياً الاستفسارات السريعة حول أجسام البيانات الفردية وعلاقتها بأجسام بيانات أخرى. مثلاً، يتعين على النظام، لتحديد كل الأجسام المجاورة لمنطقة عد معينة بسرعة، أن يفحص ببساطة قائمة من الخطوط التي تحدد منطقة العد هذه ويعثر على كل مناطق العد المتبقية التي تحدها هذه الخطوط أيضاً.

تستخدم برامج نظام المعلومات الجغرافية الرفيعة المستوى هياكل بيانات معدة طبولوجياً بصورة كاملة وتتيح إجراء عمليات معقدة مثل مراكبة المضلعات. وفي هذه العملية، يتم الجمع بين مجموعتي بيانات متجهات – مثلاً المقاطعات الإدارية وحدود المستجمعات المائية. ويتم استحداث مضلعات أصغر جديدة بتقاطع المضلعات من مجموعتي بيانات المدخلات على السواء. وتستخدم معظم أنظمة رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب المنضدي هياكل بيانات أبسط. وفي هذه الهياكل، يتم تحديد كل المضلعات كحلقات مغلقة بحيث تخزن الخطوط التي تحدد الحدود بين مقاطعتين مرتين في قاعدة البيانات.

الشكل – المرفق أولاً – ٦ البيانات المكانية وغير المكانية المخزنة في نظام معلومات جغرافية قائمة على المتجهات



محدد الضلع	المنطقة	السكان	معدل الخصوبة الإجمالي
١	٢٩٧	٤٥٨٣	٢,٧
٢	٦٠٧	٣٩٢٧	٣,١
٣	٨٠٦	٩٢٧١	٣,٨

يوصف كل معلم في قاعدة البيانات داخلياً بمحدد متفرد يربط بين المعلم الهندسي وإدخال مقابل في جدول بيانات أو خصائص (انظر الشكل – المرفق أولاً – ٦). ويستطيع المستعمل أن يضيف معلومات حول كل معلم في سجل قاعدة البيانات المقابلة. فبالنسبة للنقط التي تمثل المنازل، قد يذكر المستعمل العنوان البريدي، ونوع المنزل وما إذا كان بالمنزل كهرباء ومرافق صحية أم لا. وفي قاعدة بيانات لمناطق العد، قد يضيف المستعمل الرمز الإداري الرسمي، وعدد وحدات المساكن وأية بيانات تعداد تكون قد حصرت لمنطقة العد. ولأغراض العملية، تستخدم معظم أنظمة المعلومات الجغرافية نموذج قاعدة بيانات علاقاتية لتخزين الخصائص أو المعلومات غير المكانية بصورة منفصلة (يناقش الفصل الثاني هذه الموضوعات بتفصيل أكبر). ويتم دمج ملفات الخصائص بصورة وثيقة مع البيانات الجغرافية الرقمية ويمكن الوصول إليها عن طريق نظام المعلومات الجغرافية أو نظام لإدارة قاعدة بيانات علاقاتية.

بين النموذجين المتطرفين – الاسباجيتي البسيط أو النموذج المعقد المعد طبولوجياً بصورة كاملة – وجدت بعض برامج رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب المنضدي حلاً وسطاً. وفيما لا تكون هذه الأنظمة طبولوجية بصورة كاملة، فإنها تتيح الحساب السريع للمعلومات المتعلقة بالجوار ونوعية الربط. لهذا تجمع بين سهولة تنقيح نموذج البيانات البسيطة وعناصر من القدرات التحليلية القوية التي يوفرها نموذج البيانات الطبولوجية القائمة على المتجهات لنظام المعلومات الجغرافية.

٢ – خطوط المسح

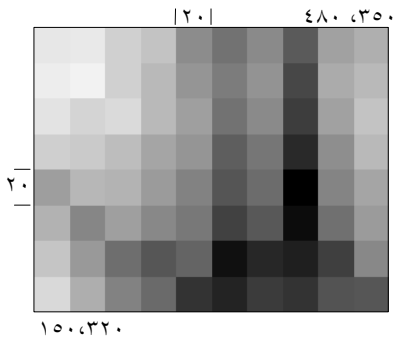
تقسم برامج نظام المعلومات الجغرافية القائمة على خطوط المسح المكان إلى مجموعة من الصفوف والأعمدة. وتُسمّى الخلية في هذه المجموعة أو الشبكة أحياناً نقطة ضوئية، تخص عنصر صورة وتكشف عن أصل نموذج هذه البيانات في الاستشعار من بعد ومعالجة الصور. وفي معظم أنظمة خطوط المسح، تخزن قيمة الخاصية في أي موقع معيّن، كالارتفاع مثلاً، في الخلية المقابلة لخطوط المسح. لهذا، فإن قاعدة بيانات خطوط مسح الارتفاع ببساطة هي شريط طويل من أرقام الارتفاع. والمعلومات الوحيدة التي يتطلبها النظام هي عدد الصفوف والأعمدة في صورة قائمة على خطوط المسح، وحجم خلايا خطوط المسح (وهي عادة مربعة) في وحدات العالم الحقيقي (مثلاً بالأمتار أو الأقدام)، وإحداثيات أحد أركان خطوط المسح بكاملها (انظر الشكل – المرفق أولاً – ٧). وتخزن هذه المعلومات عادة تحت عنوان أو في ملف صغير منفصل. وتتيح هذه المعلومات للنظام أن يحسب أبعاد الشبكة. مثلاً، الإحداثي سين للركن العلوي الأيمن هو ١٥٠ + ٢٠×١٠ = ٣٥٠. ويمكن للنظام أن يستخدم هذه المعلومات لتسجيل شبكة خطوط المسح بصورة صحيحة مع طبقات البيانات الجغرافية الأخرى، مثلاً رسم معالم قائمة على المتجهات فوق الشبكة.

الشكل – المرفق أولاً – ٧ مثال على ملف بيانات خطوط المسح

ملف خطوط المسح للرموز القياسية الأمريكية لتبادل المعلومات ASCII

عدد الأعمدة									١٠
عدد الصفوف									٨
الإحداثي سين بالركن السفلي الأيسر									١٥٠
الإحداثي صاد بالركن السفلي الأيسر									٣٢٠
حجم الخلية (خلايا مربعة)									٢٠
٢١٩	٣١٣	٤٠٧	٤٦٢	٦٨١	٧٨٣	٦٨٩	٨٧٧	٥٩٥	٥٤٠
٢٩٧	٢٧٤	٤٠٧	٥٠١	٦٤٢	٧٤٤	٦٥٠	٩٥٥	٥٥٦	٥٠١
٣٣٦	٣٩١	٣٦٨	٥٠١	٦٠٣	٧٨٣	٦٨٩	٩٩٤	٥٩٥	٤٦٢
٤١٤	٤٣٠	٤٨٥	٥٧٩	٦٤٢	٨٦١	٧٦٧	١٠٧٢	٦٧٣	٥٠١
٦٠٩	٥٠٨	٥٢٤	٦١٨	٧٢٠	٩٠٠	٨٠٦	١٢٦٧	٧١٢	٥٧٩
٥٣١	٧٠٣	٦٠٢	٦٩٦	٧٥٩	٩٧٨	٨٨٤	١١٨٩	٧٩٠	٦١٨
٤٥٣	٦٢٥	٧٩٧	٨٩١	٨٣٧	١١٧٣	١٠٧٩	١١١١	٩٨٥	٦٩٦
٣٧٥	٥٤٧	٧١٩	٨١٣	١٠٣٢	١٠٩٥	١٠٠١	١٠٣٣	٩٠٧	٨٩١

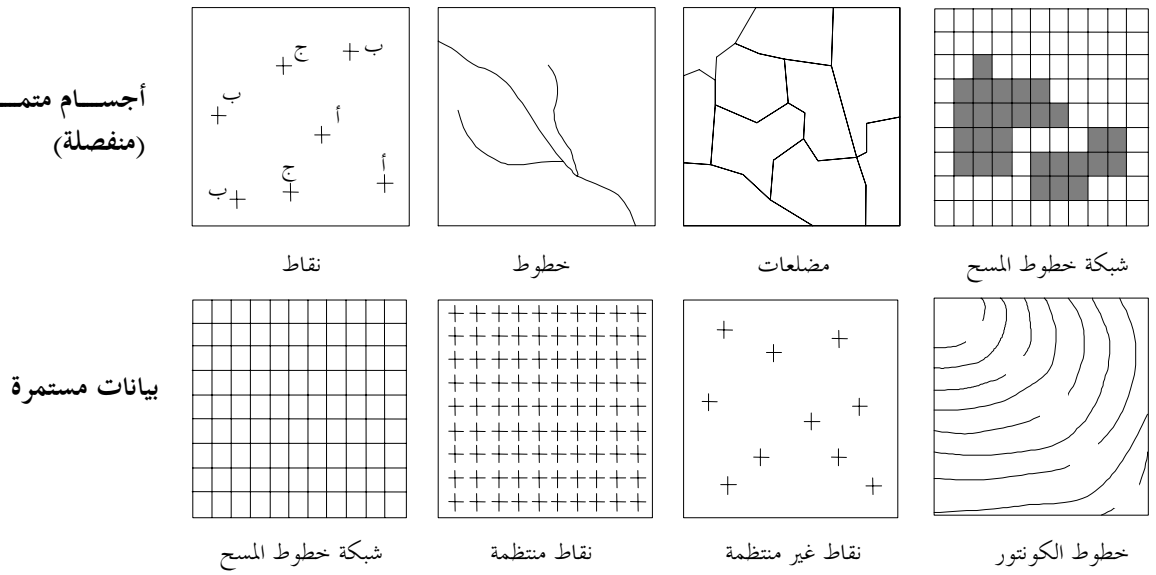
خريطة قائمة على خطوط المسح – ارتفاع



تتصف هذه الطريقة لتخزين البيانات، بطبيعة الحال، بعدم الكفاءة بدرجة كبيرة إذا كان الكثير من الخلايا ذات قيم متماثلة في خطوط المسح. مثلاً، تخزن الأجسام المتميزة أحياناً أيضاً في صيغة خطوط مسح. وتبيّن خريطة مقاطعة في صيغة خطوط المسح محدد المقاطعة في كل خلية أو إجمالي عدد سكان المقاطعة التي تقع فيها الخلية. ومن الواضح أنه سيكون هناك الكثير من الخلايا المتماسة بقيمة متساوية. لهذا تستخدم معظم أنظمة المعلومات الجغرافية القائمة على خطوط المسح شكل من أشكال ضغط البيانات. وأبسط هذه الأشكال هو الترميز الذي يعتمد على طول التشغيل، حيث يخزن النظام أزواج من رقمين: قيمة البيانات وعدد المرات التي تتكرر فيها القيمة. ويمكن أن يقلل هذا من حجم الملف بدرجة كبيرة.

وتستخدم بيانات خطوط المسح في الأغلب للتخزين المستمر للبيانات أو الصور المختلفة التي تبيّن الكثير من درجات الغمقان. وكما يمكن إظهار الأجسام المتميزة أيضاً في صيغة خطوط المسح، يمكن أيضاً تمثيل البيانات المستمرة باستخدام هياكل بيانات قائمة على المتجهات. وأفضل مثال على هذا هو خطوط الكونتور، التي تبيّن الارتفاع على الخرائط الطبوغرافية. ويبيّن الشكل – المرفق أولاً – ٨ أمثلة أخرى.

الشكل – المرفق أولاً – ٨ يمكن استخدام المتجهات وخطوط المسح على السواء لعرض بيانات متميزة (منفصلة) ومستمرة



٣ – مزايا وعيوب نموذجي بيانات خطوط المسح والمتجهات

ترجع قوة نموذج خطوط المسح إلى بساطته. فالكثير من العمليات المتعلقة بالبيانات الجغرافية أسهل تطبيقاً ويتم تنفيذها بسرعة أكبر في نظام المعلومات الجغرافية القائم على خطوط المسح. وعادة تؤدي نمذجة البيانات المستمرة، كما يجري غالباً بالنسبة لبيانات الارتفاع والبيانات الهيدرولوجية، بنظام معلومات جغرافية قائم على خطوط المسح. وأحد العيوب هو أن هناك مفاضلة بين حجم مجموعات بيانات خطوط المسح الناتجة وبين الدقة التي يمكن بها تمثيل المعالم المكانية. وتمثل شبكة خطوط مسح دقيقة جداً كل المنحنيات في حدود بتفصيل كاف، ولكن ذلك سوف يتطلب قدراً كبيراً من مساحة القرص.

يمكن تطبيق الكثير من عمليات نظام المعلومات الجغرافية على نموذجي البيانات على السواء. ويتوقف اختيار نموذج البيانات المناسب على التطبيق. فبالنسبة للتطبيق المتعلق بالتعداد والكثير من التطبيقات الاجتماعية – الاقتصادية يكون نموذج المتجهات أكثر مناسبة. فتتيح هياكل بيانات المتجهات تمثيلاً أكثر انضغاطاً من النقاط والمضلعات التي تحدد الأجسام الاجتماعية – الاقتصادية. وتدعم الصلة الوثيقة بأنظمة إدارة قواعد البيانات التطبيقات الاجتماعية – الاقتصادية التي تتميز بقدر كبير من المعلومات المتعلقة بالخصائص – مثلاً، مئات المتغيرات للتعداد أو المسح – التي تربط بعدد ثابت من المعالم المكانية مثل مقاطعات التعداد أو القرى التي يغطيها أو تجمعات المسح. وأخيراً، تشبه المخرجات المطبوعة لقواعد بيانات نظام المعلومات الجغرافية القائمة على المتجهات عادة وبدرجة أوثق الخرائط التي تنتج باستخدام التقنيات الخرائطية التقليدية.

على الرغم من ذلك، فإن القدرة على معالجة بيانات خطوط المسح لها أهمية متزايدة في تطبيقات السكان. وتأتي بعض بيانات المدخلات التي تفيد في تحديد حدود مناطق العد على شكل خطوط المسح. ويناقش الفصل الثاني، مثلاً، فائدة صور الاستشعار من بعد في استحداث خرائط التعداد. ولحسن الحظ، فإن الاختيار بين نموذجي البيانات عادة لا يكون ''إما هذا أو ذاك''. فيدعم الكثير من برامج أنظمة المعلومات الجغرافية الآن نوعي البيانات المكانية على السواء. ويتيح هذا، مثلاً، استخدام بيانات خطوط المسح كخلفية يمكن أن ترسم على أساسها المعالم الخطية ومعالم المضلعات. وبذا، يمكن عرض الصور أو أسطح الارتفاعات المستشعرة من بعد على شاشة الحاسوب إلى جانب معلومات أخرى ذات صلة للمساعدة في تحديد حدود مناطق العد.

٤ – التحديد المضبوط مقابل الدقة

يستخدم مصطلحا التحديد المضبوط والدقة غالباً بصورة متبادلة، على الرغم من أن لهما معنيين مختلفين. فالدقة تعني الخلو من الخطأ. ففي سياق مكاني، مثلاً، يسجل إحداثي دقيق لنقطة في قاعدة بيانات

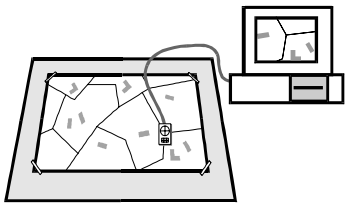
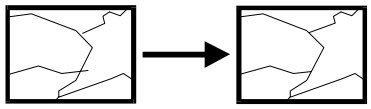
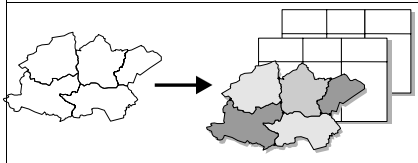
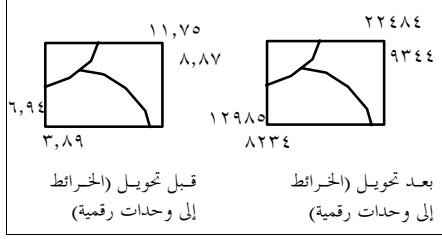
نظام المعلومات الجغرافية في المكان الصحيح من حيث موقع النقطة الحقيقي على سطح الأرض. وعلى النقيض من ذلك، يشير التحديد المضبوط إلى القدرة على التمييز بين المقادير أو المسافات الصغيرة في القياس. فمثلاً، إذا كانت أدوات مسحنا تقيس الإحداثيات فقط بالأمتار، فإن مواقع النقاط في نظامنا للمعلومات الجغرافية سيكون دقيقاً فقط لأقرب متر. ولكن إذا كانت لدينا أداة قياس أكثر تحديداً، يمكننا أن نحصل على إحداثيات النقط التي تتصف بالدقة إلى أقرب سنتيمتر أو ميلليمتر.

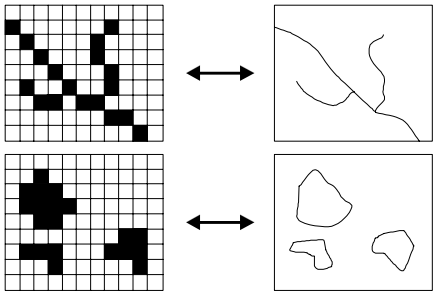
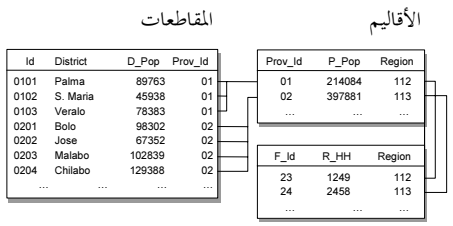
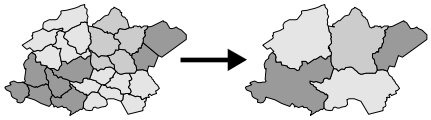
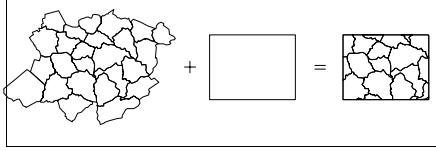
من الناحية العملية، فإن التحديد المضبوط الذي يمكن به تخزين الإحداثيات في نظام المعلومات الجغرافية قائم على المتجهات لا نهاية له تقريباً، لأنها تستخدم نوعين مزدوجين من البيانات ذات التحديد المضبوط (٨ بايت لكل رقم خاص بعلامة كسر عائمة) لتخزين الإحداثيات الجغرافية. غير أن دقة الإحداثيات المكانية تتوقف بدرجة كبيرة على أدوات جمع البيانات. وأفضل أدوات المسح التي تستخدم في التطبيقات الهندسية أو البحوث الخاصة بالتكتونية الصفحية تحقق دقة أقل من ميلليمتر. غير أن معظم البيانات المستخدمة في نظام المعلومات الجغرافية يأتي من مصادر بيانات ذات دقة أقل بكثير مثل الخرائط الورقية المطبوعة، أو الأنظمة العالمية التي تحمل باليد لتحديد المواقع أو حتى الخرائط التمهيدية التي ترسم اسكتشاتها خلال العمل الميداني. وهنا، من المحتمل أن تقاس الدقة بالأمتار بدلاً من الميلليمترات.

جيم – قدرات نظام المعلومات الجغرافية

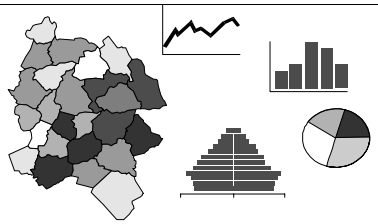
يقدم الجدول التالي عرضاً عاماً لقدرات نظام المعلومات الجغرافية. وليست القائمة كاملة على الإطلاق، حيث إن برامج نظام المعلومات الجغرافية رفيعة المستوى بل وبرامج رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب المنضدي توفر عدة وظائف متخصصة لإدخال البيانات، ومعالجتها، وتحليلها، وعرضها.

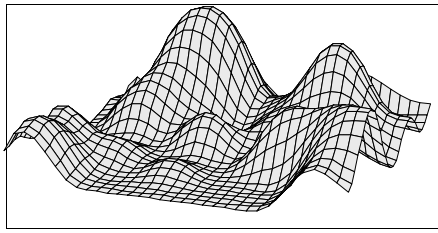
إدخال البيانات وإدارتها

استشفاف الخطوط، إدخال بيانات الإحداثيات	لا يزال أكثر الأشكال شيوعاً لإدخال بيانات الإحداثيات يتم عن طريق جداول التحويل الرقمي. وتستشف الخطوط على الخريطة الورقية باستخدام مؤشر الشاشة وتحصر في برنامج نظام المعلومات الجغرافية أو التحويل الرقمي. وبديلاً عن ذلك يمكن استنساخ الخرائط بالماسحات الضوئية لاستحداث خرائط بتات تحول آنذاك إلى صيغة متجهات.	
التنقيح	بعد تحويل الخطوط رقمياً، يجب مراجعة البيانات بحثاً عن الأخطاء. وتشمل المشاكل الشائعة عدم اتصال الخطوط (التي لم تتصل محققة الهدف أو المجاوزة للهدف)، أو الخطوط المفقودة أو التي حُوّلت رقمياً مرتين. وبعض هذه العمليات يتم آلياً في نظام المعلومات الجغرافية.	
بناء الطبولوجيا	لا توجد أي علاقة بين الخطوط المحولة رقمياً أو المحددة بالمتجهات. ويمكن لبرنامج نظام وصل المعلومات الجغرافية أن يحسب علاقات الجوار ونوعية الربط بين المعالم في مجموعة البيانات.	
الإسناد الجغرافي	الخطوط المحولة رقمياً ترسم بالسنتيمترات أو البوصات. ويلزم تحويلها إلى وحدات من العالم الحقيقي يتطابق مع نظام الإحداثيات للخريطة المرجعية مثل الأمتار أو الأقدام. ومن أجل تكامل البيانات، قد يتعين تغيير إسقاط الخرائط الرقمية أيضاً.	

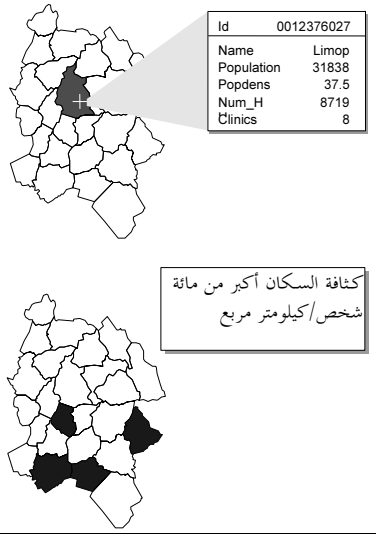
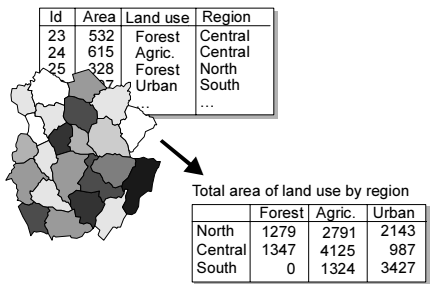
التحويل من خطوط المسح إلى المتجهات	يدعم معظم البرامج التجارية لنظم المعلومات الجغرافية صور خطوط المسح في شكل من الأشكال. ونظراً لأن كل نموذج بيانات يناسب مهام مختلفة، تلزم وظائف لتحويل أحدهما إلى الآخر. ويستخدم التحويل من خطوط المسح إلى المتجهات أيضاً لتحويل الخرائط المستنسخة بالماسحات الضوئية. ويتطلب الأمر إجراء عملية التحويل العكسية – من المتجهات إلى خطوط المسح – للتحليل والنمذجة في نظام المعلومات الجغرافية قائم على خطوط المسح.	
إدارة بيانات الخصائص	يوصف كل معلم في قاعدة البيانات بمحدد متفرد. وبذا، يستخدم المحدد للربط بالمعلومات الخارجية حول المعالم الجغرافية. وللتمكين من معالجة وتحليل جداول الخصائص، يدمج نظام المعلومات الجغرافية عادة بنظام لإدارة البيانات العلاقاتية.	
إعادة التصنيف، التجميع	يتيح نظام المعلومات الجغرافية تجميع المعالم استناداً إلى محدد مشترك. مثلاً، يمكن تجميع مناطق العد إلى مناطق تشغيل للتعداد تتساوى تقريباً من حيث حجم السكان	
استحداث مجموعات فرعية، ''تقطيع الكعك''	بخلاف اختيار المجموعات الفرعية استناداً إلى الاستفسارات، يمكن لنظام المعلومات الجغرافية أن يستحدث أيضاً مجموعات فرعية حسب الطلب باستخدام ما يسمى بعمليات ''تقطيع الكعك''.	

العرض

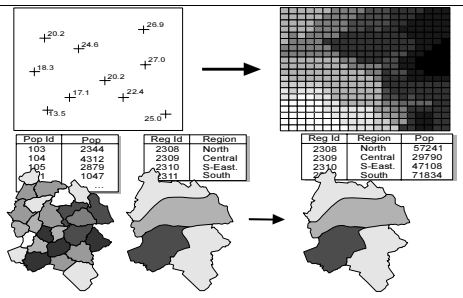
	يعد استحداث مخرجات خرائطية للعرض تطبيقاً واحداً فقط لعلم رسم الخرائط في نظام المعلومات. ولإعطاء الرموز الخرائطية أهمية أيضاً لتمييز المعالم في عملية التنقيح والتحليل على الشاشة.	وظائف تتعلق بعلم رسم الخرائط الجغرافية
العرض المجمع لبيانات الصور والمتجهات	تأتي بيانات الصور أو خطوط المسح من مصادر متنوعة: تخزن جميع الخرائط المستنسخة بالماسحات الضوئية، والصور المستشعرة من بعد، وبيانات خطوط المسح بنظام المعلومات الجغرافية في شكل من أشكال صيغة الشبكة. ويمكن لعرض بيانات خطوط المسح والمتجهات معاً أن يوفر سياقاً قيّماً للتحليل وتمكن من استخراج المعالم انتقائياً من بيانات خطوط المسح.	
الربط برسم الخرائط الإحصائية	يتمثل تحليل البيانات المكانية عادة في عملية جمع بين رسم الخرائط وفحص بيانات الخصائص. وللرسوم البيانية الإحصائية قيمتها، ولا سيما إذا أمكن عرضها على الخرائط.	

العرض المجسم (بالأبعاد الثلاثة) للأسطح	يمكن عرض البيانات المستمرة مثل الارتفاع أو المطر – وإلى حد ما أيضاً كثافة السكان – في صيغ متنوعة: شبكات خطوط المسح، أو خطوط الكونتور، أو مرئيات مجسمة محاكية، باستخدام هياكل أسلاك يمكن وضع معالم أخرى فوقها.	

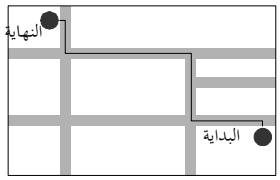
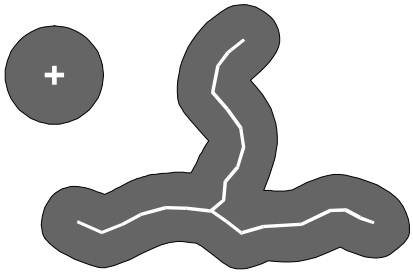
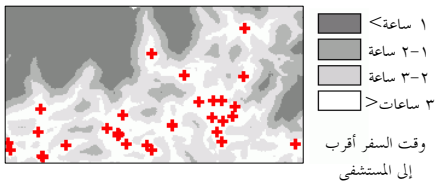
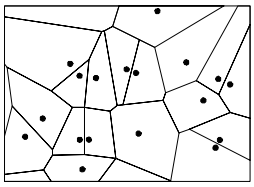
الاستفسار

الاستفسار المتعلق بقاعدة بيانات مكانية	ماذا في ...؟ وأين يوجد ...؟ هما أكثر سؤالين جغرافيين أساسين يمكن أن تجيب عنهما نظم المعلومات الجغرافية. وبنمط تصفح بسيط، يستطيع المستعمل أن يختار معالم على خريطة رقمية ويحصل على معلومات عنها. وعلى العكس، يمكن للمستعمل أن يختار معالم تتواءم مع مجموعة من المعايير ويعرضها على الخريطة. وتربط أنظمة المعلومات الجغرافية عادة ببرنامج لإدارة قواعد البيانات وتبنى عمليات الاستفسار على مفهوم لغة استفسار مصمم هيكلها SQL. وتتيح أنظمة المعلومات الجغرافية أيضاً الاستفسار على أساس العلاقات الجغرافية، مثل المسافات (ماذا يوجد في نطاق سين من الكيلومترات بهذا المكان؟) أو استفسارات تبنى على أساس طبقة أو طبقتين من بيانات نظام المعلومات الجغرافية (أي المباني يوجد في منطقة العد هذه؟).	
تلخيص الخصائص	تتيح لنا عمليات قواعد البيانات استخراج إحصاءات موجزة مفيدة أو إجراء تبويب متقاطع من جدول الخصائص الجغرافية لمجموعة بيانات نظام المعلومات الجغرافية. مثلاً، يمكن أن نحسب القيمة الدنيا والعظمى والمتوسطة لحقل في الجدول. أو يمكن أن نجري تبويباً متقاطعاً لحقلين أو أكثر في الجدول وننتج إجماليات موجزة لحقل ثالث لكل مجموعة من فئات الخصائص. ويتيح لنا هذا، مثلاً، أن نحسب إجمالي مساحة فئة استغلال الأراضي في مناطق من البلد. ويستخدم التبويب المتقاطع غالباً بعد الجمع بين طبقتين أو أكثر من طبقات نظام المعلومات الجغرافية بعملية تراكب المضلعات (انظر أدناه).	

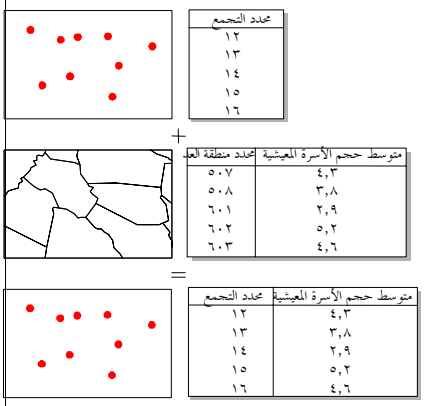
تحويلات البيانات المكانية

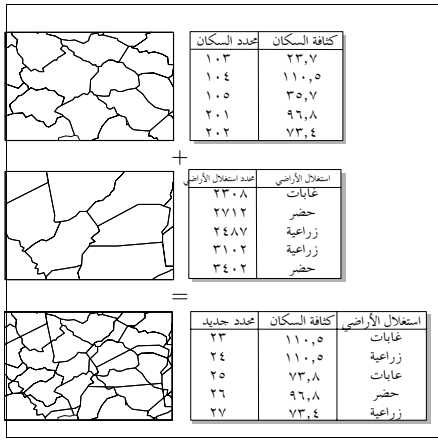
الاستقراء الداخلي	يتيح الاستقراء الداخلي، الذي يسمى أحياناً التغير الأساسي، استحداث تغطية كاملة من بيانات العينة. فاستناداً إلى مجموعة من الأسطح المطيرة الثابتة، يمكننا استحداث سطح من خطوط المسح يبيّن سقوط المطر في المنطقة بأكملها. والأهم بالنسبة للتطبيقات الاجتماعية – الاقتصادية هو ما يسمى الاستقراء الداخلي المساحي. فمثلاً، نريد باستخدام توزيعات السكان حسب المقاطعات تقدير عدد السكان لمناطق المراقبة البيئية التي لا تتواءم حدودها مع المقاطعات.	

عمليات المسافات

الحسابات البسيطة للمسافات	تعتبر حسابات المسافات من العمليات الأساسية لأنظمة المعلومات الجغرافية. ويمكن حساب الحسابات كخطوط مستقيمة أو كمسافات شبكة. واستناداً إلى قواعد بيانات الطرق الجغرافية، مثلاً، يمكن تقدير المسافات وأوقات السفر.	 المسافة: ٣,٢ كم وقت السفر: ١٠ دقائق
المناطق العازلة	يعتبر استحداث مناطق عازلة نوعاً خاصاً من عملية المسافات. ويمكن إنشاء المناطق العازلة حول النقاط، أو الخطوط أو المضلعات، ويمكن وزنها بقيم الخصائص. مثلاً، يمكن أن تحصل الطرق المعبّدة على مناطق عازلة أوسع من الطرق الترابية. وتستخدم المناطق العازلة غالباً في الاستفسارات المكانية. فلتحديد عدد حالات البلهارسيا في نطاق ٣ كيلومتر من نهر، مثلاً، يؤدي تحديد المنطقة العازلة أو نقطة في مضلع أو استفسار من قاعدة بيانات في تسلسل.	
العثور على أقرب معلم	يستخدم مزيج من استفسار قاعدة البيانات وحساب المسافة حيثما نريد تحديد أقرب معلم من عدد من معالم أي فئة معينة. فقد نرغب، مثلاً، أن نحسب بالنسبة لكل المواقع في مقاطعة المسافة إلى أقرب مستشفى. وغالباً ما تسمى مجموعة بيانات نظام المعلومات الجغرافية الناتجة سطح إمكانية الوصول.	
مضلعات Thiessen	هناك شكل مختلف لوظيفة العثور على أقرب معلم، وهو عملية يتم فيها تقسيم المنطقة بأكملها إلى مضلعات تنسب إلى أقرب مرفق. وتسمى وحدات المناطق الناتجة مضلعات Thiessen. وغالباً ما تستخدم هذه الوظيفة لاستحداث مستجمع أمطار أو مناطق خدمات.	

الجمع بين طبقات البيانات

نقطة أو خط في عملية مضلعات عملية	تتطلب الكثير من الأسئلة، التي يمكن أن تساعد عملية أنظمة المعلومات الجغرافية في الإجابة عنها، الجمع بين عدة مجموعات بيانات. مثلاً، يمكن أن يكون لدينا مجموعة من إحداثيات النقط تمثل تجمعات من مسح ديمغرافي ونود أن نجمع بين معلومات المسح وبيانات من تعداد متاحة وفقاً لمنطقة العد. يحدد نظام المعلومات الجغرافية لكل نقطة منطقة العد التي تقع فيها ويرفق بيانات التعداد بسجل خصائص نقطة المسح تلك. وتتيح لنا نفس العملية تلخيص خاصية معالم نقط أو خطوط لمجموعة من المناطق. مثلاً، يمكننا أن نحدد متوسط معدل الخصوبة لكل دائرة صحية باستخدام عينة من الأسر المعيشية التي شملها المسح (نقط).	

تراكب المضلعات	يسمى الجمع بين مجموعتي بيانات نظام المعلومات الجغرافية تراكب المضلعات. ويدمج النظام مجموعتي البيانات ويستحدث وحدات مناطق جديدة من مناطق التراكب. وسوف تحتوي مجموعة البيانات الجديدة الناتجة على خصائص مجموعتي البيانات. ويتوقف على أنواع البيانات ما إذا وجب الإبقاء على الخصائص دون تغيير (مثل المعلومات أو المعدلات الفئوية) أو يجب أن تقسم بين المضلعات الجديدة (مثل بيانات العد). ويستخدم تراكب المضلعات غالباً بالجمع بينه وبين التبويب المتقاطع، لحساب بيانات التعداد حسب منطقة استغلال الأراضي مثلاً.	 كثافة السكان | محدد السكان ٢٣,٧ | ١٠٣ ١١٠,٥ | ١٠٤ ٣٥,٧ | ١٠٥ ٩٦,٨ | ٢٠١ ٧٣,٤ | ٢٠٢ استغلال الأراضي | محدد استغلال الأراضي غابات | ٢٣٠٨ حضر | ٢٧١٢ زراعية | ٢٤٨٧ زراعية | ٣١٠٢ حضر | ٣٤٠٢ استغلال الأراضي | كثافة السكان | محدد جديد غابات | ١١٠,٥ | ٢٣ زراعية | ١١٠,٥ | ٢٤ عابات | ٧٣,٨ | ٢٥ حضر | ٩٦,٨ | ٢٦ زراعية | ٧٣,٤ | ٢٧

المرفق ثانياً – أنظمة الإحداثيات والإسقاطات الخرائطية

ألف – مقدمة

سلط الاستعراض السابق لمفاهيم نظام المعلومات الجغرافية الضوء على فوائد دمج البيانات المكانية. فبتنظيم الأنواع المختلفة من المعلومات الجغرافية كطبقات بيانات، يمكن أداء القياسات، والاستفسارات، والنمذجة، والأنواع الأخرى من التحليلات انتفاعاً بالبيانات المجمعة من عدد كبير مختلف من المناطق موضع البحث. وبالتالي، يمكن تحليل بيانات التعداد بصورة مؤتلفة مع استغلال الأراضي أو البيانات الزراعية الإيكولوجية، أو يمكن ربط معلومات المسح الاجتماعية – الاقتصادية ببيانات مسندة جغرافياً حول مخاطر الأمراض. وهذه القدرة على ربط البيانات من مصادر عديدة قد أتاحه الدمج الرأسي لطبقات البيانات المختلفة. وهذا يعني ببساطة أنه يتم إسناد كل مجموعات البيانات الجغرافية باستخدام نفس نظام الإحداثيات، وبذا تتحاذى طبقات البيانات المختلفة بصورة صحيحة عند تراكبها بعضها فوق البعض الآخر.

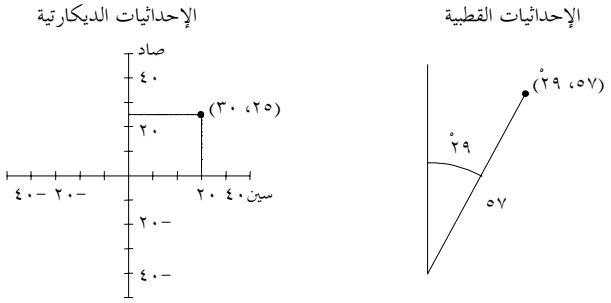
عند إعداد قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية – كنظام المعلومات الجغرافية الخاص بالتعداد مثلاً – على مستحدث البيانات أن يضمن تسجيل الإحداثيات والحدود المكانية المستمدة من مصادر بيانات ورقية مطبوعة، أو معاجم جغرافية أو خلال العمل الميداني، في نظام إحداثيات مناسب في عملية يشار إليها بـ الإسناد الجغرافي. ويضمن هذا أيضاً تواؤم الخرائط الرقمية التي تستحدث بصورة منفصلة للمناطق المجاورة على نحو تام عند عرضها معاً على شاشة حاسوب أو في صفحة مطبوعة.

وبالنسبة لرسم خرائط التعداد باستخدام التقنيات التقليدية، لم يكن هذا شاغلاً مهماً، حيث جرى استخدام الخرائط الورقية المطبوعة – وهي غالباً الخرائط الكروكية التي ترسم في الميدان – لأغراض العد فقط. ولم تدمج مع بيانات أخرى ولم تستخدم لأي نوع من التحليلات المكانية. لهذا كانت المعرفة بأنظمة الإحداثيات والإسقاطات الخرائطية أقل أهمية بكثير من أهميتها عند إعداد قاعدة بيانات رقمية تستهدف خدمة أغراض كثيرة مختلفة. ويوفر المرفق الحالي استعراضاً موجزاً للمفاهيم الهامة المتعلقة بعلم رسم الخرائط. وتوفر الكتب المدرسية الخاصة بعلم رسم الخرائط مثل Robinson (1995)، و(1997) Kraak and Ormeling، و(1999) Dent الكثير من المعلومات الإضافية. ويمكن الاطلاع على معالجات أكثر تخصصاً حول الموضوع في (1989) Canters and Decleir، و(1993) Snyder، و(1992) Bugayevskiy and Snyder.

باء – الإحداثيات

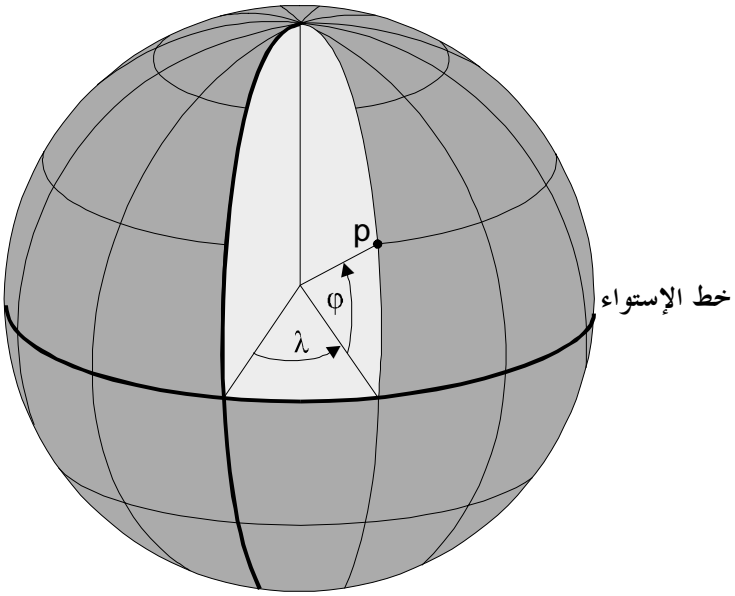
في علم رسم الخرائط، تسمى الطريقة التي تقاس بها مواقع الأجسام على سطح الأرض نظام الإحداثيات الجغرافية. وفي هندسة البعدين، يسمى أكثر نظم الإحداثيات شيوعاً نظام الإحداثيات الديكارتية على اسم العالم الفرنسي رينيه ديكارت (١٥٩٦ – ١٦٥٠). وتعطى الإحداثيات كمسافات متعامدة على محورين ثابتين (سين وصاد) بقياسها من أصل ثابت. وهذا هو النظام المستخدم في نظام المعلومات الجغرافية وفي تطبيقات الرسوم البيانية الحاسوبية الأكثر عمومية أيضاً. وهناك طريقة بديلة لتحديد المواقع هي نظام الإحداثيات القطبية، الذي يقيس الزاوية والمسافة من نقطة أصل ثابتة (انظر الشكل – المرفق ثانياً – ١).

الشكل – المرفق ثانياً – ١ نظاما إحداثيات بلانار والإحداثيات القطبية



تبيّن الخريطة المسطحة، سواء على الورق أو على شاشة حاسوب الإحداثيات من بعدين في نظام بلانار، حيث تقاس الإحداثيات بوحدات معيارية مثل الأمتار أو الأقدام. وتسمى الإحداثيات عادة إحداثيات سين وصاد، على الرغم من أن مصطلحي الاتجاه شرقاً والاتجاه شمالاً غالباً ما يستخدما في نصوص علم رسم الخرائط. غير أن الأجسام التي تظهر على خريطة تمثل المعالم التي توجد على سطح الأرض. ونظراً لأن الأرض كروية، تقاس الإحداثيات على سطح الأرض بنظام إحداثيات كروي. وبصورة أكثر تحديداً، نستخدم عادة إحداثيات خطوط الطول والعرض لإسناد المواقع. إنه نظام إحداثيات قطبية كروية، حيث يتم تحديد أي نقطة p كزاوية خط عرض، نسبة إلى المستوى المحدد بخط الإستواء وزاوية خط الطول، مقاساً نسبة إلى المستوى المحدد بصفر أو خط زوال غرينيتش (انظر الشكل – المرفق ثانياً – ٢).

الشكل – المرفق ثانياً – ٢ الإحداثيات على الكرة الأرضية: نظام الإسناد إلى خطوط الطول والعرض

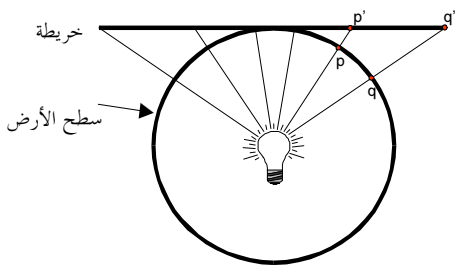


لإنتاج خرائط ورقية مطبوعة للعالم أو بعض أجزائه، يلزم ترجمة هذه الإحداثيات الكروية من خطوط الطول والعرض بطريقة ما إلى نظام إحداثيات بلانار. ويصف كتاب حديث حول الإسقاطات الخرائطية هذه العملية الخاصة بإنتاج تمثيلات من بعدين لجزء من الكرة الأرضية المجسمة بثلاثة أبعاد ''تسطيح الأرض'' (Snyder, 1993).

الإسقاطات الخرائطية

تسمى عملية الرياضيات التي تترجم بها الإحداثيات الكروية لخطوط الطول والعرض إلى إحداثيات بلانار ''الإسقاطات الخرائطية''. ويمكننا حرفياً أن نتصور هذه العملية كإسقاط بتخيل وجود مصدر ضوء، مثلاً، في مركز الأرض. فإذا كان سطح الأرض شفافاً، وتبيّن فيه فقط المعالم التي تعنينا، فإنه يمكننا أن نضع قطعة مسطحة من الورق فوق الأرض ونعيد استشفاف المعالم المسقطة على هذا الذي يسمى بالسطح القابل للتطوير. فمثلاً، إذا كان أحد المعالم يوجد على النقطة p على سطح الأرض يجب وضعه فوق النقطة p على الخريطة. وكما نرى في الشكل – المرفق ثانياً – ٣، كلما بعد موقع النقطة عن موقع لمس الخريطة للعالم، كلما زاد انحراف المسافة النسبية من نقط أقرب إلى نقطة التماس. مثلاً، نجد أن المسافة بين p و q على الأرض أصغر بكثير من المسافة بين p وq على الخريطة. ولا يمكن إسقاط النقط التي توجد على خط الإستواء على الإطلاق باستخدام هذا النهج المحدد، حيث إن الأشعة الضوئية التي تمر خلال خط الإستواء تمر في توازٍ مع الخريطة. لهذا، يفيد هذا الإسقاط المحدد فقط للمناطق القريبة نسبياً من نقطة التماس.

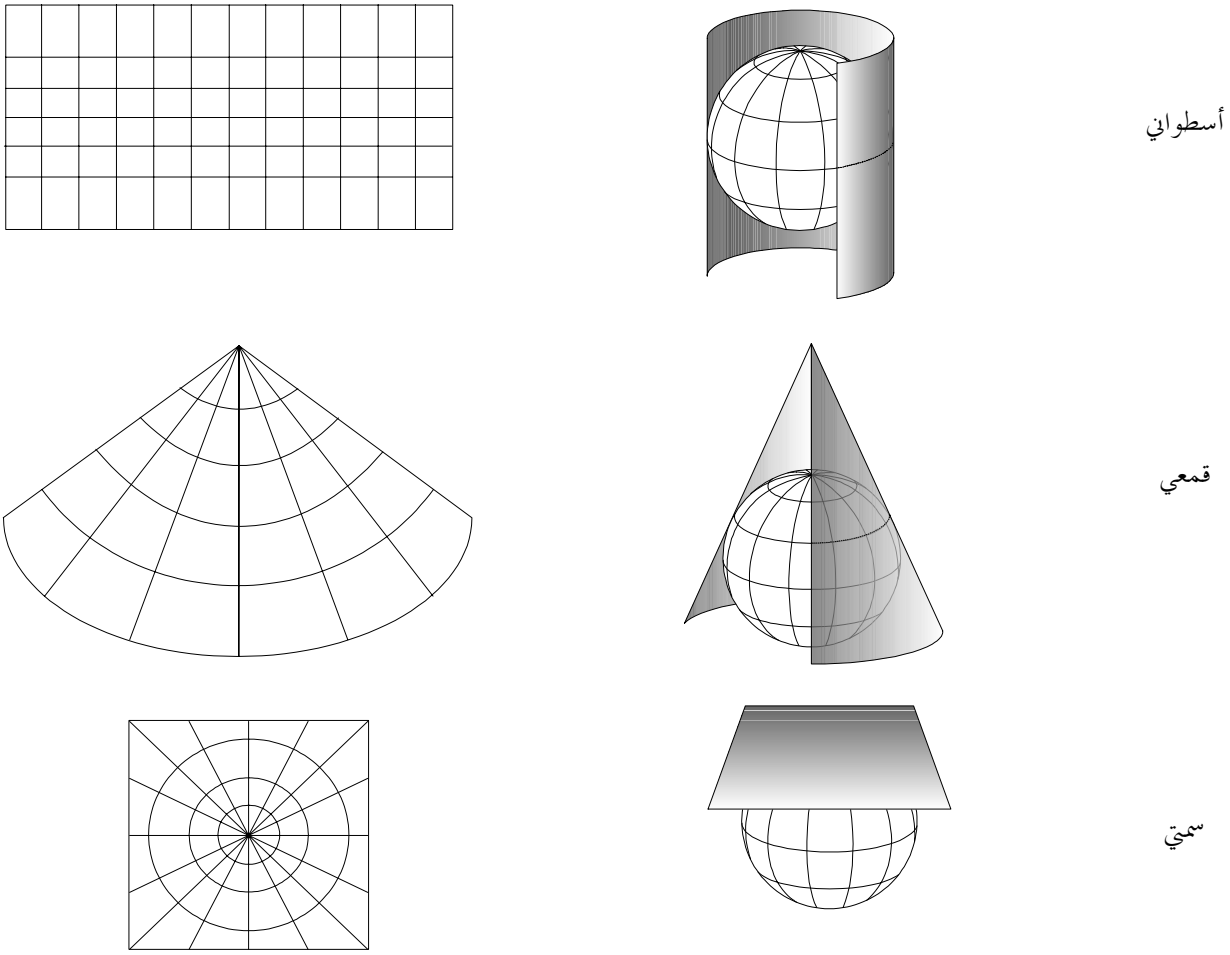
الشكل – المرفق ثانياً – ٣ رسم توضيحي لعملية الإسقاط الخرائطي (الإسقاط السمتي)



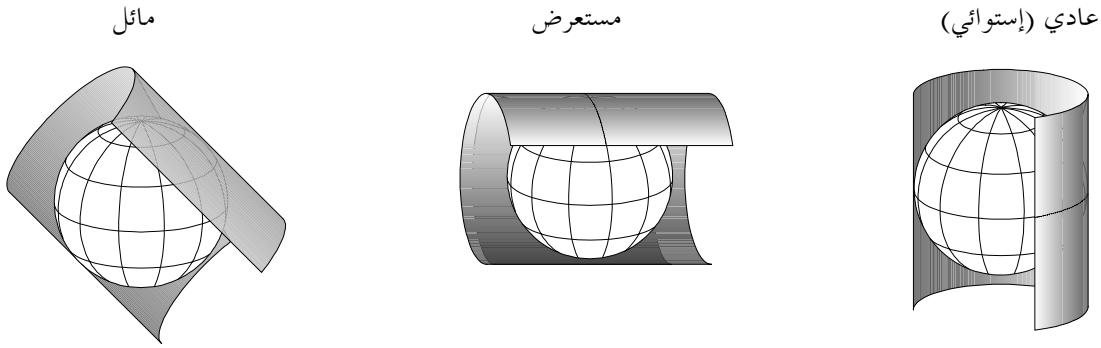
عبر القرون، طور ممارسو علم الخرائط مساقط كثيرة مختلفة لخرائط، يمكن تصنيفها طبقاً للطريقة التي توضع بها الخريطة فوق أو حول الكرة الأرضية. ويوفر الشكل – المرفق ثانياً – ٤ عرضاً عاماً يبيّن تكوين ثلاثة أنواع من المساقط – الأسطواني، والقمعي، والسمتي. وكما تبيّن شبكة الأرضية في مسقط الخريطة، فإن كل نوع من مساقط الخرائط يبرز طابعاً متميزاً لخطوط شبكة خطوط الطول والعرض.

ويمكن لممارس علم رسم الخرائط أن يختار الموقع الذي سيلمس فيه السطح القابل للتطوير – الأسطواني أو القمعي أو المستوي – الأرض. وخط أو نقطة التماس هذه هي المنطقة التي يقل فيها تشوه الحجم أو الشكل إلى أدنى حد. وإذا أنتجنا خرائط لمنطقة معيّنة من العالم، يمكننا بذلك أن نختار جانب مسقط الخريطة لتعظيم تمثيلها للمنطقة المعنية.

الشكل – المرفق ثانياً – ٤ أنواع مساقط الخرائط

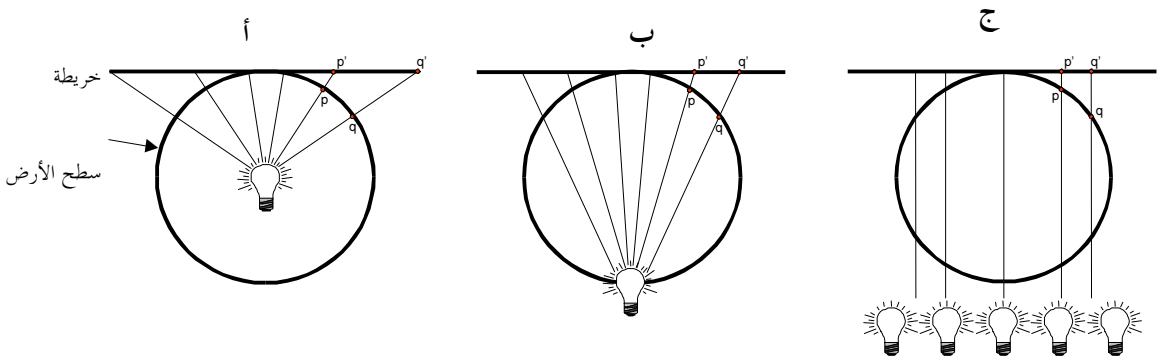


الجانب



لا يوجد مصدر الضوء المفترض دائماً في مركز الأرض (انظر الشكل – المرفق ثانياً – ٥ أ)، ولكن يمكن أن يوجد عند القطب البعيد (انظر الشكل – المرفق ثانياً – ٥ ب)، أو يمكننا أن نتخيل سلسلة من مصادر الضوء التي تصدر ضوءاً من قاعدة مسطحة موازية للخريطة بدلاً من مصدر نقطة (انظر الشكل – المرفق ثانياً – ٥ ج). وطبقاً لمصطلحات علم رسم الخرائط تسمى طرق الإسقاط هذه المسقط المزولي، المسقط المجسم والمسقط المنظور (الأورثوغرافي) على التوالي. وكما يمكننا أن نرى بالنظر إلى أين ينتهي الأمر بالنقطتين المسقطتين p و q على الخريطة، فإن كلاً من هذه الافتراضات يؤدي إلى نوع مختلف من التشوه في المكان النسبي للمواقع الممثلة على الخريطة.

الشكل – المرفق ثانياً – ٥ الطرق المختلفة لتكوين المساقط



جيم – خصائص الإسقاطات الخرائطية

على الرغم من أن مصدر الضوء المتخيل طريقة جيدة لإظهار مبدأ الإسقاطات الخرائطية، فإن هذه الإسقاطات، من الناحية العملية، تحدد رياضياً. فإذا عرف خطا طول وعرض موقع، تستخدم صيغة للحصول على النقطة المقابلة في نظام إحداثيات بلانار الإسقاطي. ويتوفر لراسم الخرائط خيارات كثيرة مختلفة لاستحداث إسقاط خريطة لها خصائص محددة. وتمثل الطريقة التي يرتب بها السطح القابل للتطوير حول الأرض، والجانب، وموقع مصدر الضوء المتخيل بعض القيم المحددة الممكنة فقط.

ولسوء الحظ، لا توجد طريقة مثالية لتمثيل الإحداثيات الكروية على خريطة مسطحة. ونتيجة لذلك، لا يوجد الإسقاط الخرائطي الذي يخدم كل الأغراض. فكل إسقاط جيد بالنسبة للحفاظ على بعض الخصائص ولكنه سيئ بالنسبة للبعض الآخر. واستناداً إلى طريقة الإسقاط، تحدث أنواع مختلفة من التشوهات. لهذا تصنف الإسقاطات الخرائطية طبقاً للخاصية التي يحفظها. وأكثرها أهمية هي:

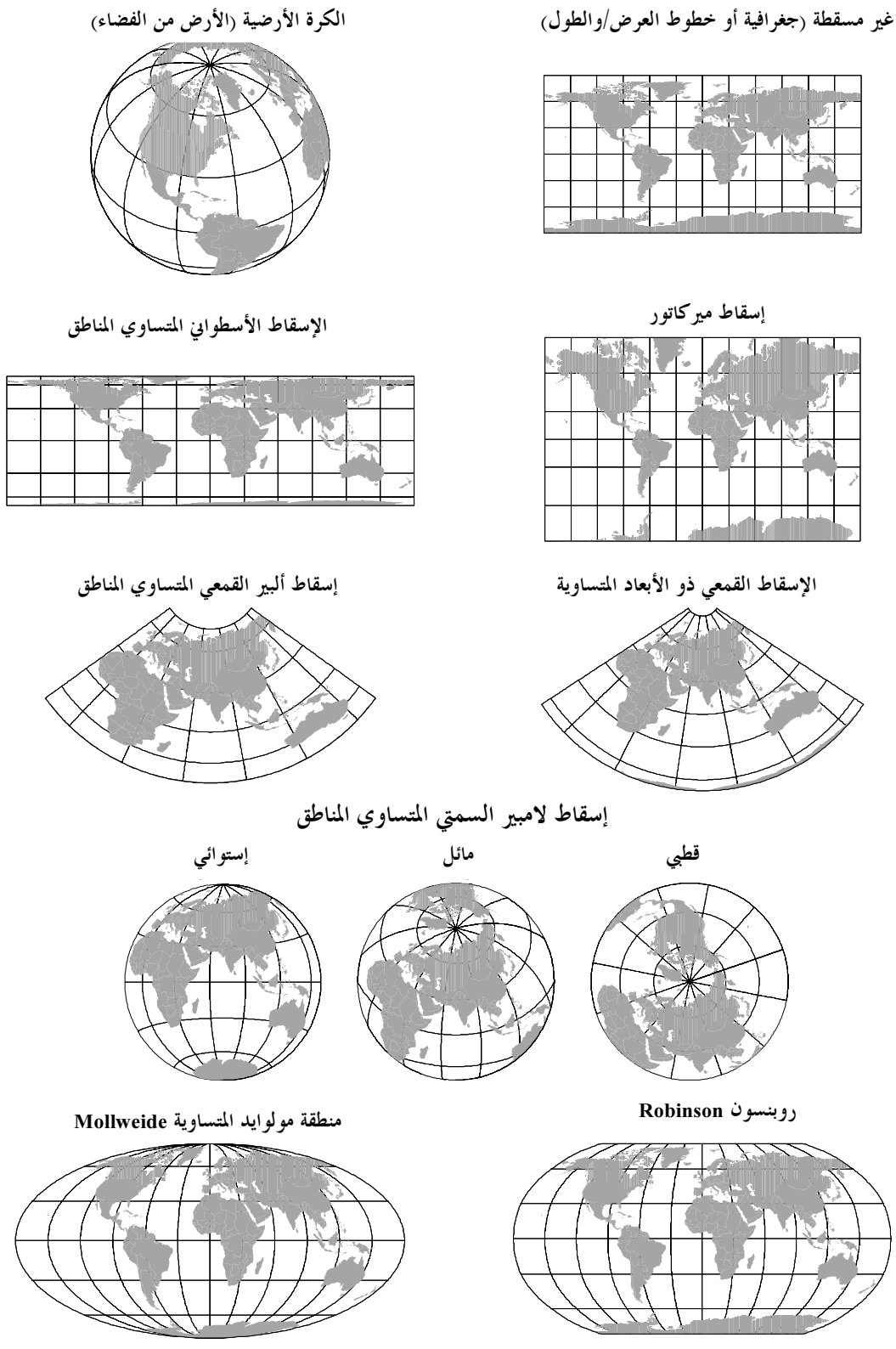
- المناطق الصحيحة. تمدد معظم الإسقاطات معالم المناطق على الخريطة. وليس هذا التمديد ثابتاً عادة عبر الخريطة، وبذا غالباً ما تبدو المعالم القريبة من القطبين على خريطة عالمية، مثلاً، أكبر نسبياً من المعالم الأقرب إلى خط الإستواء. وعلى سبيل المثال، يبلغ حجم شبه الجزيرة العربية عدة مئات من الكيلومترات المربعة أكبر من جزيرة غرينلاند. غير أن غرينلاند، على الكثير من الخرائط، تبدو أكبر عدة مرات من شبه الجزيرة العربية. وتُسمى الخرائط التي تُظهر المنطقة النسبية لكل المعالم بصورة صحيحة بإسقاطات المناطق المتساوية. ومن الأمثلة على ذلك إسقاط مولوايد Mollweide.

- المسافة المتساوية. لا يوجد الإسقاط الذي يمثل المسافات بين جميع النقط بصورة صحيحة على الخريطة. ومن المهم أن نتذكر ذلك، نظراً لأن حساب المسافات يعد من التطبيقات الشائعة لقواعد بيانات نظام المعلومات الجغرافية. وبالنسبة لرسم الخرائط بمقياس رسم كبير في منطقة جغرافية صغيرة، تقع أخطاء لا تذكر عادة. غير أن المسافات التي تحسب بنظام المعلومات الجغرافية، في التطبيقات الوطنية أو القارية التي تستخدم خرائط ذات مقياس رسم صغير، لا يمكن الوثوق بها ما لم يعوض النظام عن الخطأ الذي ينتج عن حساب المسافات الإقليدسي بهذا المقياس. بل حتى إسقاطات الأبعاد المتساوية لا تبيّن كل المسافات بصورة صحيحة، ولكنها يمكن أن تمثل بدقة كل المسافات من نقطة أو نقطتين إلى جميع النقط الأخرى، أو على امتداد خط أو خطين. والمثال على ذلك هو الإسقاط القمعي ذو الأبعاد المتساوية. وتجدر الإشارة إلى أن الحساب الدقيق جداً للمسافات يتم عادة باستخدام صيغ

هندسية مضبوطة بدلاً من المسافة الإقليدسية البسيطة. وتبنى هذه الحسابات على أساس إحداثيات خطوط الطول والعرض لحساب ما يسمى مسافة الدائرة العظيمة.

- الزوايا الصحيحة. تحفظ المساقط المشاكلة الزوايا حول كل النقاط والأشكال فوق منطقة صغيرة. وهذه المساقط تحقق أكبر الفائدة في الملاحة. ومثالها هو مسقط ميركاتور.

الشكل – المرفق ثانياً – ٦ الإسقاطات الخرائطية الشائعة



لهذا، تمثل كل مساقط الخرائط حلاً وسطاً بين الخصائص الخرائطية المرغوبة. وبالنسبة لأي تطبيق معين، سيكون هناك مساقط خرائطية أكثر مناسبة من الأخرى. وبالإضافة إلى خصائص مساقط الخرائط، هناك مسائل يجب مراعاتها وهي حجم المنطقة التي يتعين رسم خريطتها، ومداها الرئيسي (مثل الشمال – الجنوب مقابل الشرق – الغرب) وموقع المنطقة على الكرة الأرضية (مثلاً قطبية، أو خط عرض أوسط، أو إستوائية).

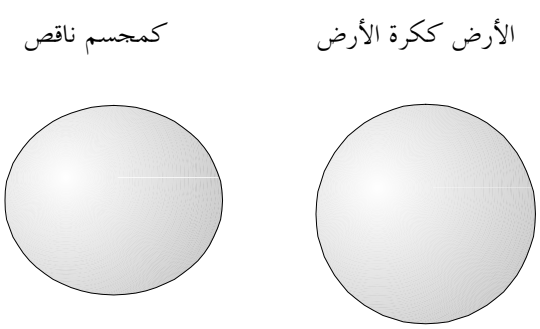
تقدم الكتب المدرسية في علم رسم الخرائط والكثير من أدلة أنظمة المعلومات الجغرافية قوائم شاملة تبيّن أي التطبيقات هو الأفضل باستخدام أي من مساقط الخرائط. وفي بعض الحالات، قد يكون أفضل اختيار هو مسقط لا يحفظ أي خاصية على نحو تام. فمسقط روبنسون الذي يشيع استخدامه لخرائط الكرة الأرضية، مثلاً، يمثل حلاً وسط صمم في الأغلب لأغراض جمالية مثل رسم خرائط الأطالس. وفي حالات أخرى، مثلاً حيثما يتم فقط رسم خريطة منطقة صغيرة نسبياً، قد يكون التشوه الناتج عن أي إسقاط تافهاً بالنسبة لتطبيق معين.

يبيّن الشكل – المرفق ثانياً – ٦ بعض الإسقاطات الخرائطية الشائعة. وفي أعلى الشكل تظهر الأرض ككرة، وفي إحداثيات خطوط الطول والعرض غير المسقطة التي ترسم كأنها إحداثيات بلانار. وبالإضافة، فإن الكثيرين من موزعي بيانات نظام المعلومات الجغرافية ينشرون بيانات خرائط رقمية في إحداثيات ''جغرافية'' غير مسقطة ، لأن من المباشر عادة للمستعمل أن يحول إحداثيات خطوط الطول والعرض إلى أي نظام إسقاط خرائطي، ولكن يصعب بدرجة أكبر أحياناً الانتقال من مسقط خريطة إلى آخر.

دال – رسم الخرائط بتحديد مضبوط أكبر: مراجع الإسناد الجغرافية

مما يعقّد التحويل من إحداثيات خطوط الطول والعرض الكروية إلى إحداثيات بلانار حقيقة أن الأرض ليست كرة على نحو تام ذات نصف قطر ثابت. وتبيّن المقاييس المحددة بدقة شديدة أن سطح الأرض متغير بدرجة عالية وأنه يتغير باستمرار. والأهم، أن الأرض تتسطح عند القطبين وبالتالي تكون المسافة من مركز الأرض إلى القطب الشمالي (المحور شبه الثانوي) أصغر من المسافة إلى خط الإستواء (محور شبه ثانوي). لهذا فإنه لأغراض رسم الخرائط بتحديد مضبوط، توصف الأرض بدقة أكبر بأنها مجسم القطع الناقص أو شبه كروية مع علاقة خاصة بين نصف القطر القطبي والإستوائي (انظر الشكل – المرفق ثانياً – ٧). وتُسمى القيم المحددة التي تصف المجسم الناقص وأصل وتوجيه نظام الإحداثيات المستخدم لإسناد معالم الخرائط مرجع الإسناد الجيوديسي (نسبة إلى علم قياس الأرض: علم المساحة التطبيقية (الجيوديسية)).

الشكل – المرفق ثانياً – ٧ الكرة مقابل المجسم الناقص



تتفاوت أكثر المحددات مناسبة التي تقرب المجسم الناقص عبر الكرة الأرضية. ولحسن الحظ تستخدم كل وكالة وطنية لرسم الخرائط عادة مرجعاً إسنادياً معيارياً واحداً فقط لكل نشاطاتها الخاصة برسم الخرائط، والقليل منها فقط هو الذي يجري استخدامه في رسم الخرائط الإقليمية، أو القارية، أو العالمية. وتحدث التعقيدات حيث يتغيّر المرجع الإسنادي المعياري من جانب وكالة رسم الخرائط. وقد حسنت المراجع الإسنادية بصفة مستمرة على مدى القرنين الماضيين وبالتالي فإن الخرائط الأقدم لمكان ما قد تكون قد بنيت على مرجع إسنادي واحد، في حين أن الخرائط الأحدث جمعت باستخدام مرجع إسناد أحدث وأكثر دقة.

وبالنسبة لرسم خرائط بمقياس صغير تغطي منطقة كبيرة أو لإعداد الخرائط الكروكية في تطبيقات لا تتطلب دقة عالية، فإن المشاكل التي تثيرها المراجع الإسنادية المختلفة لا تذكر. غير أنه من أجل رسم الخرائط بتحديد مضبوط أكبر بمقاييس كبيرة فإن التعويض يمكن أن يكون كبيراً إلى حد بعيد. ويبيّن الجدول – المرفق ثانياً – ١ إحداثيات مبنى المقر الدائم للأمم المتحدة في شبكة إحداثيات ميركاتور المستعرضة العامة UTM، التي تناقش أدناه بتفصيل أكبر. وقد تم إسقاط إحداثيات خطي الطول والعرض لمبنى الأمم المتحدة في نفس المسقط باستخدام مراجع إسنادية جيوديسية مختلفة. وتبلغ الإزاحة الشمالية – الجنوبية بين نظام كلارك لأشباه الكرة Clarke Spheriods الأقدم عهداً، الذي كان المعيار المستخدم في الولايات المتحدة حتى وقت قريب، والنظام الجيوديسي العالمي (WGS) الأحدث نحو ٣٠٠ متر على الأرض أو أكثر من سنتيمتر واحد على خريطة بمقياس ١: ٢٥,٠٠٠. وإذا تعاملنا مع الأرض على أنها كرة كاملة بدلاً من كونها مجسماً ناقصاً فسوف يحدث ذلك تعويضاً يزيد على ١٨ كيلومتراً.

الجدول – المرفق ثانياً – ١ الإحداثيات المسقطة لمبنى الأمانة العامة للأمم المتحدة في نيويورك باستخدام مجسمات ناقصة إسنادية مختلفة

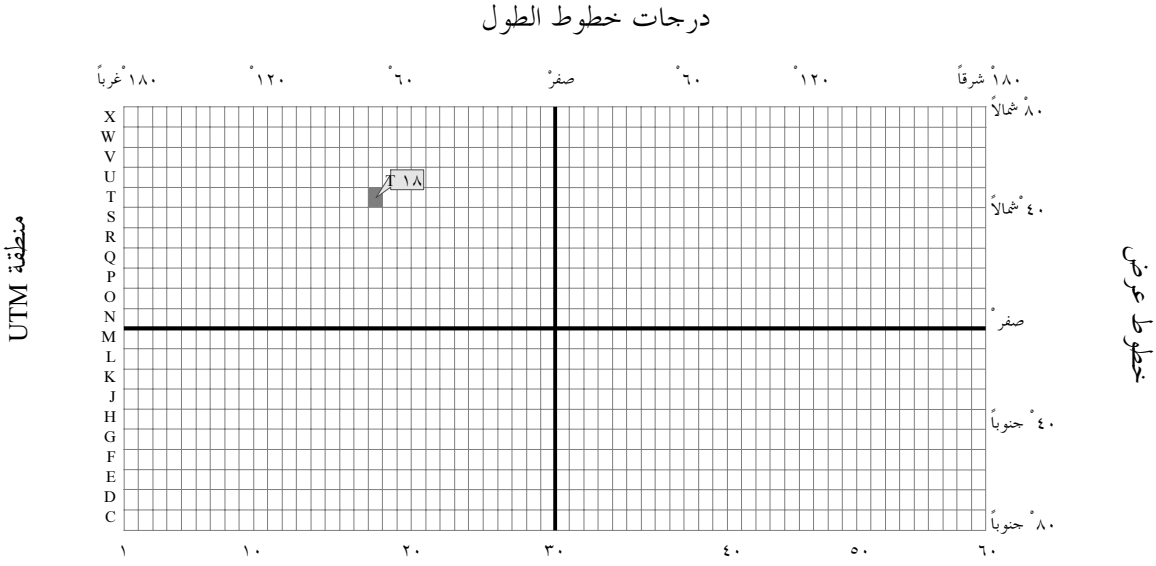
المجسم الناقص الإسنادي	إحداثيات ميركاتور المستعرضة العامة (أمتار)	
	الاتجاه شرق (سين)	الاتجاه شمال (صاد)
كلارك، ١٨٦٦	٥٨٧ ١٤١,٣	٤ ٥١١ ٣٣٧
كلارك، ١٨٨٠	٥٨٧ ١٤٢,٦	٤ ٥١١ ٢٤٥
النظام الجيوديسي العالمي ٨٤	٥٨٧ ١٣٩,٠	٤ ٥١١ ٥٤٩
بيسل	٥٨٧ ١٢٨,٥	٤ ٥١١ ٠٩٥
كرة	٥٨٦ ٩١٧,٢	٤ ٥٢٩ ٩٢٠

شبكة إحداثيات ميركاتور المستعرضة العامة

هناك نظام إسناد خرائطي يستحق مناقشة أكثر تفصيلاً وهو نظام شبكة إحداثيات ميركاتور المستعرضة العامة. وهو من أكثر الأنظمة الشائعة التي تستخدم لرسم الخرائط بمقياس رسم كبير في العالم. ويبنى على الإسقاط الأسطواني المستعرض (ميركاتور المستعرض)، وفيه تمس الأسطوانة الكرة الأرضية على امتداد خط طول. ويختار خط طول ''محلي'' مختلف لأجزاء أخرى من العالم. والتشوهات في المقياس، والشكل، والمسافة على امتداد هذا التماس صغيرة جداً. ويتألف نظام إحداثيات ميركاتور المستعرضة العالمي من ٦٠ منطقة خطوط طول (انظر الشكل – المرفق ثانياً – ٨).

ولكل منطقة عرض يتكون من ست درجات من خطوط الطول، ثلاث درجات في كل اتجاه من خط طول التماس. وترقم مناطق نظام شبكة إحداثيات ميركاتور المستعرضة العامة (UTM) متسلسلة من الغرب إلى الشرق بدءًا بدائرة خط الطول المركزية ١٧٧ ْ غرباً. وتقسم المناطق بعد ذلك إلى صفوف ارتفاعها ٨ ْ . ويخصص لها حروف من الجنوب إلى الشمال بدءًا بـ ٨٠ ْ جنوباً بحرف C. ونظراً لأن التشوه عند القطبين كبير جداً، لا تحدد مناطق UTM للمناطق التي تتجاوز هذه الحدود.

الشكل – المرفق ثانياً – ٨ نظام شبكة إحداثيات ميركاتور المستعرضة العامة

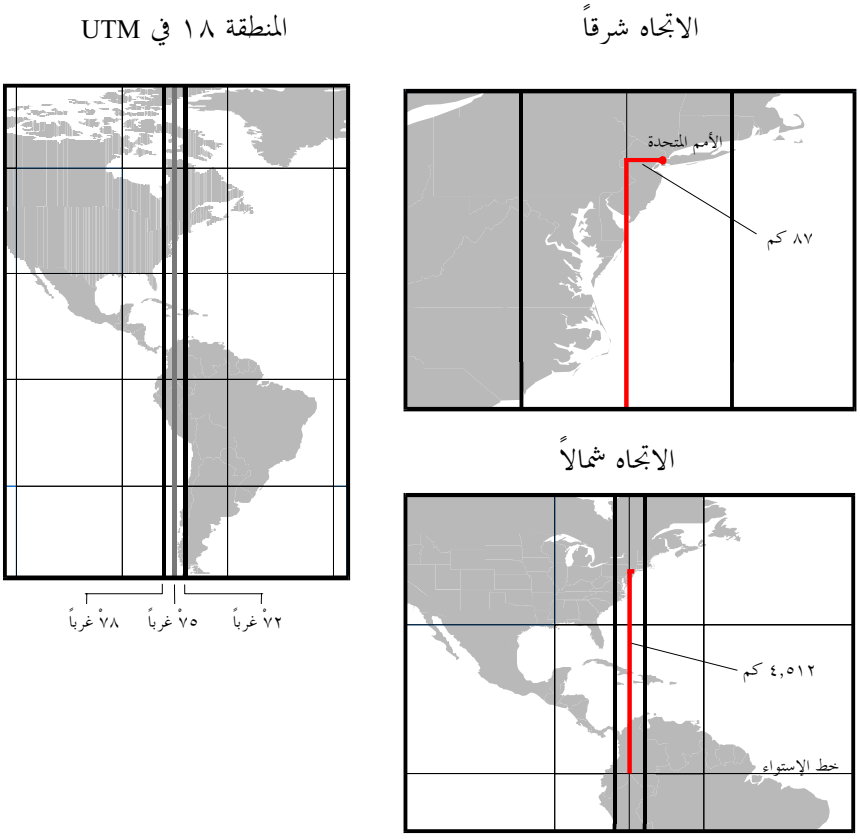


تقاس الإحداثيات بالأمتار (أو الأقدام) من دائرة خط الطول المركزية كاتجاهات إلى الشرق في الاتجاه الشرقي – الغربي والاتجاه شمالاً في الاتجاه الشمالي – الجنوبي. ولتجنب أرقام سالبة، يضاف رقم ٥٠٠,٠٠٠ للاتجاه شرقاً. ولنفس السبب يضاف ١٠ مليون إلى الاتجاه شمالاً، ولكن فقط للإحداثيات في نصف الكرة الجنوبي. وتسمى مثل هذه التعويضات ''الاتجاه المصطنع شرقاً'' و''الاتجاه المصطنع شمالاً''.

لبيان استخدام نظام UTM، نقدم مثالاً في الشكل – المرفق ثانياً – ٩. يقع مبنى المقر الرئيسي للأمم المتحدة في نيويورك عند ''٠١ً ٤٥َ ٤٠ْ خط عرض شمالاً و ٠٤ً ٥٨َ ٧٣ْ خط طول غرباً.

ويوجد هذا الموقع في المنطقة T ١٨ في شبكة UTM، التي تمتد من ٧٢° إلى ٧٨° غرباً ومن ٤٠° إلى ٤٨° شمالاً. وإحداثيا سين وصاد لشبكة UTM بالأمتار هما ١٣٩,٠ ٥٨٧ و ٥٤٩,٧ ٥١١ ٤. وهذا يعني أن مبنى الأمم المتحدة يقع تقريباً على بعد ٨٧ كيلومتراً شرق دائرة خط الطول المركزية للمنطقة ١٨ (٧٥° غرباً) من شبكة UTM ونحو ٤,٥١٢ كيلومتراً شمال خط الإستواء.

الشكل – المرفق ثانياً – ٩ موقع مبنى المقر الرئيسي للأمم المتحدة في نظام الإسناد UTM



هاء – مقياس رسم الخرائط

تختلف الخرائط المنشورة بدرجة كبيرة من حيث المنطقة التي تغطيها على الأرض. فالخرائط الوطنية أو الإقليمية تبيّن فقط أهم المعالم، في حين أن الخرائط المحلية تُظهر الكثير من التفاصيل مثل المنازل المنفردة أو الجداول المائية الصغيرة. ويحدد مقياس لرسم الخرائط الذي يتم اختياره الحجم أو المساحة التي تجرى تغطيتها على صفحة خريطة عادية أو في عرض رقمي. ويمثل هذا المقياس بكسر ينسب المسافة على الخريطة إلى المسافة على الأرض في العالم الحقيقي. فعلى خريطة طبوغرافية مقياس رسمها ١: ٢٥,٠٠٠ يمثل السنتيمتر الواحد ٢٥,٠٠٠ سنتيمتراً أو ٢٥٠ متراً في العالم الحقيقي.

ونظراً إلى أن مقياس رسم الخرائط كسر أو نسبة، فكلما زادت المسافة الممثلة على الأرض، كلما صغر مقياس الرسم. فمثلاً تعتبر الخريطة التي ترسم بمقياس رسم ١: ١,٠٠٠,٠٠٠ خريطة مقياس صغير حيث إن قسمة ١ على ١,٠٠٠,٠٠٠ عدد صغير جداً (٠,٠٠٠٠٠١). ومقياس الخريطة ١: ٥,٠٠٠ مقياس كبير نسبياً حيث إن قسمة ١ على ٥,٠٠٠ عدد كبير نسبياً (٠,٠٠٠٢). لهذا، تبيّن الخرائط التي ترسم بمقياس رسم صغير مناطق كبيرة، في حين أن الخرائط التي ترسم بمقياس رسم كبير تركز على المناطق الصغيرة. ومن الناحية العملية، يجري غالباً الخلط بين المقياس الصغير والمقياس الكبير، لأن الاستخدام في اللغة العامية لكلمتي ”كبير“ و ”صغير“ يشير إلى المساحة المغطاة أو حجم الظواهر بدلاً من الكسر. فنماذج المناخ العالمي، مثلاً، توصف غالباً بالنماذج الكبيرة المقياس. ولهذا فإن التقليد المفيد المتبع لتجنب سوء الفهم هو الإشارة الصريحة إلى مقياس رسم الخرائط.

بعض مقاييس رسم الخرائط الشائعة:

مقياس رسم الخريطة	يمثل السنتيمتر الواحد على الخريطة	
١: ٥,٠٠٠	٥٠ متراً	مقياس كبير
١: ٢٥,٠٠٠	٢٥٠ متراً	
١: ٥٠,٠٠٠	٥٠٠ متر	
١: ١٠٠,٠٠٠	كيلومتر واحد	
١: ٥٠٠,٠٠٠	٥ كيلومترات	
١: ١ مليون	١٠ كيلومترات	مقياس أصغر

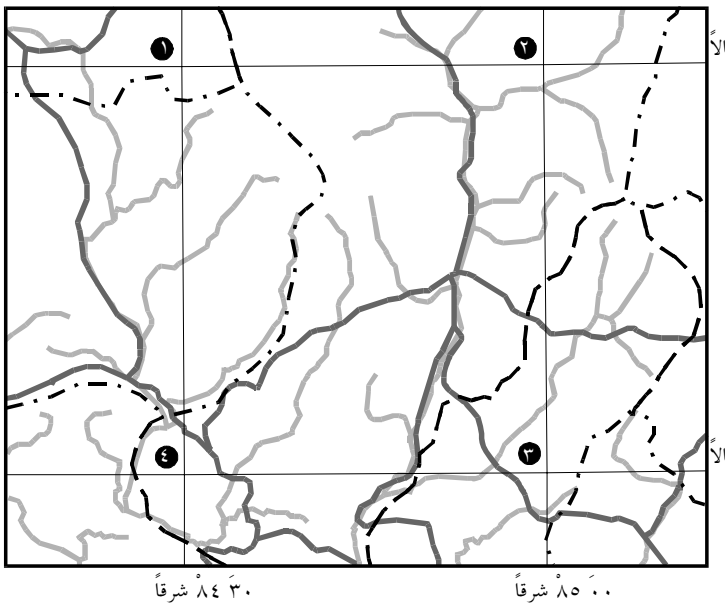
ليس للبيانات الجغرافية الرقمية مقياس. فبمجرد إدخال الإحداثيات التي تحدد المعالم الجغرافية في نظام المعلومات الجغرافية، يمكن عرضها بأي مقياس محدد. ويمكن للمستعمل أن يزوم داخل أو خارج الخريطة خلال استكشافه البيانات، ومن ثم يمكن تغيير مقاييس الرسم بسرعة وإتقان. ومع ذلك، من المهم أن نتذكر أن البيانات يحتمل أن تكون مستمدة من مادة مرجعية (خرائط، صور، إلخ.) بمقياس رسم معيّن. فالخرائط المطبوعة بمقاييس رسم مختلفة، مثلاً، تبيّن درجات متفاوتة من التفاصيل. فتظهر المباني الفردية التي تكون قرية على الخريطة التي ترسم بمقياس رسم ١: ٢٥,٠٠٠. ولكن على الخريطة التي ترسم بمقياس رسم ١: ٥٠٠,٠٠٠، تعرض القرية بأكملها كنقطة، إذا أُظهرت على الإطلاق.

تسمى العملية التي تبسط بها معالم الخرائط أو تجمع التعميم وهي عنصر بالغ الأهمية في صنع الخرائط. فبسبب تعميم المعالم هذا – تصبح الطرق الريفية المتعرجة خطوطاً مستقيمة، وتختفي التفاصيل في حدود المقاطعات – لا يبدو منطقياً طبع خريطة حُوّلت رقمياً من صفحة خريطة رسمت بمقياس ١: ٢٥٠,٠٠٠ بمقياس ١: ٥,٠٠٠ أو جمع مجموعات بيانات رقمية مستمدة من خرائط رسمت بمقاييس رسم مختلفة جداً. ويبيّن هذا أن من المهم الإشارة إلى مقياس رسم الخريطة التي تمثل المصدر في الوثيقة التي تتضمن مجموعة بيانات جغرافية رقمية. وبسبب هذه القضايا المتعلقة بمقاييس رسم الخرائط أيضاً، من المهم بصورة بالغة في مشروع رسم خرائط رقمية كبير أن نقرر من البداية متطلبات مقياس رسم المخرجات، حتى يبنى استحداث قاعدة البيانات على أساس مواد مرجعية مناسبة.

واو – مثال على الإسناد الجغرافي

في الفصل الثاني وفي القسم الخاص بدمج الخرائط الرقمية، نوقشت مشكلة إسناد الخريطة التي حُوّلت رقمياً أو استُنسخت بالماسحات الضوئية في إحداثيات وحدة خرائطية مناسبة لتخزينها في نظام المعلومات الجغرافية. ولبيان عملية الإسناد الجغرافي، تصف الفقرات التالية مثالاً واقعياً. فيبيّن الشكل – المرفق ثانياً – ١٠ أدناه خريطة حولت رقمياً بعدة طبقات. وبعد تحويلها رقمياً، تم إسناد إحداثياتها في وحدات جدول التحويل الرقمي، وهي البوصات في هذه الحالة. ومن أجل استخدام الخريطة المحوّلة رقمياً إلى جانب بيانات رقمية أخرى لهذه المنطقة الجغرافية، يلزم أن نحول إحداثيات المرقام إلى إحداثيات العالم الحقيقي التي تتوافق مع إسقاط الخريطة الأصلي. وقد يرغب القراء الذين ليسوا على اطّلاع بأنظمة الإحداثيات ومساقط الخرائط أن يستعرضوا المادة في الفروع السابقة من المرفق الحالي.

الشكل – المرفق ثانياً – ١٠ نقاط الضبط على صفحة خريطة



الخطوة الأولى هي أن نقرر نقاط الضبط الجيدة التحديد. ويمثل هذا عادة جزءًا من عملية التحويل الرقمي. ويجب أن توزع نقاط الضبط جيداً عبر المنطقة المعنية لتحسين تقدير محددات التحويل. ويعني هذا ألاّ تكون جميعاً في منطقة واحدة أو في مركز الخريطة. وبالإضافة إلى الطرق، والأنهار، والوحدات الإدارية، والبلدات، تبيّن الخريطة أيضاً شبكة منتظمة من خطوط العرض والطول تفصل بينها مسافات من نصف درجة. وتوفر تقاطعات ما يسمى شبكة الأرضية (في مسقط الخريطة) اختياراً جيداً لنقاط الضبط، حيث إن من السهل تحديد الإحداثيات. وترقم نقاط الضبط الأربع المختارة على الخريطة من واحد إلى أربعة. وأزواج إحداثياتها على التوالي هي: ٨٤,٥، ٢٨,٥، ٨٥,٠، ٢٨,٥؛ ٨٥,٠، ٢٨,٠؛ ٨٤,٥، ٢٧,٠. لاحظ أنه نظراً لأن برامج نظام المعلومات الجغرافية تستخدم إحداثيات بلانار، تحتم علينا أن نحدد أزواج خطوط الطول/العرض (أي سين وصاد) بدلاً من خطوط العرض/الطول. ولنفس السبب، يلزم أن نحدد الإحداثيات بدرجات عشرية، بدلاً من درجات، ودقائق وثوان كما هو شائع على الخرائط الورقية المطبوعة أو في المعاجم الجغرافية.

لسوء الحظ، لا يمكننا استخدام إحداثيات الطول/العرض مباشرة للتحويل، لأن الخريطة الورقية الأصلية ليست مسجلة بإحداثيات خطوط العرض/الطول الجغرافية، فالقليل من الخرائط المطبوعة قد سجل بهذه الصورة. وغالباً ما يشير إلى ذلك حقيقة أن شبكة خطوط العرض والطول لا تتكون من خطوط مستقيمة. والمسقط الأصلي للخريطة في هذا المثال هو مسقط ألبير Albers القمعي ذي المناطق المتساوية بالمحددات التالية:

- دوائر خط العرض المعيارية المتوازية: ٢٧° و٣٠° شمالاً
- دائرة خط الطول المركزية: ٨٤°
- خط عرض الأصل: ٢٨° .

تبيّن هذه المحددات عادة على صفحة الخريطة. وقبل أن نقوم بتحويل الإحداثيات، يلزم أولاً أن نُحوّل إحداثيات الطول/العرض الخاصة بنقاط الضبط إلى إحداثيات العالم الحقيقي الصحيحة في مسقط ألبير. وفي معظم البرامج الحاسوبية، يمكن عمل هذا ببيان أزواج خطوط الطول/خطوط العرض (حيث إن خط الطول هو الإحداثي سين وخط العرض هو الإحداثي صاد) في ملف للنص أو من خلال وصلة بيانية تشمل قائمة اختيارات وتحديد محددات الإسقاط ذات الصلة في وحدة تغيّر الإسقاط بالنظام.

وبطبيعة الحال، إذا استطعنا أن نقرأ إحداثيات نقاط الضبط بالعلم الحقيقي مباشرة من الخريطة، فإن هذه الخطوة الإضافية ليست ضرورية. وهي ممكنة، مثلاً، على الخرائط الطبوغرافية المسندة في مسقط UTM. وهذا صحيح أيضاً إذا كانت نقاط الضبط قد تحددت في الميدان باستخدام نظام عالمي لتحديد المواقع يحوّل آلياً الإحداثيات إلى مسقط جغرافي محدد.

يتوفر لدينا الآن أزواج إحداثيات نقاط الضبط الأربعة في إحداثيات جدول المرقام، فضلاً عن إحداثيات مسقط العالم الحقيقي – الذي يقاس في هذه الحالة بالأمتار. وتبيّن مجموعتا الإحداثيات في الجدول — المرفق ثانياً – ٢. وتوجد نقطة الضبط الأولى، مثلاً، على بعد نحو ٤٩ كيلومتراً شرق دائرة خط الطول المركزية (٨٤° شرقاً) و ٥٥,٥ كيلومتراً شمال خط عرض الأصل (٢٨° شمالاً).

الخطوة الثالثة هي حساب محددات التحويل استناداً إلى مجموعتي أزواج الإحداثيات. وتوفر معظم أنظمة المعلومات الجغرافية هذا الخيار. ومن الناحية التقنية، تقدر المحددات باستخدام معادلات التراجع التالية:

سين‘= أ + ب س + ج ص؛

ص‘= د + هـ س + و ص؛

حيث تمثل س‘، وص‘ إحداثيي العالم الحقيقي. وسين و صاد هما إحداثيا المرقام لنقاط الضبط؛ وتمثل أ، ب، ج، د، هـ، و المحددات التي يتعين تقديرها. وأخطاء التقدير في التحويل هي فروق التراجع.

ويبيّن الجدول — المرفق ثانياً – ٢ لكل نقطة ضبط زوج الإحداثيات في نظام مدخلات الإحداثيات (وحدات المرقام) وفي نظام المخرجات (مسقط ألبير بالأمتار). وبالإضافة، يبيّن الجدول أخطاء (فروق) التحويل التي حسبها النظام بوحدات مخرجات (أمتار). ونرى أن خطأ التحويل يبلغ نحو ٧,٨ متراً في اتجاه سين ونحو ١٤,٦ متراً في اتجاه ص. ونادر ما تكون هذه الأخطاء صفراً. وتشمل مصادر الخطأ التشوهات في الخرائط الورقية المطبوعة بسبب الانكماش والطي، فضلاً عن خطأ القياس عند التحويل الرقمي لإحداثيات نقاط الضبط. ويدل الخطأ الكبير جداً في نقطة أو أكثر من نقاط الضبط عادة على خطأ كبير، مثل إبدال إحداثيات سين وصاد أو محددات نقاط الضبط. وعموماً، يجب أداء العملية بحرص كبير، لأنها ستؤثر بدرجة كبيرة على الدقة وبالتالي على فائدة قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية الناتجة عنها.

ويوفر الجدول أيضاً دلالة على الخطأ الشامل في التحويل. وهذا هو خطأ الجذر المتوسط التربيعي (RMS)، الذي يعطى في وحدات إحداثيات المدخلات والمخرجات. (بالبوصات والأمتار على التوالي). ويشير خطأ الجذر المتوسط التربيعي العالي إلى أن موقع نقطة لضبط في وحدات خرائط المدخلات والمخرجات لا تتوافق مع نفس المواقع النسبية. وبالنسبة لمشروع تحويل بيانات على نطاق كبير يجب تحديد الحد الأقصى المقبول لخطأ RMS وعدم تجاوزه. وما يعتبر مقبولاً يتوقف على مقياس رسم الخرائط الورقي الأصلية وعلى متطلبات دقة التطبيق. وفيما قد لا يتطلب رسم خرائط التعداد درجة كبيرة جداً من الدقة، فإن تطبيقات الخرائط المساحية، مثلاً، يجب أن تطابق المعايير الأعلى بكثير.

يحوّل النظام كل الإحداثيات في قاعدة بيانات الخريطة إلى نظام إحداثيات المدخلات والمخرجات في نفس الخطوة. وبعد ذلك يتم إسناد قاعدة بيانات المخرجات بصورة سليمة في إحداثيات الخريطة الورقية الأصلية. وفي أعقاب ذلك، يمكن إسقاط هذه الخريطة بإسقاطات خرائطية مختلفة، مثل دمجها في قاعدة بيانات شاملة في مسقط معياري مختلف. والهدف من هذا الوصف هو بيان المبادئ العامة للتحويل. وعلى الرغم من أن التطبيق الفعلي يعتمد تحديداً على البرامج الحاسوبية، إلاّ أن فهم هذه الخطوات التي يشملها الإسناد الجغرافي يساعد في تقدير أهمية هذه الخطوة.

الجدول – المرفق ثانياً – ٢ محددات التحويل

نقطة الضبط	الإحداثيات في وحدات التحويل الرقمي (بالبوصات)		الإحداثيات في وحدات العالم الحقيقي المسقطة (بالأمتار)		الأخطاء المحسوبة في وحدات العالم الحقيقي (بالأمتار)	
	x	y	x	y	x	y
١	١١,٧٧٧	١٩,٦٦٠	٤٨٩٣٦,٢	٥٥٥٢٩,٦	١٤,٥٩ –	٧,٨٠
٢	٢٦,٦٧٠	٢٠,٦٦١	٩٧٨٧١,٥	٥٥٨٣٥,٢	١٤,٦٠	٧,٨١–
٣	٢٧,٦٩٦	٣,٨٢٤	٩٨٣٣٣,٠	٤٠٩,٣	١٤,٥٥–	٧,٧٨
٤	١٢,٧٥١	٢,٨١٠	٤٩١٦٦,٩	١٠٢,٣	١٤,٥٤	٧,٧٧–
خطأ RMS (المدخلات، المخرجات)			١٦,٥٢٤، ٠,٠٠٥٠٣٤			

زاي – اعتبارات عملية

يتطلب أي مشروع كبير لرسم الخرائط الرقمية (مثلاً رسم خرائط التعداد) دمج معلومات خرائطية من مصادر مختلفة. لهذا السبب يلزم اختيار مسقط معياري ونظام إحداثيات. ومثالياً، يجب أن يكون نظام الإسناد المختار هو نفس النظام المستخدم في نشاطات رسم خرائط أخرى في البلد. وتستخدم معظم البلدان مسقطاً معيارياً ونظاماً للإحداثيات هو الأمثل بالنسبة لأراضيها الوطنية لسلسلة الخرائط الوطنية بمقاييس الرسم المختلفة.

وتوفر كل برامج نظام المعلومات الجغرافية تقريباً وظائف لتحويل الإحداثيات من نظام إسناد إلى آخر (مثلاً من أمتار إلى أقدام أو من وحدات تحويل رقمي إلى وحدات خرائطية)، لتحويل الخرائط الرقمية من خطوط العرض/خطوط الطول إلى مسقط خرائطي، أو للتغير بين المساقط. وتتيح للمستعمل أيضاً أن يختار مرجع إسناد جيوديسي وأية محددات أخرى ذات صلة. وفي حالات نادرة، قد لا يقبل مسقط معيّن، وإنما يلزم استخدام برنامج مسقط متخصص. وتدعم الأنظمة العالمية لتحديد المواقع، التي نوقشت بالتفصيل في الفصل الثاني أيضاً مساقط مختارة للخرائط كما تدعم معظم مراجع الإسناد الجيوديسية. لهذا، يمكن حصر الإحداثيات التي تجمع في الميدان كأزواج خطوط عرض وطول أو في نظام إحداثيات.

وتتضمن الخرائط الطبوغرافية عادة مساقط ومعلومات مراجع الإسناد. ومن المشاكل المرتبطة بمجموعات البيانات الخرائطية الرقمية أن صيغ نظام المعلومات الجغرافية المعيارية لا تخزن بالضرورة معلومات الإسقاط على نحو واضح. فمثلاً، قد تحصل وكالة تعداد على مجموعة بيانات نظام المعلومات الجغرافية للطرق أو الهيدرولوجيا دون معلومات عن مساقط خرائطها. فإذا جمعت مثل هذه البيانات مع خرائط التعداد الرقمية، قد لا تتواءم بصورة تامة. لهذا يستحيل تحقيق الدمج الرأسي ما لم تدخل مجموعتا البيانات في نفس نظام الإسقاط. وإذا لم يمكن تقرير مسقط الخريطة بمتابعة الترتيب التنازلي لمجموعة البيانات رجوعاً إلى الخرائط التي تمثل المصدر، فالاختيار الوحيد هو التوفيق بين الخريطتين الرقميتين لهذا الغرض بالذات، وهو ما قد ينتج أخطاء كبيرة. لهذا من المهم توثيق كل مجموعات البيانات بصورة مناسبة وحفظ البيانات الواصفة للبيانات – وهي المعلومات الخاصة بالبيانات – مع مجموعة بيانات الخريطة الرقمية.

ويتعلق اعتبار عملي أخير يناقش هنا بالتحويل بين صيغ تخزين إحداثيات خطوط العرض والطول. ويعبر عن هذه عادة بالدرجات، والدقائق والثواني. فموقع مبنى المقر الرئيسي للأمم المتحدة في نيويورك، مثلاً، هو ٠١ً ٤٥َ ٤٠ْ خط عرض شمالي و ٠٤ً ٥٨َ ٧٣ْ خط طول غربي. ولإدخال إحداثيي خطي العرض والطول المذكورين في نظام المعلومات الجغرافية أو في نظام إسقاط خرائطي، نحتاج إلى تحويل الإحداثيين إلى درجات عشرية أولاً. ويجعلها هذا أساساً تبدو كإحداثيات ديكارتية سين وصاد عادية. ولتحويل الدرجات، والدقائق والثواني إلى درجات عشرية

نحسب، مثلاً، خطي عرض وطول المقر الرئيسي للأمم المتحدة كالآتي:

$$\frac{40+\left(45+\frac{1}{60}\right)}{60}=40{,}7502778$$

$$\frac{73+\left(58+\frac{1}{60}\right)}{60}=73{,}9677778$$

ونظراً لأن خط طول المقر الرئيسي للأمم المتحدة غرب دائرة خط طول غرينيتش المركزية، فإنه يحدد كرقم سالب بالدرجات العشرية (أي ٧٣,٩٧). وبالمثل، يعبر عن قيم خطوط العرض في نصف الكرة الجنوبي بأرقام سالبة.

ولإعادة تحويل خط العرض إلى درجات ودقائق وثواني مثلاً، تجرى هذه المعادلة:

الدرجات: ٤٠

الدقائق: ٠,٧٥٠٢٧٧٨ *٦٠ = ٤٥,٠١٦٦٦٨ = ٤٥

الثواني: ٠,٠١٦٦٦٨ *٦٠ = ١.

المرفق ثالثاً – نمذجـة البيانات

يتضمن المرفق الحالي مناقشة لموضوعات تتعلق بنمذجة البيانات الجغرافية ومثالاً لما يتضمنه معجم بيانات تفصيلية يمكن أن يستخدمها مكتب تعداد لتوثيق قواعد البيانات الجغرافية لأغراض التعدادات. ويقدم المرفق رابعاً معجم بيانات أبسط يصاحب منتجات التعداد الجغرافية التي تنشر إلى الجماهير.

ألف – تعريف المصطلحات الرئيسية

نموذج البيانات المكانية – هو وصف الكيانات الجغرافية، مثل المنازل، أو الوحدات الإدارية، أو الأنهار. وفي نماذج البيانات المتعلقة بالأجسام، يشمل التعريف عادة أيضاً العمليات التي يمكن أداؤها على الكيانات. ونموذج البيانات مستقل عن أي برنامج حاسوبي محدد. لهذا، يمكن لمستعمل أن يطبق نموذج البيانات في أي برنامج شامل لنظام المعلومات الجغرافية.

هيكل البيانات المكانية – هو هيكل يطبق نموذج بيانات محدد. ويتألف من هياكل ملفات محددة تستخدم لتمثيل أنواع مختلفة من الكيانات. مثلاً، تمثل الوحدات الإدارية أو الأجسام المائية كمضلعات – أي سلسلة من الإحداثيات يكون فيها الإحداثي الأول هو نفسه الإحداثي الأخير. ويمكن هيكل البيانات من أداء عمليات برنامج حاسوبي تحدد العلاقات بين الكيانات الجغرافية. فمثلاً، قد يتماكن طريق مع جزء من حدود مضلع يحدد وحدة إدارية.

صيغة البيانات – مصطلح أكثر عمومية يطبق عادة على مجموعة محددة من هياكل البيانات في نظام برنامج حاسوبي. وقد استخدمت بعض الصيغ التجارية للبيانات على نطاق من الاتساع بحيث أصبحت المعيار الواقعي. فكانت صيغة تبادل الرسوم البيانية DXF قد صممت في البداية ، مثلاً، لبرنامج AutoCad. والآن تدعمها كل برامج أنظمة المعلومات الجغرافية التجارية تقريباً.

معجم البيانات – هو وثيقة رئيسية تصف نموذج البيانات، فضلاً عن أي رموز تستخدم للتعريف بالكيانات وخصائصها.

وأخيراً، خطة قاعدة البيانات – هي وصف للعلاقات المنطقية بين الكيانات المكانية، وجداول الخصائص، وقواعد الكمال التي تحدد قاعدة بيانية مكانية كاملة وشاملة.

باء – نموذج الجدول الجاهز

تم تكييف نموذج الجدول الجاهز التالي من التعريف الشامل لتعريفات الكيانات الجغرافية في قاعدة البيانات الطبوغرافية الوطنية الكندية – معجم البيانات (Geomatics Canada, 1994).

الجدول – المرفق ثالثاً – ١ معلومات جمعت لتحديد نموذج البيانات المكانية

اسم الكيان	الإسم الموجز للمعلم الجغرافي.
التعريف	الوصف التفصيلي للكيان الجغرافي.
خصائص المجال الثابتة	الخصائص التي يمكن أن يكون لها فقط عدد محدود من القيم المحددة مسبقاً، مثل نوع الوحدة الإدارية (مقاطعة، إقليم، الخ.)، أو نوع سطح طريق. وهذه الرموز المحددة مسبقاً هي ميدان القيم المحتملة.
خصائص المجال المتغايرة	هي الخصائص التي تنطوي على احتمال أن يكون لها عدد غير محدود من القيم الممكنة. لهذا لا يمكن تحديد مجالها. والأمثلة على ذلك هي المحدد المتفرد للوحدة الإدارية، أو سكان الوحدة، أو اسم نهر.
	توصف كل خاصية بالمعلومات التالية:
	الإسم؛
	النوع، مثل الأبجدي العددي (A)، أو العدد الصحيح (١) أو الحقيقي (R)؛
	عدد الحروف أو الأرقام المسموح بها؛
	مجال القيم، أي قائمة بكل القيم المحتملة وتعريفاتها، لخصائص المجال الثابتة، أو تعريف الخصائص، لخصائص المجال المتغايرة.
التشكيلات المسموح بها لقيم الخصائص	بالنسبة لخصائص المجال الثابتة، تذكر كل تشكيلات الخصائص المسموح بها. ففي حالة الوحدات الإدارية مثلاً، قد يكون للمقاطعات والأقاليم فقط عواصم إدارية رسمية. وعليه، إذا لم يكن نوع الوحدة الإدارية مقاطعة أو إقليماً، يجب ترك مكان الخاصية الأخرى التي تبيّن اسم العاصمة خالياً. وتفيد المعلومات حول تشكيلات قيم الخصائص المسموح بها في عملية المراجعة الآلية للاتساق.

	إذا لم يكن للكيان مجال ثابت، يدخل "لا يوجد". وإذا كانت هناك خاصية مجال ثابتة واحدة، تدرج جميع القيم المسموح بها. وإذا كانت هناك عدة خواص مجال ثابتة، تدرج جميع تشكيلات القيم المسموح بها.
العلاقات	وصف العلاقات التي قد تتواجد بين الكيان الجغرافي والمعالم المكانية الأخرى. ويفيد هذا، مثلاً، في تحديد كيفية تماكن الأنهار أو الطرق مع حدود وحدة إدارية أو منطقة عد. وتحدد العلاقات بالخصائص التالية: – اسم الكيان وشكله الهندسي – مثلاً، نقطة (P)، أو خط (L)، أو منطقة (A). – العلاقة – مثلاً أوصل، بالنسبة لخط يتصل بنقطة؛ أو شارك، بالنسبة لمنطقة تتشارك حدوداً مع خط. – مدى أساسيته، ويحددها زوج من القيم التي تحدد عدد المرات الدنيا والقصوى التي يمكن أن يدخل فيها كيان في علاقة. فمثلاً، ينسب تقاطع الطريق إلى معالمه. فلا بد أن يكون لهذا التقاطع طريق يتصل به على الأقل، ويمكن، أن يربط بعدد غير محدود من الطرق. وإذا تعذر تحديد العدد الأقصى، فإنه يمثل بـ (N). وهكذا فإن العلاقة بين تقاطع الطريق والطريق هي (1, N). – اسم وهندسة الكيان المرتبط. لاحظ أن هذا يشير فقط إلى العلاقات بين المعالم الجغرافية. ويلزم تحديد العلاقات بين الحقول في جدول الخصائص الجغرافية والجداول الخارجية بصورة منفصلة.
التمثيل الهندسي والحجم الأدنى (أمتار)	المعلم الهندسي المستخدم لتمثيل الكيان. وهو المناطق (المضلعات) بالنسبة للوحدات الإدارية دائماً تقريباً. غير أن التمثيل الهندسي لكيان مكاني، بالنسبة للمعالم الأخرى، قد يتوقف على مقياس رسم الخريطة. مثلاً، يمكن تمثيل قرية كمساحة تمثل محددها بمقاييس رسم خرائطية كبيرة (مثل ١: ٢٥,٠٠٠)، في حين تبيّن كنقطة بمقاييس رسم خرائطية صغيرة (مثل ١: ٢٥٠,٠٠٠). وبنفس مقياس رسم الخريطة هذا، قد تمثل قرية أكبر أو بلدة كمساحة، ولكن قرية صغيرة تمثل كنقطة. واستناداً إلى نوع المعلم، يمكن أن يشير الحجم الأدنى للكيانات إلى مساحة سطحها، أو عرضها، أو طولها، أو ارتفاعها.
ملاحظات	أية معلومات إضافية يتطلبها الأمر لتحديد الكيان، فضلاً عن الحواشي المتعلقة بأي من الحقول الواصفة الأخرى.
الرسم البياني	لتوضيح طريقة نمذجة كيان ما، يبيّن رسم بياني علاقات ذلك الكيان بمختلف الكيانات الأخرى.

أهم معلومات الجدول الجاهز لقاعدة البيانات هي تعريف كل كيان والوصف التفصيلي لكل الخصائص المخزنة للمعالم الجغرافية. وقد تكفي هذه المعلومات الواصفة الأساسية لقاعدة البيانات بالنسبة للكثير من مشروعات رسم خرائط التعدادات. غير أنه إذا كانت قاعدة بيانات التعداد بصفة خاصة ستلحق بقاعدة بيانات نظام وطني للمعلومات الجغرافية، فمن المستصوب بذل المزيد من الوقت والجهد في إعداد تصميم قاعدة البيانات التي تضمن التوافق مع المعلومات المستمدة من وكالات أخرى.

وفي هذه الحالة، يجب تحديد العلاقات بين الوحدات الإدارية أو وحدات التعداد والمعالم الجغرافية الأخرى بوضوح.

لتوضيح محتويات معجم بيانات، يقدم الجدول ألف – ثالثاً – ٢ مثالاً يصف تعريفاً بطبقة بيانات وحدة إدارية. وهذا المثال للتوضيح فقط. أما المواصفات المضبوطة فإنها تتفاوت حسب التطبيق المتبع في كل بلد.

الجدول – المرفق ثالثاً – ٢ مثال: وحدات إدارية في بلد في ثلاثة مستويات دون الوطنية

الوحدة الإدارية

منطقة جغرافية لها حدود محددة قانونياً أُنشئت لغرض تطبيق وظائف إدارية وحكومية أخرى.

خصائص المجال الثابتة

نوع الوحدة الإدارية I (١):

١ – إقليم المستوى الأول للوحدة الإدارية

٢ – مقاطعة المستوى الثاني للوحدة الإدارية

٣ – منطقة محلية المستوى الثالث للوحدة الإدارية

مؤشر الريف/الحضر I (١):

١ – لا ينطبق مناطق محلية فقط تصنف كريف أو حضر

٢ – ريف وحدة إدارية تتألف من بلدة أو مدينة

٣ – حضر وحدة إدارية ذات خصائص ريفية سائدة

خصائص المجال المتغايرة

محدد الوحدة الإدارية I (١٤) ملاحظة: في قاعدة البيانات النموذجية هذه، تخزن كل المعلومات عن الخصائص (مثل الإسم، الإسم البديل، عدد الأسر المعيشية، السكان، الخ.) في جداول بيانات منفصلة تربط بجدول الخصائص الجغرافية عن طريق محدد وحدات إدارية.

التشكيل المسموح لقيم الخصائص

إقليم، لا ينطبق ملاحظة: هذه التشكيلات فقط ممكنة. مثلاً، لا توجد أقاليم حضرية أو مقاطعات ريفية.

مقاطعة، لا ينطبق

منطقة محلية، حضر

منطقة محلية، ريف

العلاقات

وحدة إدارية (P) مشاركة (0, N) طريق (L)

وحدة إدارية (P) مشاركة (0, N) نهـر (L)

وحدة إدارية (P) مشاركة (0, N) جسم مائي (P)

ملاحظة: تمثل الطرق والأنهار كخطوط (L) وقد تتماكن مع أجزاء من حدود وحدة إدارية، تمثل بمضلع (P). وبالمثل، قد تتماكن حدود إدارية مع شاطئ أو جسم مائي مثل بحيرة، تمثل كمضلع (0, N) إشارة إلى مدى أساسية العلاقة. ويعني أنه، مثلاً، عند حد أدنى قد يتماكن صفر من الطرق مع حدود وحدة إدارية، وأنه لا يمكن تقرير الحد الأقصى (المشار إليه بـ N، بمعنى أي رقم).

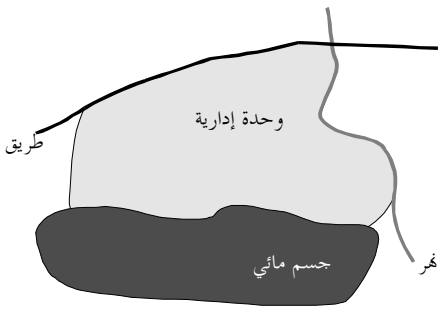
التمثيل الهندسي والحجم الأدنى

تمثل الوحدة الإدارية كمعلم نقطة إذا كانت مساحة السطح أقل من أو تعادل كيلومتراً مربعاً واحداً وكمعلم مساحة إذا كان أكبر من كيلومتر مربع.

ملاحظات

يجب أن تتماكن الوحدات الإدارية مع حدود مناطق العد. ويجب أن تغطي الوحدات الإدارية الأراضي الوطنية بصورة شاملة. وبمعنى آخر، يجب ألاّ يكون أي جزء من أراضي البلد غير مخصص إلى وحدة إدارية.

رسم بياني



المرفق رابعاً – مثال لمعجم البيانات للتوزيع

فيما يلي عيّنة معجم قاعدة بيانات للتوزيع يتعلق بقاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية لتعداد حول المناطق المحلية لبلد مفترض هو بوبلانديا. ويقدم هذا المثال للتوضيح فقط. ويجب أن يصمم مكتب التعداد الوطني بحرص المحتويات الفعلية لمعجم البيانات لمراعاة قضايا محددة ذات صلة بالنسبة للبلد.

معجم البيانات: قاعدة بيانات مناطق محلية لنظام معلومات جغرافية

عنوان قاعدة البيانات	قاعدة البيانات الجغرافية الرقمية للمناطق المحلية للتعداد.
المصدر	المكتب الإحصائي الوطني (NSO)، فرع التعداد، قسم رسم الخرائط (١٩٩٦)، التعداد الوطني للسكان والمساكن لبوبلانديا، ١٩٩٥.
محتوى قاعدة البيانات	تتألف قاعدة البيانات من طبقة بيانات نظام معلومات جغرافية للمناطق المحلية في البلد كله. وتوزع قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية في صيغة شكل ملف ArcView (شركة معهد بحوث الأنظمة البيئية) أو صيغة التبادل MapInfo (MapInfo, Inc.)، أو كملف نص عادي من إحداثيات. وتشير هذه الوثائق إلى صيغة ملفات نظام ArcView.
	ويحتوي جدول بيانات الخصائص الجغرافية المتعلقة بطبقة المناطق المحلية بنظام المعلومات الجغرافية (LOC.DBF) على معلومات أساسية فقط، تشمل الرمز المحلي (LOC_CODE)، وأسماء الوحدات الإدارية التي تقع فيها. ويوزع جدولان للبيانات الخارجية مع قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية، يحتوي أحدهما على خصائص السكان من التعداد (POP.DBF) والثاني لخصائص الأسر المعيشية (HH.DBF). ويمكن ربط هذين الجدولين بقاعدة بيانات المناطق المحلية بنظام المعلومات الجغرافية باستخدام الحقل المشترك . LOC_CODE. وتشير كل البيانات إلى تاريخ التعداد ١ تموز/يوليه ١٩٩٥، ما لم يحدد خلافاً لذلك.
متطلبات البرمجيات والمعدات للوحدات الإدارية ووحدات الإبلاغ	تحتوي قاعدة البيانات على معلومات خاصة بـ ١,٢٩١ منطقة محلية في تسعة أقاليم و١٢٣ مقاطعة.
	ويمكن الاطلاع على قاعدة البيانات في أي برنامج رسم خرائط بمساعدة الحاسوب المنضدي يمكنه أن يستورد صيغ ملفات ArcView أو صيغ ملفات التبادل MapInfo.
	وتتوقف أشكال أنظمة الحد الأدنى على البرنامج الحاسوبي المستخدم للوصول إلى البيانات. وبصفة عامة، يكفي استخدام حاسوب شخصي متوافق مع IBM بقوة ٤٨٦ ميجاهيرتز أو أسرع بـ ٨ ميجابايت من ذاكرة التداول الانتقائي. ويمكن الوصول إلى قاعدة البيانات من CD-ROM أو يمكن تركيبها على المسير الصلد للحاسوب وتتطلب مساحة ١٦ ميجابايت من القرص الصلد.
صيغة توزيع قاعدة البيانات	توزع قاعدة البيانات في شكل غير مضغوط على قرص مدمج – ذاكرة للقراءة فقط (CD-ROM). ويمكن الوصول إليه مباشرة.
الإسقاط	قمعي ذو أبعاد متساوية
خطوط العرض المعيارية	٢٠ْ شمالاً ، ٦٠ْ شمالاً
دائرة خط الطول المركزية	١٤٠ْ غرباً
وحدات الإحداثيات	الأمتار
تعويض فروق الإحداثيات	لا شيء
مقياس رسم الخريطة المرجعية	يتفاوت. فترسم معظم المناطق المحلية الحضرية بخرائط مقياس رسمها ١: ٢٥,٠٠٠ وأكبر. وترسم المناطق المحلية الريفية على خرائط بمقياس رسم أصغر هو ١: ٥٠,٠٠٠.
معلومات عن الدقة العامة	طبقاً لمعلومات الوكالة الوطنية لرسم الخرائط، تبلغ دقة الإحداثيات المقدرة في المتوسط +/-١٠٠ متر في

المناطق الريفية و +/-٣٠ متر في المناطق الحضرية.

وحدات الإبلاغ المنفصلة: تتألف بعض المناطق المحلية من أكثر من مضلع واحد. ويحتوي جدول الخصائص على حقل (FLAG)، قيمته ١ للمضلع الرئيسي (وهو الوحيد للمناطق المحلية التي تتكون من مضلع واحد فقط)، وصفر لأي مضلعات صغرى. ولتجنب ازدواج العد عند تجميع بيانات التعداد، يجب القيام به بعد اختيار تلك المناطق المحلية ذات الحقول التي تبلغ قيمتها ١.

المنتجات ذات الصلة: نشر المكتب الإحصائي الوطني قواعد بيانات رقمية مماثلة لنظام المعلومات الجغرافية الخاص بمناطق العد. ونظراً لأن رقم مناطق العد كبير جداً، استحدثت قواعد بيانات أنظمة معلومات جغرافية منفصلة لكل إقليم. ويجب الاتصال بالمكتب الإحصائي الوطني للحصول على مزيد من المعلومات.

المراجع:

المكتب الإحصائي الوطني (١٩٩٥). التقرير الفني عن نشاطات رسم خرائط التعداد الوطني للسكان والمساكن لبوبلانديا، ١٩٩٥، فرع التعداد، قسم رسم الخرائط.

المكتب الإحصائي الوطني (١٩٩٥). التقرير المنهجي والإداري للتعداد الوطني للسكان والمساكن لبوبلانديا، ١٩٩٥، فرع التعداد.

المكتب الإحصائي الوطني (١٩٩٦). نتائج التعداد الوطني للسكان والمساكن لبوبلانديا، ١٩٩٥، فرع التعداد، قسم رسم الخرائط.

جهة الاتصال للمعلومات:

المكتب الإحصائي الوطني، فرع التعداد
قسم رسم الخرائط، خدمات المستعملين
صندوق بريد ٩٩٩٩
تاروتا، إقليم سامباس
تلفون: ٩٩-٩٩-٩٩٩٩٩
فاكس: ٩٩-٩٩-٩٩٩٩٨
البريد الإلكتروني: geog@census.gov.xx
عنوان الإنترنت: www.census.gov.xx

ملفات البيانات الجغرافية

LOC.DBF – قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية المتعلقة بحدود المناطق المحلية

اسم الملف:	LOC.SHP
نوع الملف:	صيغة ملف ESRI ArcView
أنواع المعالم:	مضلعات
الملفات المصاحبة:	LOC.DBF جدول خصائص المضلعات (جزء من ملف الشكل)
	POP.DBF مؤشرات تعدادات السكان
	HH.DBF مؤشرات تعدادات الأسر المعيشية
	LOC.SHX ملف الفهرسة الجغرافية الداخلية الذي يستخدمه ArcView

ملفات بيانات الخصائص

LOC.DBF – خصائص المناطق المحلية

اسم الحقل	الوصف	تعريف الحقل	المدى	الرموز	القيم المفقودة
LOC_CODE	الرمز الرسمي للمنطقة المحلية. يوفر ارتباطاً بجداول البيانات الخارجية POP.DBF و HH.DBF. ويتم إنشاء الرمز الجغرافي بسلسلة المحددات الإدارية: رقمان للإقليم + ٣ أرقام للمقاطعة + ٣ أرقام للمنطقة المحلية	Int, 8	قيمة إيجابية	لا يوجد	-٩٩٩
المساحة	مساحة المنطقة المحلية بالكيلومترات المربعة	Real, 6.1	قيمة إيجابية	لا يوجد	-٩٩٩
الحقل	يشير إلى ما إذا كان المضلع رئيسي بالنسبة للمنطقة المحلية. وفيما يتعلق بالمناطق المحلية التي تتكون من مضلعين أو أكثر، فإن أكبرها فقط هو الذي له قيمة ١	Int, 1	٠ – ١	٠ – ثانوي ١ – رئيسي	
حضر	مؤشر لما إذا كانت المنطقة المحلية قد صنفت كحضر أم ريف	Int, 1	٠ – ١	٠ – ريف ١ – حضر	
LOC_Name	اسم المنطقة المحلية	Char, 25	لا يوجد	لا يوجد	''لا ينطبق''
DIST_NAME	اسم المقاطعة	Char, 25	لا يوجد	لا يوجد	''لا ينطبق''
PROV_NAME	اسم الإقليم	Char, 25	لا يوجد	لا يوجد	''لا ينطبق''
AREA_TOTAL	المساحة الإجمالية للمنطقة المحلية بالكيلومترات المربعة	Real, 10.3	قيمة إيجابية	لا يوجد	-٩٩٩
AREA_LAND	مساحة المنطقة المحلية المغطاة بأرض بالكيلومترات المربعة	Real, 10.3	قيمة إيجابية	لا يوجد	-٩٩٩
AREA_WATER	مساحة المنطقة المحلية المغطاة بأجسام مائية بالكيلومترات المربعة	Real, 10.3	قيمة إيجابية	لا يوجد	-٩٩٩

POP.DBF – مؤشرات تعدادات السكان

اسم الحقل	الوصف	تعريف الحقل	المدى	الرموز	القيم المفقودة
LOC_CODE	الرمز الرسمي للمنطقة المحلية. يوفر صلة بجداول بيانات خصائص نظام المعلومات الجغرافية LOC.DBF و HH.DBF	Int, 8	قيمة إيجابية	لا يوجد	-٩٩٩
POP_TOT	إجمالي السكان الذين شملهم العد	Int, 7	قوة إيجابية	لا يوجد	-٩٩٩
POP_DENS	كثافة السكان من حيث عدد الأفراد في الكيلومتر المربع (POP-TOT/AREA)	Real, 5.1	قوة إيجابية	لا يوجد	-٩٩٩
…	…	…	…	…	…

HH.DBF – مؤشرات تعدادات الأسر المعيشية

اسم الحقل	الوصف	تعريف الحقل	المدى	الرموز	القيم المفقودة
LOC_CODE	الرمز الرسمي للمنطقة المحلية	Int, 8	قيمة إيجابية	لا يوجد	-٩٩٩
HH_NUM	عدد الأسر المعيشية	Int, 7	قيمة إيجابية	لا يوجد	-٩٩٩
HH_HEAD	جنس رب الأسرة المعيشية	Int, 1	١ – صفر	ذكر – ١ أنثى – ١	– ١
…	…	…	…	…	…

المرفق خامساً – تصميم الخرائط المواضيعية

ألف – مقدمة

يفرق راسمو الخرائط بين عدة أنواع من الخرائط. فتخدم الخرائط ذات الأغراض العامة كإطار مرجعي للتكييف مع الأوضاع الجغرافية الواقعية. فهذه الخرائط تبيّن في معظمها المعالم الجغرافية الحقيقية التي يمكن ملاحظتها على الأرض. وهذه المعالم إما طبيعية – أنهار، جبال، سواحل – أو من صنع الإنسان، مثل الطرق أو المستوطنات. وتبيّن خرائط الإسناد أيضاً المعالم غير المرئية على الأرض. وأفضل مثال هو الحدود السياسية وشبكة الإسناد التي تبيّن خطوط العرض والطول. وتندرج الخرائط الطبوغرافية تحت هذه الفئة من خرائط الإسناد ذات الأغراض العامة. وتلعب دوراً هاماً في رسم خرائط مناطق العد التي يستخدمها العداد حيث إنها توفر معلومات عن المعالم التي يستخدمها للتكييف مع الأوضاع الجغرافية الواقعية في منطقة العمل المكلف بها.

وتعتبر الخرائط المواضيعية أكثر صلة بموضوع رسم خرائط نتائج التعداد. فهي تعرض التوزيع الجغرافي للظواهر الفيزيائية أو الثقافية التي لا يمكن ملاحظتها مباشرة بسهولة على الأرض. ويمكن أن تبنى الخرائط المواضيعية على معلومات نوعية وكمية. والمثال على المعلومات النوعية هو الخريطة التي تبيّن توزيع الناس حسب اللغة الوطنية أو الديانة. وعلى النقيض من ذلك، توفر الخرائط المواضيعية الكمية، التي تسمى أحياناً الخرائط الإحصائية، بعض المعلومات عن الحجم النسبي للمعالم التي ترسم خرائطها. والمثال على ذلك هو الخريطة التي ترسم فيها الرموز الممثلة للمدن في بلد بمقياس طبقاً لحجم كل مدينة. ومثال آخر هو الخريطة التي تظلل فيها مناطق الإبلاغ مثل المقاطعات طبقاً لكثافة سكانها. ومعظم البيانات التي تنتج لأطلس تعداد من هذا النوع.

باء – مبادئ تصميم الخرائط

على الرغم من تكرار استخدام الخرائط في التحليل، إلاّ أنها ليست صالحة بالنسبة لبيان قيم البيانات المضبوطة. فعلى الخريطة تترجم قيم البيانات إلى رموز. وعلى راسم الخريطة أن يخصص قيماً للبيانات في فواصل فئوية للحصول على عدد يمكن التحكم فيه من الفئات التي تمثل كألوان أو رموز. ويعني هذا أن بعض المعلومات يضيع عند عرض الخريطة. وفيما تتميز الخرائط بالقوة في عرض الاتجاهات، والأهمية النسبية، وتوزيع قيم المؤشرات، إلاّ أن جداول البيانات أو الخرائط الرقمية التي يمكن الاستفسار عن بياناتها أكثر مناسبة إذا كانت القيم المضبوطة موضع الاهتمام.

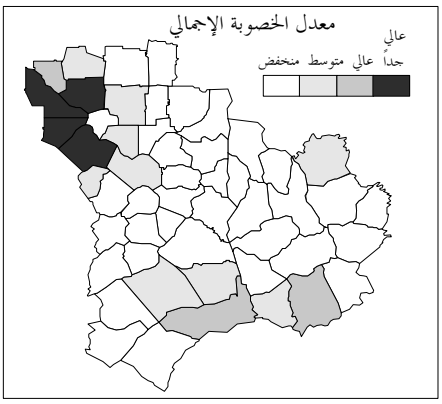
وإنتاج خرائط العرض هو عملية تصميم ينقل فيها راسم الخريطة فكرة أو مفهوم إلى القارئ (Monmonier, 1993). ويشبه هذا أشكالاً أخرى من نقل المعلومات النوعية أو الكمية في شكل رسوم بيانية باستخدام الخرائط البيانية، أو الصور الفوتوغرافية، أو مرئيات أخرى. لهذا، تنطبق نفس مبادئ التصميم التي تهدي تصميم الرسوم البيانية على رسم الخرائط.

وأهم مبدأ من مبادئ التصميم هو البساطة والوضوح. فينتهي الأمر بالنسبة للكثير من الخرائط أن تملؤها أشياء بلا نظام، لأن راسم الخرائط حاول عرض ما هو أكثر من اللازم من الأشياء في مساحة صغيرة. وهناك مفهوم مفيد هو تعظيم Tufte للبيانات استناداً إلى نسبة استخدام الحبر (Tufte, 1993): المعدل لصنع الخرائط، وهذا يعني أنه يجب أن يخصص معظم الحبر المستخدم لتمثيل البيانات الجغرافية بدلاً من رسم معلومات غير جوهرية. لهذا، يجب استبعاد المعلومات غير الضرورية. والعناوين التي تبدأ بـ ''خريطة خاصة بـ... '' أو ''المفتاح'' غير ضرورية كما هو الأمر بالنسبة للكثير من البراويز، والخطوط المنمقة، وغالباً وإن لم يكن دائماً الأسهم التي تشير إلى الشمال وخط مقياس الرسم. وكما هو الحال بالنسبة لمعظم المبادئ، فإن هذا المبدأ بطبيعة الحال له أيضاً قيوده. ويتطلب الأمر بوضوح إضافة بعض العناصر الخرائطية، مثل المفتاح نفسه، وعنوان موجز ومعلومات عن المصدر وذلك لفهم الخريطة.

وتعني البساطة أيضاً ألاّ تبدد أية مساحة. ومع توفر طابعات الليزر الشديدة الوضوح في كل مكان تقريباً، لا يتعيّن طبع الخرائط في صيغ كبيرة جداً لإظهار كل التفاصيل. وكلما كان تصميم الخريطة أفضل، كلما أمكن طبعها أصغر. ويعني استخدام المساحة باقتصاد شديد أيضاً أنه يجب تجنب الأبناط الزائدة عن الحجم العادي، ورموز مفاتيح الخريطة أو الصور الصغيرة المدرجة في الخريطة.

ويعتبر تحقيق تسلسل هرمي مرئي مفهوم آخر هام. ويطبق على عناصر بالخريطة نفسها فضلاً عن ترتيب كل مكونات الخريطة. وعلى الخريطة نفسها، يعكس اختيار الألوان أو الرموز ترتيب قيم البيانات. ففي خريطة لوفيات الأطفال، مثلاً، يمكن تظليل وحدات الإبلاغ التي تمثل أعلى القيم بأقوى لون أو أغمق درجة من الرمادية. هذه هي المواقع البالغة الأهمية التي يجب أن تجذب اهتمام المشاهد فوراً. وفي الشكل – المرفق خامساً – ١، مثلاً، ظُللت الفئات من المنخفض إلى العالي عن عمد بدرجات لون رمادي فاتح لإبراز الفئة ''العالية جداً''. والتغير بين الألوان الغامقة ودرجات اللون الرقيقة هي التي تخلق التسلسل المرئي. وتبرز منطقة فاتحة اللون نسبياً محاطة بدرجات لون غامق بنفس القدر. ويناقش اختيار الألوان أداه بتفصيل أكبر.

الشكل – المرفق خامساً – ١ تكوين تسلسل هرمي مرئي من خلال اختيار الألوان أو درجات الغمقان



يمكن لراسم الخرائط أيضاً أن يستخدم حيلاً أخرى ليوجه اهتمام المشاهد نحو مناطق معينة على الخريطة. فالحدود حول أهم المعالم على الخريطة، مثلاً، تجعلها تبرز من الخلفية. وتستخدم الحواشي أو الأسهم أحياناً أيضاً للإشارة إلى معالم محددة ولكنها تزحم الخريطة غالباً.

وبالنسبة للتكوين الشامل للخريطة، ينطبق نفس المبدأ. فأهم جزء في الخريطة هو المعلومات الخرائطية ذاتها، العنوان والمفتاح الذي يفسر الترميز. ويجب أن تكون هذه هي أبرز المعالم على صفحة الخريطة. ويجب إضافة أي عناصر أخرى للخريطة بحرص.

ويرتبط تعليق نهائي حول تصميم الخريطة بمسؤولية رسّامي الخرائط ألاّ يجرحوا مشاعر أي قطاع من السكان نتيجة اختياراتهم المتعلقة بالتصميم. ويلزم أن يكون رسامو الخرائط على إدراك بحساسيات مختلف المناطق أو الجماعات السكانية. ولبعض الرموز والألوان مدلولات سلبية أو إيجابية بالنسبة للجماعات العرقية أو العنصرية المختلفة في البلد. ويجب أن يتجنب تصميم الخرائط استخدام رموز ترتبط بصور مشوهة عن أي جماعات سكانية فرعية.

١ – عناصر الخريطة المواضيعية

تتكون الخريطة المواضيعية من عدة عناصر. وتتألف الخريطة ذاتها من خريطة مرجعية تبيّن حدود المناطق المعنية، مثلاً، حدود البلد، وربما بعض المعالم المرجعية مثل الأنهار أو المدن الرئيسية. وتوفر هذه تثقيفاً للقارئ الذي يريد أن يقارن مدى أهمية متغير في جزء من البلد بنظيره في جزء آخر. والعنصر الثاني الرئيسي في خريطة مواضيعية هو المراكبة في الخريطة التي تمثل التوزيع الجغرافي للمتغير.

وبالإضافة إلى معلومات الخريطة الفعلية، فإن الخريطة الجيدة النوعية المنشورة تحتوي على عناصر إضافية قد تشمل:

- عناوين رئيسية وفرعية. ويجب أن تكون هذه قصيرة وواصفة بدرجة عالية. ويجب تجنب العناوين التي تتضمن عبارات مثل ''خريطة خاصة بـ...''.
- مصدر البيانات ونسب الخريطة إلى مستحدثها وبيانات عن الإنتاج توفر للمستعمل معلومات عن مدى موثوقية الخريطة ومصداقيتها. وتضيف بعض الوكالات التي تنتج خرائط بصورة منتظمة أيضاً أرقام الإسناد والنسخ للاستخدام الداخلي. ويجب إضافة أية معلومات توضيحية ذات صلة بفهم محتوى الخريطة. وبالنسبة للخرائط التي تطبع بصيغ كبيرة، يجب تضمينها محددات الإسقاط الخرائطي.
- مفتاح الخريطة الذي يصف كيف تترجم قيم المتغير الذي رسمت خريطته إلى رموز خرائطية، مثلاً، أي الألوان استخدمت لرسم خريطة مدى معين من قيم كثافة السكان. ومن المهم أن تتضمن الخريطة دائماً وحدات القياس في المفتاح، مثلاً، ''أفراد لكل كيلومتر مربع''.
- مقياس رسم الخريطة، ويتيح للمستعمل أن يقيس المسافات على الخريطة. وبالنسبة لسلسلة من الخرائط المواضيعية مثل أطلس التعداد، حيث ترسم كل الخرائط بنفس المقياس، لا يتعين أن تظهر هذه المعلومات على كل صفحة. وينطبق هذا أيضاً على الخرائط الصغيرة الحجم نسبياً للمناطق المعروفة جيداً حيث من غير المحتمل أن يرغب القارئ في القيام بقياسات للمسافات. ومن الأفضل عادة إضافة خط لمقياس الرسم بدلاً من ذكر المقياس عددياً (مثل ١: ١,٠٠٠,٠٠٠). وإذا تم تصغير حجم الخريطة أو تكبيرها خلال النسخ، فسوف يبقى المقياس قابلاً للتطبيق. وعلى النقيض من ذلك، فإن مقياس رسم الخريطة الإسمي المستخدم لرسم الخريطة الأصلية سوف يكون عندئذ غير صحيح.
- السهم الذي يشير إلى الشمال ليس ضرورياً بصورة مطلقة على خريطة مرجعية طالما أن كل الخرائط توجه نحو الشمال. وهذا صحيح بصفة خاصة إذا كانت الخريطة تبيّن منطقة جغرافية معروفة جيداً مثل البلد بكامله. وإذا ما دورت الخرائط للحصول على توافق أفضل على الخريطة بعد التدوير، يجب دائماً إضافة سهم يشير إلى الشمال.
- حدود الخريطة والخطوط المنمقة تستخدم لفصل العناصر المختلفة للخريطة، ويعتبر استخدام مثل هذه العناصر الخاصة بالرسوم البيانية بدرجة كبيرة مسألة تصميم. ومن شأن الإفراط في رسم الكثير من البراويز والخطوط أن يجعل الخريطة تبدو مزدحمة بلا نظام. لهذا، يجب أن تستخدم الحدود الإضافية فقط إذا لم تكن عناصر الخريطة قد فصلت جيداً.
- أسماء الأماكن ووصفها، وهو ما يدعم تعريف المعالم الجغرافية أو المناطق الإحصائية.

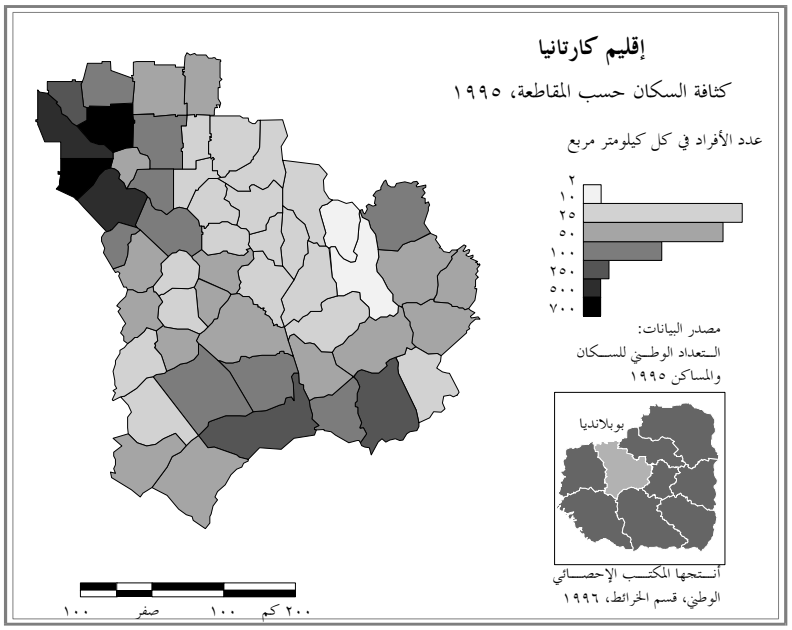
- شبكة الأرضية، وهي شبكة خطوط العرض والطول التي تسهل التوجيه على الخريطة. ويجب أن توضع هذه على الخرائط التي ترسم بمقياس رسم صغير.
- خرائط تحديد المواقع، وتستخدم لبيان موقع المنطقة التي تغطيها الخريطة الرئيسية. مثلاً، يمكن أن تصاحب خريطة على مستوى المقاطعة لكثافة السكان خريطة صغيرة تبيّن موقع تلك المقاطعة في البلد أو الإقليم.
- الخرائط الصغيرة بداخل الخرائط الكبيرة، وتشبه خرائط تحديد الموقع. ولكن بدلاً من إظهار موقع المنطقة التي تغطيها الخريطة الرئيسية، تبيّن جزءاً صغيراً من الخريطة بمقياس رسم خرائطي أكبر. مثلاً، قد تصاحب خريطة على مستوى الإقليم خريطة صغيرة تبيّن منطقة العاصمة أو معلومات في مقاطعة صغيرة بتفصيل أكبر.
- النص والحواشي، ويوفران معلومات خلفية أو توضيحات. ويجب أن تكون قصيرة وفي صميم الموضوع.
- عناصر رسوم بيانية إضافية، ويمكن أن تشمل مخططاً لتوزيع التواتر (هستوجرام) يبيّن التوزيع الإحصائي للمتغير أو شعار المكتب الذي أنتج الخريطة.

يبيّن الشكلان – المرفق خامساً – ٢ والمرفق خامساً – ٣ مثالين للخرائط التي تشمل الكثير من عناصر الخرائط المواضيعية. والشكل – المرفق خامساً – ٢ يمثل خريطة المستوى الأول الذي يشمل الوحدات الإدارية لبلد بوبلانديا الافتراضي. وقد غطيت الخريطة بشبكة من خطوط العرض والطول توفر الإسناد الجغرافي. وتضاف العاصمة الوطنية، والعواصم الإدارية الإقليمية والأنهار الرئيسية للإسناد. وتوصف كل المعالم بصورة مناسبة، باستخدام أبناط مختلفة لمختلف أنواع المعالم. ويبيّن الهامش أدنى منطقة الخريطة خط مقياس الرسم، ومفتاح الخريطة الذي يصف أنواع المعالم المواضيعية المبينة ومصدر الخريطة. وإذا كان للمكتب الإحصائي شعار، يمكن إضافته لكل خريطة أيضاً. وقد حذف السهم الذي يشير إلى الشمال لسببين. الأول هو أنه لا يوجد توجيه غير عادي للخريطة وتوضح خطوط الطول بدرجة كبيرة أن الشمال هو في أعلى الخريطة. والثاني، وهو سبب أقل وضوحاً هو أن الإسقاط الخرائطي المستخدم في الخريطة له خطوط طول تندمج نحو الشمال. ويعني هذا أن الشمال يوجد في اتجاه مختلف بصورة ضئيلة عند خطوط الطول المختلفة.

الشكل – المرفق خامساً – ٢ خريطة عيّنة للوحدات الإدارية والمراكز الحضرية الرئيسية

تبيّن الخريطة المواضيعية في الشكل – المرفق خامساً – ٣ كثافة السكان في أحد أقاليم بوبلانديا. ويمكن أن تصاحب خريطة من هذا النوع، مثلاً، جداول تبيّن خصائص السكان للمنطقة في منشور التعداد. ويحافظ على بقاء التصميم بسيطاً إلى حد ما. ويصف العنوان الفكرة الأساسية للخريطة ويبيّن العنوان الفرعي المنطقة الجغرافية. وبدلاً من مفتاح الخريطة العادي الذي يبيّن الألوان في براويز متساوية الحجم يبيّن المفتاح في هذه الخريطة فئات كثافة السكان في شكل مخطط لتوزيع تواتر المتغير. ويخدم هذا غرض مفتاح الخريطة التقليدي – الذي يربط القيم بألوان الظلال – ويعرض بالإضافة إلى هذا التوزيع المتواتر لقيم المقاطعات. وبالنسبة للخرائط الأكثر تعقيداً، التي تتألف من مناطق أكثر، يمكن للمرء أن يضيف العدد الفعلي للمقاطعات التي تقع في كل فئة. ومن أجل الإبقاء على وضوح الخريطة وبساطتها، لم ينفذ هذا في هذه الحالة. وتبيّن خريطة صغيرة محددة للمواقع، أدنى مفتاح الخريطة ومصدر البيانات، موقع إقليم كارتانيا في البلد. وليس من الضروري غالباً إضافة أوصاف إلى خريطة تحديد المواقع التي تبيّن البلد، حيث إن شكل البلد يمكن عادة التعرف عليه من جانب القراء.

الشكل – المرفق خامساً – ٣ مثال لخريطة مواضيعية لكثافة السكان



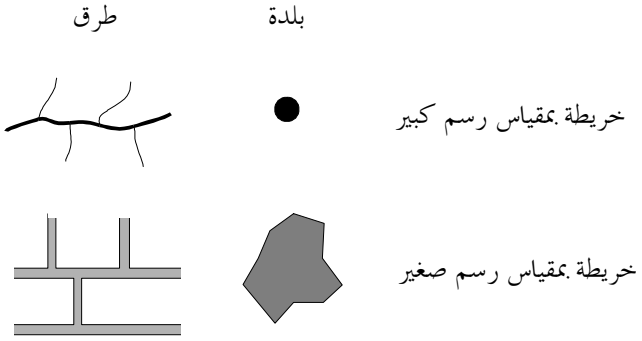
٢ – مستويات القياس ومتغيرات الرسوم البيانية

(أ) الأبعاد المكانية

لا تبيّن الخرائط المواضيعية فقط موقع المعلم، بل تقدم أيضاً بعض المعلومات حوله – قيمة المتغير في كل موقع جغرافي. لهذا تتكون كل خريطة مواضيعية من عناصر جغرافية وبعض خصائص تلك العناصر. ويعني هذا أنه عند تصميم خريطة مواضيعية علينا أن نراعي البعد المكاني للمعالم الجغرافية، كما يلزم أن ندرك مستوى قياس المتغير. وكلاهما يقرر الخيارات الخرائطية المتاحة لإنتاج خريطة جذابة للرؤية، ويسهل تفسيرها ودقيقة.

وتمثل العناصر الهندسية الأوّلية: النقط، والخطوط، والمساحات، المعالم الجغرافية في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية. وتضيف الفئات الإضافية، رغم أنها تستخدم أقل تكراراً في رسم الخرائط، بعدين ثالث ورابع: الحجم، والزمان – المكان. ويتوقف اختيار الشكل الهندسي المستخدم لمعلم بالعالم الحقيقي، أحياناً، على المقياس المكاني للخريطة أو مجموعة البيانات. فمثلاً، يمكن تمثيل قرية أو بلدة كمساحة في الخرائط ذات المقياس الكبير ولكنها تبيّن كنقطة في الخرائط ذات المقياس الخرائطي الأصغر على مستوى الإقليم أو البلد (انظر الشكل – المرفق خامساً – ٤). فقد يرسم طريق كخط على خريطة إقليم، ولكن كخط مزدوج – أي معلم مساحة – على خريطة مدينة.

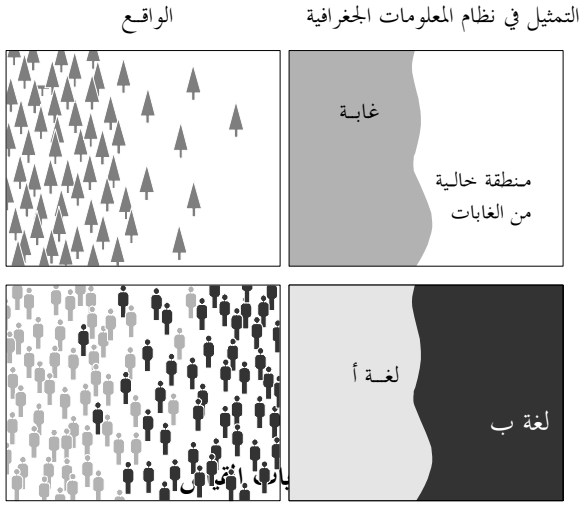
الشكل – المرفق خامساً – ٤ أثر التعميم على عرض المعلومات المكانية



من المهم أن نتذكر أن الحدود والمواقع لا تحدد دائماً بالوضوح الذي تبدو به في التمثيل المتفرد لخريطة أو قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية. وغالباً ما يتطلب الأمر تعميم المعالم المعقدة في العالم الحقيقي، أو تبسيطها أو تجريدها لتمثيلها في قاعدة بيانات حاسوب. مثلاً، لا تتوفر لكثير من معالم العالم الحقيقي حدود واضحة. هناك دائماً منطقة انتقالية بين الغابات والمنطقة التي تخلو من الغابات. فإذا مثلت الغابة كمعلم مساحة (بدلاً من النقط لكل شجرة) فسوف تفقد بالضرورة بعض المعلومات (انظر الشكل – المرفق خامساً – ٥).

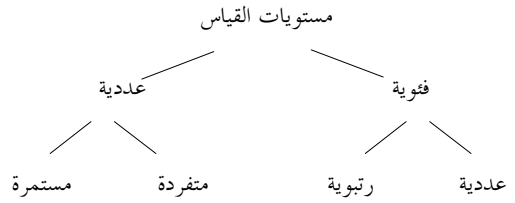
وتوفر توزيعات الجماعات العرقية أو اللغوية مثالاً للعالم الاجتماعي والاقتصادي الذي نجد فيه الحدود التي أسيئ تحديدها. فعلى الرغم من أنماط توزيع هذه الجماعات المتفردة جداً أحياناً، فهناك احتمال وجود مناطق عند مشارف كل منطقة يعيش فيه بشكل منتشر أناس من جماعات عرقية أو لغوية مختلفة. ويستخدم راسمو الخرائط أحياناً خطوطاً متقطعة لتمثيل مثل هذه الحدود التي أسئ تحديدها، على الرغم من أن هذا لا يحل مسألة تحديد مكان الحدود على الخريطة.

الشكل – المرفق خامساً – ٥ يلزم أحياناً تبسيط تعقيد العالم الحقيقي لغرض التمثيل في نظام المعلومات الجغرافية



لتحديد الكيفية التي نقيس بها المتغير الذي نريد أن نرسم خريطته أهمية مساوية. والفرق الرئيسي هو بين المعلومات الفئوية والعددية (انظر الشكل – المرفق خامساً – ٦). ويمكن أن تصنف البيانات الفئوية بدورها كإسمية أو رتبوية. وتصف البيانات الإسمية أو النوعية ببساطة نوعاً من المعالم، ولكن لا يتوفر ترتيب طبيعي بين الفئات. والمثال على ذلك هو أنواع المساكن مثل المساكن المبنية من الحجر أو المعد هيكلها من الخشب. ومن ناحية أخرى، فإن البيانات الرتبوية تعني ترتيب البيانات حسب رتبتها، على الرغم من أننا لا نعرف الفواصل بينها. فمثلاً، قد نصنف الأسر المعيشية، استناداً إلى ردود المسح، كمنخفضة الرفاهة أو متوسطة أو عالية المستوى. غير أننا لا نعرف ما إذا كان الاختلاف بين المنخفضة والمتوسطة المستوى هو نفس الاختلاف بين المتوسطة والعالية المستوى.

الشكل – المرفق خامساً – ٦ قياس المتغيرات



وإذا أمكننا تحديد الاختلاف بين الفئات كمياً، حصلنا على بيانات عددية. والبيانات المتفردة هي أعداد، مثل عدد غرف النوم لدى كل أسرة معيشية، وكذلك إجمالي السكان. ويمكن أن تتناول المتغيرات المستمرة أو النسبية أية قيمة مرغوبة. ولهذا، يمكن قياسها بتحديد دقيق للغاية. وبالنسبة لبيانات التعداد، تمثل المتغيرات المستمرة عادة مؤشرات تحسب للوحدات الإجمالية للتعداد مثل كثافة السكان، أو نسبة السكان الذين يستطيعون الوصول إلى مياه الشرب الآمنة، أو معدل الخصوبة الإجمالي.

(ج) المتغيرات البيانية

على خريطة مواضيعية، تكشف الرموز البيانية للمشاهد فروق القيم أو الفئات بين المعالم الجغرافية. وتماثل مفاهيم الترميز التي تطبق في رسم الخرائط تلك المفاهيم المستحدثة لتطبيقات تصميمات الرسوم البيانية لبيرتن (Bertin, 1983؛ انظر أيضاً MacEachren, 1995). ويميز Bertin بين المتغيرات البيانية التالية:

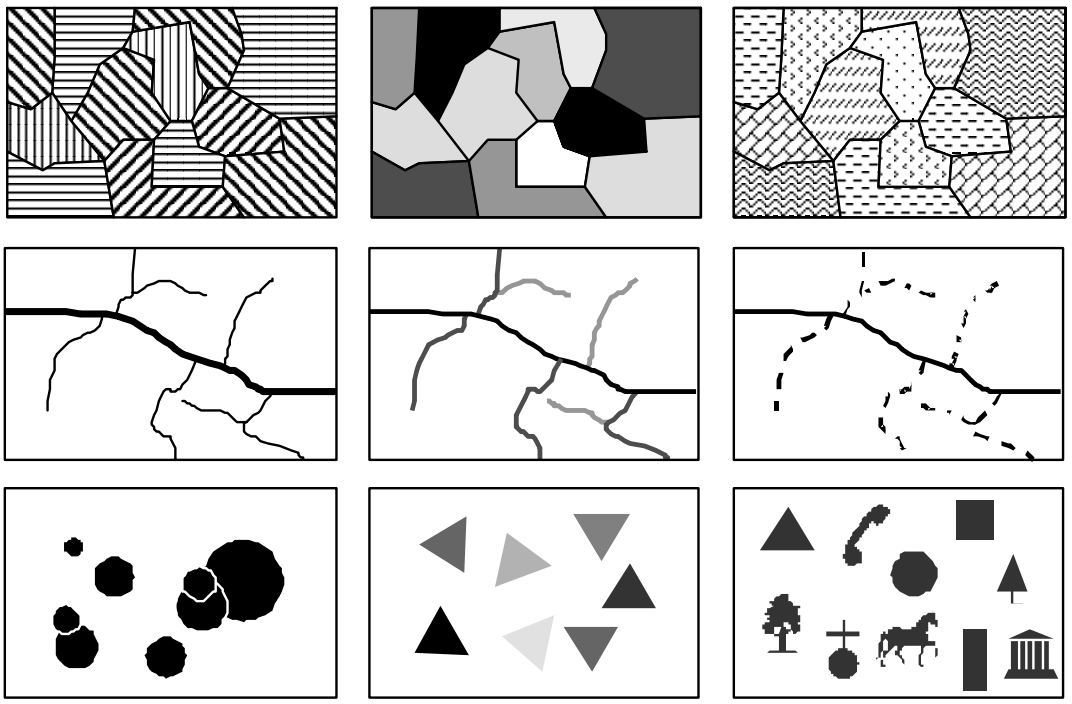
- الحجم، وهو مؤشر للفروق الرتبوية أو العددية. وهو الأكثر أهمية بالنسبة للمعالم التي تمثل بنقط أو خطوط لتبيّن، مثلاً، حجم البلدات والمدن باستخدام دوائر يتم تدريج حجمها، أو

لإظهار فروق مدى الهجرة بين المناطق باستخدام خطوط أو أسهم مختلفة الثخانة.

- يستخدم التوجيه، مثلاً، في المعالم التي تمثل بالمساحة. وكذلك يمكن إظهار معالم النقط الهندسية بتوجيه متفاوت. ولا يعني التوجيه أية فروق في مقدار المتغير ومن ثم يفيد في إظهار البيانات الإسمية.
- تشير البنية إلى كثافة نمط ثابت يتفاوت بين المناطق. ويمكن أن يستخدم لتمثيل الفروق الرتبوية أو العددية. ويمثل هذا طريقاً مختصراً مفيداً إذا كانت قدرات أجهزة المخرجات محدودة بالنسبة لطباعة الألوان أو التظليلات الرمادية. كما تفيد البنية للغاية في إظهار المعلومات المعروضة في طبقات والتي يرسم فيها متغيران أحدهما فوق الآخر. غير أنه ليس من السهل الحفاظ على الوضوح في مثل هذه الخرائط ولهذا فهي تحقق أكبر الفائدة في التطبيقات التحليلية التوضيحية.
- يمثل الشكل أهم عنصر بالنسبة للمعالم الممثلة بنقط. فتوفر مجموعات الرموز والأبناط في أنظمة المعلومات الجغرافية التجارية وبرامج رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب المنضدي عدداً كبيراً من الرموز المتميزة. وأكثر هذه الرموز شهرة في رسم الخرائط هي الرموز التي تمثل المباني العامة مثل أماكن العبادة أو المستشفيات.
- يناسب اللون جيداً في إظهار الفروق العددية وإلى حد ما الفروق الرتبوية. واختيار اللون يعد من أهم المسائل في تصميم الخرائط ولهذا يناقش بتفصيل أكبر أدناه.

من حيث المبدأ، يمكن تطبيق كل من هذه الأبعاد على كل نوع من المعالم الجغرافية – أي النقاط، والخطوط، والمساحات. ولكن في معظم الحالات، تستخدم فقط مجموعة جزئية من المتغيرات البيانية لمختلف أنواع المعالم. ويبيّن الشكل – المرفق خامساً – ٧ بعض الأمثلة. ويتم اختيار المتغيرات البيانية للخريطة المواضيعية لتوائم نوع القياس في المؤشر الذي ترسم خريطته. مثلاً، يمثل الحجم واللون أقصى أهمية بالنسبة لتمثيل القيم العددية. وتمثل أشكال رموز النقط أو بنية المعالم الممثلة بالمساحة قيماً إسمية مختلفة.

الشكل – المرفق خامساً – ٧ المتغيرات البيانية للمضلعات، والخطوط، والنقاط



٣ – أنواع الخرائط المواضيعية

(أ) رسم خرائط المعالم المتفردة

تتألف بيانات التعداد التي تجمع لإصدارها للجماهير من أعداد يتم تجميعها بالنسبة لوحدة إبلاغ مثل مقاطعة أو منطقة عد. وأفضل تمثيل لمثل هذه البيانات خرائطياً هو باستخدام الخرائط الإحصائية الفئوية المظللة Choropleth. وهذا المصطلح مستمد من كلمتين يونانيتين هما *choros* (مكان) و*pleth* (قيمة). وتبيّن هذه الخرائط البيانات الخاصة بوحدات الإبلاغ المتفردة التي يتم إنشاؤها غالباً بصورة منفصلة عن التوزيع المكاني الفعلي للبيانات (مثل الحدود الإدارية). وتحدد القيمة الرمز – أي اللون أو النمط – الذي يستخدم لتظليل كل وحدة إبلاغ. وتختلف الخرائط الإحصائية الفئوية المظللة

عما يسمى بخرائط فئات المساحة، حيث تحدد البيانات وحدات الإبلاغ. فعلى خريطة تبيّن غطاء الغابات، مثلاً، تتحدد وحدة الإبلاغ استناداً إلى الحدود بين المنطقة التي تغطيها الغابات والمنطقة الخالية منها.

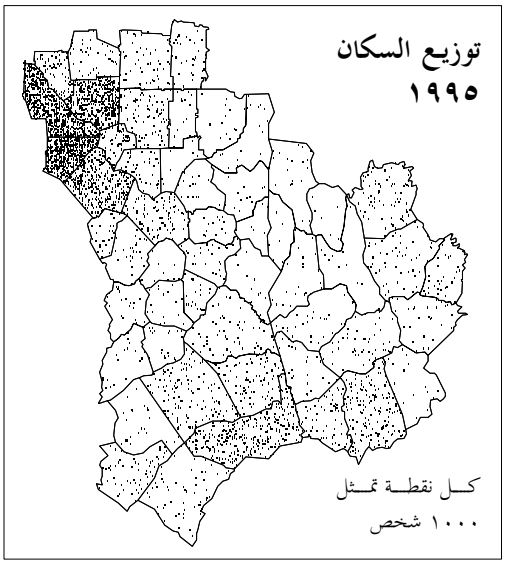
أظهر الشكل – المرفق خامساً – ٣ بالفعل مثالاً للخريطة الإحصائية الفئوية المظللة. ويتم تكوين هذا النوع من الخرائط أولاً بتقسيم النطاق الكامل لقيم البيانات الخاصة بوحدات الإبلاغ إلى مجموعات من الفئات. ويحدد بعد ذلك لون أو نمط تظليل لكل فئة. ونظراً لأن لبيانات العد ترتيب طبيعي، فإن هناك منطقاً عادة يحكم اختيار الألوان أو الظلال، مثل ظلال الألوان التي تتدرج من الفاتح إلى الغامق أو من نمط الخشن إلى الكثيف. والهدف هو توفير إحساس يمكن أن يفهمه المستعمل لمقدار أو مدى القيمة في كل وحدة إبلاغ. ويوجد طرق كثيرة مختلفة لتحديد الرموز المستخدمة لتظليل الخرائط الإحصائية الفئوية المظللة. ويتوقف الاختيار على نوع المتغير، ومدى قيم البيانات وكذلك على وسيط المخرجات المستخدم لعرض الخريطة. ولاختيار الرموز أهمية قصوى ولهذا تناقش بالتفصيل في القسم التالي.

وتصلح الخرائط الإحصائية الفئوية المظللة لإظهار التوزيع الشامل لقيم البيانات على الخريطة ولمقارنة التوزيع عبر خرائط مختلفة. ولا يمكن عادة الحصول على القيمة المضبوطة لكل وحدة إبلاغ حيث إن الألوان أو الظلال تمثل فقط نطاقات القيم المتماثلة. وتمثل مثل هذه المعلومات المضبوطة بصورة أفضل في جداول البيانات أو يتم الحصول عليها باستخدام استفسارات تفاعلية في نظام المعلومات الجغرافية.

والقيم المستخدمة لإنتاج الخرائط الإحصائية الفئوية المظللة هي نسب دائماً تقريباً. ويمكن أن تكون نسباً جغرافية، حيث تقسم قيمة بيانات مثل السكان على المساحة لحساب كثافة السكان. أو قد تكون نسباً عامة، حيث يمثل المقام قيمة مختلفة عن المساحة. فهو عدد المواليد لكل ١٠٠٠ شخص في حالة المعدل الخام للمواليد مثلاً. وفي الأغلب لا يكون حجم وحدات الإبلاغ ثابتاً، عندما نرسم خريطة المتغيرات الاجتماعية والاقتصادية. فالمقاطعات أو الأقاليم، مثلاً، تتفاوت بدرجة كبيرة غالباً في الحجم والسكان. وإذا رغبنا في رسم خريطة متغير عددي كإجمالي السكان بدلاً من نسبة، فمن المحتمل أن تظلل أكبر المقاطعات بأغمق الألوان حتى ولو كان عدد سكانها صغير في علاقته بالمساحة التي تشملهم. لهذا لا يناسب رسم الخرائط الإحصائية الفئوية المظللة رسم خرائط القيم الثابتة.

وهناك طريقة بديلة لعرض البيانات العدية وهي خرائط النقط. وقد استخدمت هذه الخرائط لأول مرة في فرنسا في عام ١٨٣٠ لرسم خريطة توزيع السكان في البلد. وعلى خرائط النقط، يستخدم رمز نقطي لتمثيل وحدة أو أكثر من متغير ترسم خريطته. فمثلاً، قد تمثل كل نقطة ١٠٠٠ من الناس أو الأسر المعيشية. ويمثل مقدار أو مدى المتغير بعد ذلك بكثافة النقط المتفاوتة في وحدة الإبلاغ. ويبيّن الشكل – المرفق خامساً – ٨ مثالاً لخريطة النقط تظهر توزيع السكان.

الشكل – المرفق خامساً – ٨ خريطة الكثافة النقطية



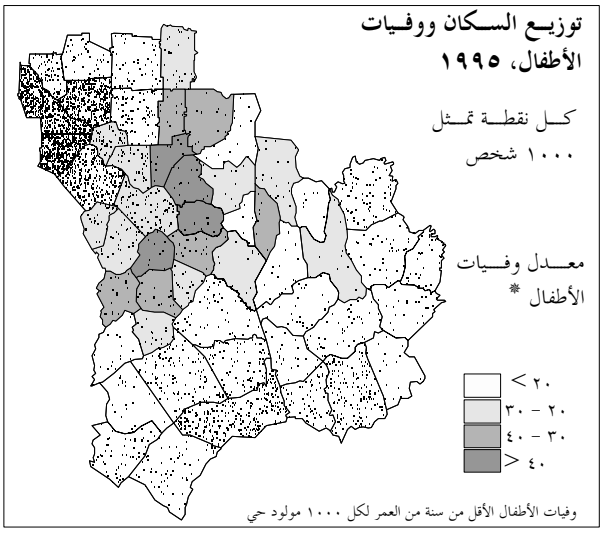
لوضع النقط نهجان محتملان. فقد يختار راسم الخرائط موقع النقط استناداً إلى المعرفة بتوزيع السكان الفعلي في كل مقاطعة. فمثلاً، يوضع من النقط في المناطق الحضرية ومن حولها أكثر من النقط في المناطق الريفية الأقل سكاناً. وفي بعض التطبيقات، استخدمت خرائط استغلال الأراضي أو غطاء الأراضي للمساعدة في تحديد كثافات النقط في كل وحدة إبلاغ. ويمكن أيضاً استخدام غطاءات حاسوبية وذلك حتى لا توضع نقط في مناطق تعرف بأنها غير مأهولة مثل الأجسام المائية، أو الغابات البالغة الكثافة، أو المحميات الطبيعية.

والبديل هو وضع النقط عشوائياً في كل مقاطعة. وفي هذه الحالة، تعكس كثافة النقط الكثافة الشاملة للقيمة. وعادة يستخدم نظام المعلومات الجغرافية وبرامج رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب المنضدي التي توفر وظائف رسم الخرائط بكثافة النقط، وضع النقط عشوائياً. ويتحكم المستعمل فقط في حجم كل نقطة والرمز المستخدم للنقط. ويمكن اختيار هذا الرمز ليعكس المتغير الذي ترسم خريطته، على الرغم من أن نقطة بسيطة توفر عادة أوضح عرض.

وقد كتبت بعض البرامج المتخصصة في الجامعات التي تتيح وضع النقط بمساعدة بعض طبقات البيانات الأخرى. ولكن هذه البرامج لم تدمج حتى الآن في البرامج الحاسوبية التجارية. وبطبيعة الحال، فإن وضع النقط اليدوي الذي يمكن أن يدمج المعرفة الخرائطية بتوزيع المتغيرات عملية مملّة.

وخرائط النقط طريقة فعّالة لتمثيل المعلومات المتعلقة بالكثافة، شريطة أن يستهدي وضع النقط بالتوزيع الجغرافي الفعلي للمتغير الذي ترسم خريطته، أو إذا كان التوزيع في كل وحدة إبلاغ متجانساً بدرجة كبيرة. والميزة العظيمة لهذه الطريقة هو أن خرائط النقط المتعلقة بالكثافة تنتج نسخاً جيدة جداً عندما تنسخ فوتوغرافياً أو تطبع، حيث إنها أساساً خرائط أحادية اللون (أبيض وأسود). ويمكن استخدام خرائط النقط أيضاً مع الخرائط الإحصائية الفئوية المظللة لإظهار متغيرين في وقت واحد – مثلاً، تبيّن الخريطة في الشكل – المرفق خامساً – ٩ أنه لا توجد علاقة بين ارتفاع كثافة السكان والمعدلات العالية لوفيات الأطفال. وفي هذه الحالة، لا بد وألاّ تكون كثافة النقط عالية جداً وبذا يمكن تحديد الألوان والظلال للمقاطعات الأساسية بسهولة.

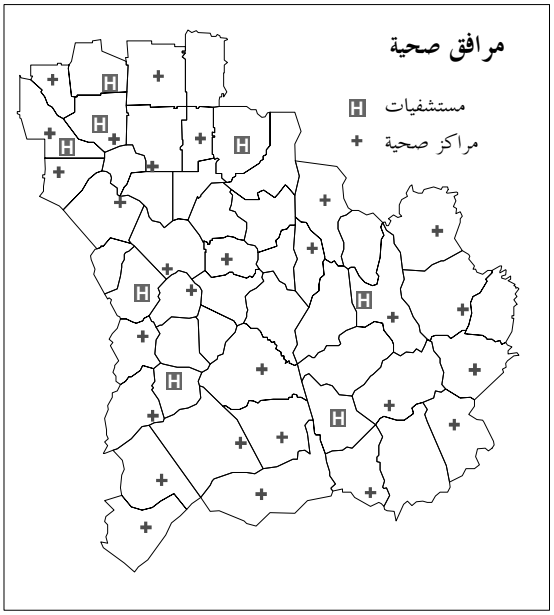
الشكل ألف – خامساً – ٩ الجمع بين خرائط النقط والخرائط الإحصائية الفئوية المظللة



(ب) بيانات النقط الإسمية

أبسط حالة لخريطة النقط هي حيث تمثل كل نقطة عنصراً متميزاً مثل مزرعة أو مستشفى. وتمثل بيانات النقط الإسمية هذه فئات من المعالم بدلاً من عدها أو ذكر خاصية الحجم. وفي خرائط الرموز النقطية البسيطة، يمثل موقع النقطة تمثيلاً صحيحاً موقع العنصر. وقد يعكس الحجم، أو اللون، أو الرمز المستخدم أنواعاً مختلفة من المعالم، مثل مراكز الخدمات الصحية مقابل المستشفيات، كما يبيّن الشكل – المرفق خامساً – ١٠ ويمكن للمرء أن يستخدم أشكالاً هندسية بسيطة مثل الدوائر، والمربعات، والمثلثات لتمثيل الأنواع المختلفة من المعالم النقطية. وبديلاً عن ذلك، تتيح برامج رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب المنضدي أو برامج نظام المعلومات الجغرافية للمستعمل أن يحدد الرمز الذي يوائم نوع المعلم الذي ترسم خريطته. فمثلاً، تبيّن الخريطة في الشكل – المرفق خامساً – ١٠ توزيع نوعين من المرافق الصحية برمزين يسهل تفسيرهما. والرمزان المستخدمان هما عادة حروف أبناط نصية أو خرائط بتات. ولمعظم البرامج مجموعة أبناطها الخاصة، التي توفر عدداً كبيراً من الرموز الخرائطية المرتبة حسب الموضوعات مثل النقل، المرافق العامة، أو المرافق. وتتيح بعض الأنظمة للمستعمل أيضاً أن يستورد رمز خرائط بتات ذاتية التصميم.

الشكل – المرفق خامساً – ١٠ رسم خرائط أجسام نقطية متفردة



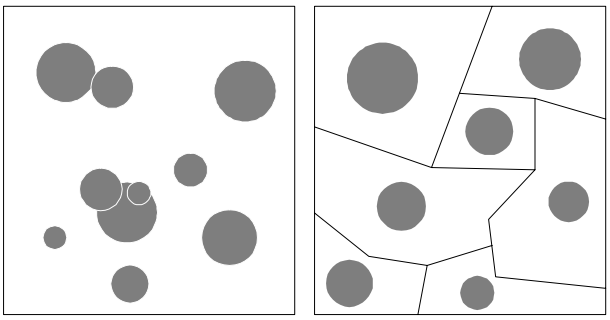
(ج) رموز النقط التناسبية

يمكن أيضاً استخدام رموز النقط لرسم خريطة كمية في موقع معين. وأحد الأنواع الشائعة من خرائط التعداد، مثلاً، يبيّن موقع وحجم المدن الرئيسية، باستخدام الدوائر أو المربعات التي يحدد مقياس رسمها حسب القيم العددية لكل معلم. ويسمى مثل هذه الخرائط بخرائط الرموز التناسبية أو المدرجة. وتناسب خرائط الرموز المدرجة إظهار القيمة الثابتة لمتغير. ولكنها أقل مناسبة لقيمة نسبية مثل الكثافة أو المعدل.

هناك نوعان من خرائط الرموز المدرجة. في الحالة الأولى، تشير البيانات إلى المعلم النقطي كمدينة أو أسرة معيشية. وفي هذه الحالة، يتوافق موقع الرمز مع موقع المعلم (انظر الشكل – المرفق خامساً – ١١ أ). وفي الحالة الثانية، تستخدم الرموز لتمثيل قيم المعالم التي ترسم بالمساحة مثل المقاطعات. وفي هذه الحالة، يجب اختيار موقع ممثل داخل كل وحدة إبلاغ (انظر الشكل – المرفق خامساً – ١١ ب). لاحظ أن معظم الأنظمة ترسم هالة حول كل دائرة وذلك لتمييز الدوائر التي تتجاور بدرجة وثيقة. ويرسم النظام الدوائر الكبيرة أولاً لمنع تغطية الدوائر الأصغر.

الشكل – المرفق خامساً – ١١ الرموز التناسبية للمعالم الممثلة بالنقط والمساحة

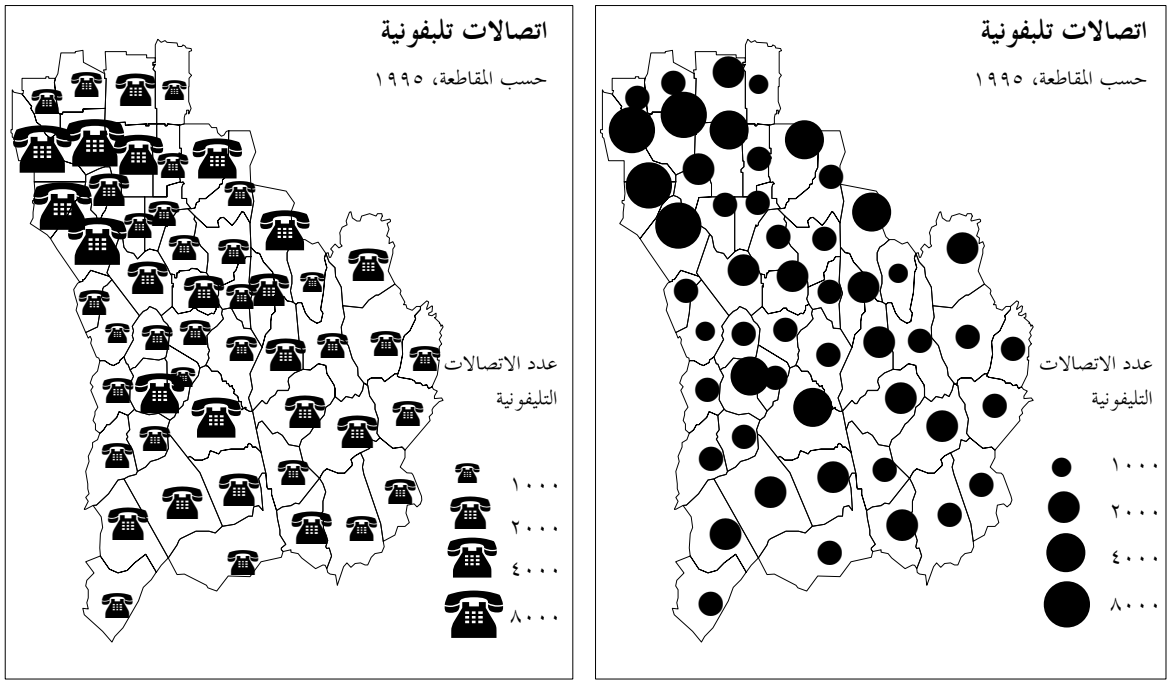
ب أ



وكما جاء من قبل، يتيح برنامج حاسوبي لرسم الخرائط لنا أن نختار رمزاً يعكس الفكرة الرئيسية للخريطة. ويمكن أن تجعل مثل هذه الرموز المجازية الخريطة أكثر جاذبية للنظر. غير أنه إذا كانت الرموز معقدة للغاية، فهناك خطر تحويل انتباه المشاهد عن التركيز على المعلومات الرئيسية التي يتعين نقلها: المدى النسبي للمتغير في مختلف المناطق. قارن بين صيغتي خريطة تبيّن رقم تلفون الاتصالات في الشكل – المرفق خامساً – ١٢. فعلى الرغم من أن رمز التليفون بسيط إلى حد كبير، إلاّ أن الحكم على حجم المتغير في الخريطة اليسرى أصعب من الخريطة الأبسط إلى اليمين. وعلى راسم الخرائط أن يخلق توازنا بين إظهار المعلومات بطريقة واضحة يسهل فهمها و/أو يجعل الخريطة جذابة من ناحية أخرى. وفي جميع الحالات تقريباً، تتحقق نتائج أفضل بالرموز البسيطة التي لا تصرف انتباه القارئ عن المدى النسبي للمتغير موضع الدراسة.

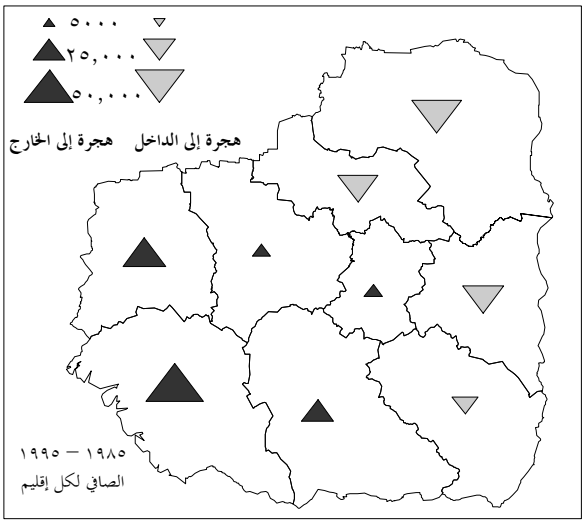
ويمكن استخدام الرموز التناسبية لتمثيل متغيرين في وقت واحد. فمثلاً، يمكن أن يمثل حجم الدوائر عدد الأسر المعيشية في وحدة الإبلاغ، في حين أن اللون أو الظل الرمادي لكل دائرة يشير إلى نسبة الأسر المعيشية التي يتوفر لها اتصال تلفوني. ومرة أخرى، يلزم أن يتجنب راسم الخرائط الإفراط في تحميل الخريطة بالمعلومات. فإذا كان عدد وحدات الإبلاغ كبيراً جداً أو كانت الوحدات صغيرة جداً، فقد يكون من الأفضل إظهار المتغيرين في خريطتين منفصلتين.

الشكل – المرفق خامساً – ١٢ الرسوم البكتوجرامية مقابل الرموز الجغرافية البسيطة



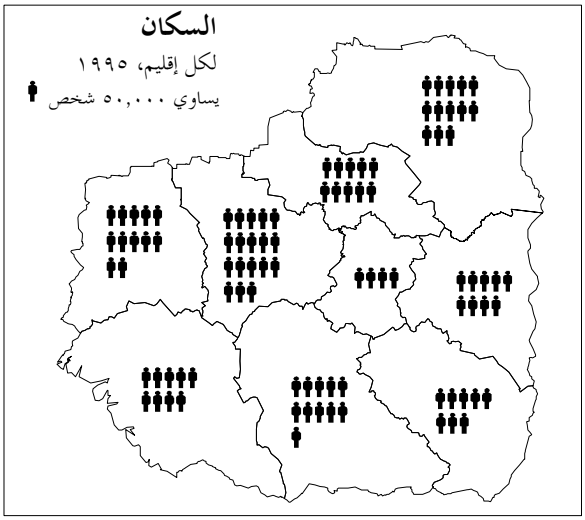
وبخلاف الدوائر، تشمل الرموز الهندسية الأخرى الشائعة الاستعمال المربعات والمثلثات. فبتغيير اتجاه المثلثات، يمكننا أن نبين مقدار المتغيرات المختلفة مثل الهجرة إلى أو من كل وحدة إبلاغ (انظر الشكل – المرفق خامساً – ١٣). وتسهل الظلال الرمادية أو الألوان المختلفة التفسير بصورة إضافية.

الشكل – المرفق خامساً – ١٣ إظهار مدى واتجاه التدفق، باستخدام الرموز الجغرافية البسيطة



ترتبط بخرائط الرموز المدرجة خرائط تمثل فيها فروق القيم بعدد من الرموز الموحدة التي ترسم لكل وحدة جغرافية. فمثلاً، يمكن تمثيل إجمالي السكان كما يرد في الشكل – المرفق خامساً – ١٤. وكان هذا النوع من الخرائط شائعاً في رسم الخرائط المواضيعية. ولكن، كما هو حال الرموز المجازية، أصبح مثل هذه الخرائط مزدحمة بالمعلومات ويصعب تفسيره. ويمثل مدى القيم المختلفة بصورة أفضل باستخدام الرموز التناسبية.

الشكل – المرفق خامساً – ١٤ تمثيل قيم البيانات بتغيير عدد رموز الخريطة لكل معلم

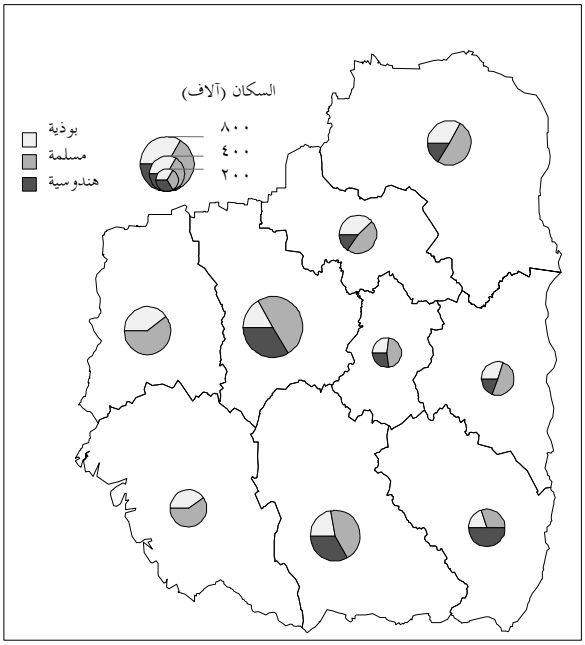


(د) الخرائط البيانية أو الرسوم التخطيطية

أصبحت الخرائط التي تبيّن المعلومات الإحصائية في خريطة بيانية أو رسوم تخطيطية شائعة جداً بفضل إتاحتها في البرامج التجارية رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب المنضدي وأنظمة المعلومات الجغرافية. وكما هو الأمر بالنسبة لعدة أنواع من الخرائط التي نوقشت من قبل، أصبحت خرائط الرسوم التخطيطية بسهولة مملوءة بأكثر من اللازم من المعلومات الكثيرة جداً. ولسوء الحظ، يوجد الكثير من الأمثلة المنشورة لمثل هذه الخرائط التي يصعب فيها أو يستحيل استخراج معلومات مفيدة.

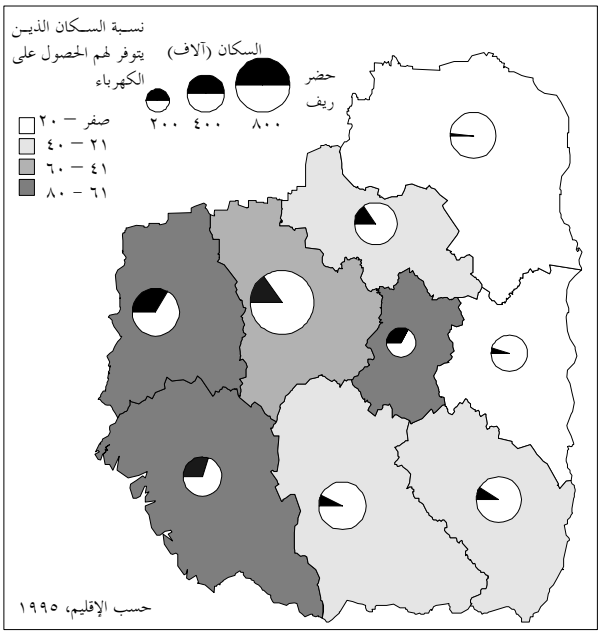
تستخدم الأنواع الأكثر شيوعاً من خرائط الرسوم التخطيطية خرائط الكعكة، أو القضبان، أو الأعمدة. وعادة ما تنظم في سلسلة متدرجة بحيث يعكس حجم كل مخطط كعكة، مثلاً، مقدار أو مدى الصفة المشتركة. مثلاً، يبيّن الشكل ألف – خامساً – ١٥ التوزيع الجغرافي لنسبة الجماعات الدينية الرئيسية. وتدرج الكعكة طبقاً لإجمالي السكان. ولهذا يلزم أن نبين نوعين من المعلومات في مفتاح الخريطة: اللون الذي يشير إلى كل جماعة دينية وإجمالي السكان المتوافق مع كل حجم معيّن للكعكة.

الشكل – المرفق خامساً – ١٥ خريطة مخطط الكعكة

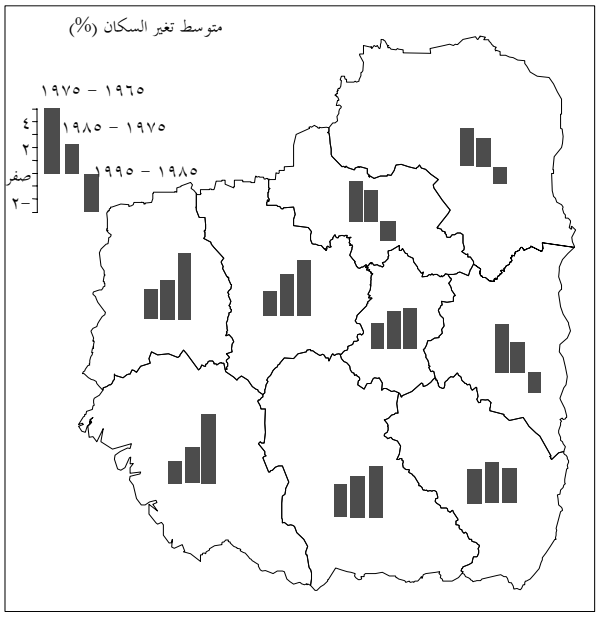


تحقق خرائط الرسم التخطيطي أفضل النتائج إذا كانت هناك مرصودات جغرافية قليلة نسبياً وعدد قليل جداً من الجماعات الممثلة. فيمكن أن تكون خريطة مخطط الكعكة المكونة من فئتين فقط، مثلاً، ذات فعالية كبيرة إذا جمع بينها وبين خريطة بسيطة للقيم المتناسبة لإبراز عدة متغيرات في وقت واحد (انظر الشكل – المرفق خامساً – ١٦): التوزيع المكاني لمستويات مختلفة من الحصول على الكهرباء، وإجمالي السكان في كل إقليم، ونسبة السكان الريفيين مقابل سكان الحضر. وفي هذه الخريطة ، يمكننا أن نرى أن هناك إشارة إلى أن الأقاليم ذات النسبة الأعلى من سكان الحضر هي أيضاً التي تتمتع بنسبة عالية من إمكانية الوصول إلى الكهرباء. ويمكن أن تدعم الخريطة المصممة تصميماً جيداً والتي لا تزحم أكثر من اللازم بالرموز، والألوان، والظلال التحليل المتعدد التنوع لعدة متغيرات. غير أن خرائط مخطط الكعكة وما يماثلها يمكن بسهولة أن تصبح صعبة التفسير ويجب أن يقتصر استعمالها على الحالات التي لا تحجب فيها رسالة راسم الخريطة نتيجة الإفراط في الرموز والفئات.

الشكل – المرفق خامساً – ١٦ مزيج من خرائط القيم المتناسبة وخرائط مخطط الكعكة



الشكل – المرفق خامساً – ١٧ خريطة تبيّن التغيرات على مر الزمن، باستخدام مخطط توزيع التواتر

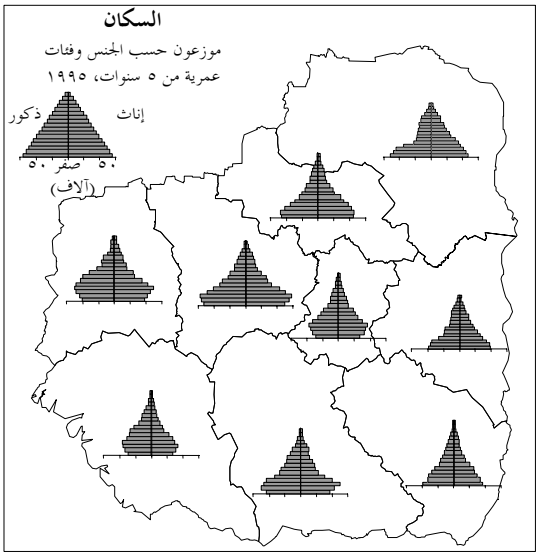


وينتفع أيضاً بخرائط المخططات والرسوم التخطيطية في إظهار الاتجاهات على مر الزمن. فتبيّن الخريطة في الشكل – المرفق خامساً – ١٧، مثلاً، متوسط نسبة التغير السنوي في السكان في كل إقليم بين التعدادات الثلاثة الماضية. ومخططات القضبان بسيطة جداً، بدون حدود أو خط أساس، حيث إن من الواضح بالنسبة لهذه البيانات أي القضبان تمثل زيادة أو نقصاً في السكان. وكما سبق، فإن ما نريد أن نعبر عنه هو التغيرات النسبية على مر الزمن، وليس القيم الحقيقية، التي تعرض بصورة أفضل في جدول.

وبطبيعة الحال، هناك مخطط له صلة عظيمة ببيانات تعدادات السكان، وهو الهرم السكاني. ويمكن الجمع بين الأهرامات السكانية وخريطة قاعدية لوحدات الإبلاغ لبيان كيف يتفاوت توزيع السكان حسب العمر والجنس في البلد حسب المنطقة (انظر الشكل – المرفق خامساً – ١٨). والأهرامات السكانية مخططات بالغة التعقيد. ويعني هذا أنها يمكن أن تمثل بصورة معقولة في حالة واحدة وهي إذا كان عدد المناطق على الخريطة صغير نسبياً. ويعني هذا عادة أنها ستقدم في أطلس تعداد على أول مستوى دون وطني فقط. وهناك مشكلة عملية وهي أن أنظمة المعلومات الجغرافية وبرامج رسم الخرائط بمساعد الحاسوب المنضدي التجارية لا تنتج مخططات الهرم تلقائياً. لهذا، يجب استحداثها خارجياً، مثلاً، في برنامج جداول إلكترونية، وإضافتها إلى خريطة قاعدية في برنامج للرسوم البيانية أو في وحدة تصميم لبرنامج رسم خرائط بمساعدة الحاسوب المنضدي.

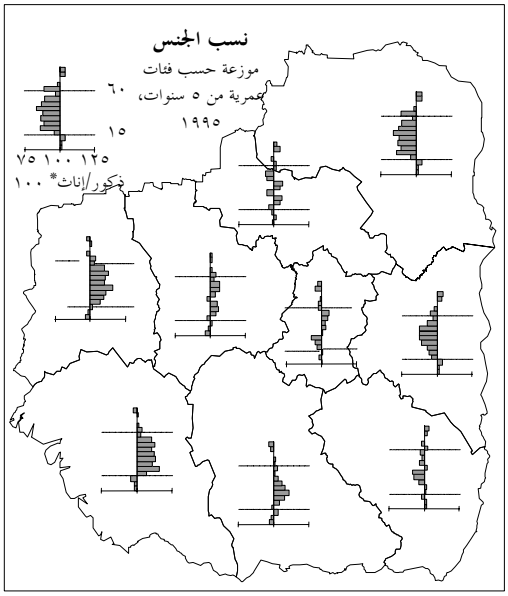
وتفيد الأهرامات السكانية المبيّنة لعدة مناطق إذا كان هناك بعض الاختلاف في شكل الأهرامات. وإذا كانت التوزيعات حسب العمر والجنس ثابتة إلى حد ما عبر البلد، فلن توفر الخرائط الناتجة الكثير من التبصر. وفي الشكل – المرفق خامساً – ١٨، هناك إشارة إلى أن الأقاليم في الجنوب الشرقي كانت تتعرض لانخفاض في معدل الخصوبة على مدى الخمس عشرة سنة الأخيرة، في حين أن الأقاليم التي تقع في الشمال لم تتعرض لذلك. وبالإضافة، يبدو أن الأقاليم التي تقع في الشمال الشرقي تبيّن نسبة توزيع غير متماثلة للجنس. فيبدو أن عدد الإناث يفوق عدد الذكور في فئات العمر المتوافقة مع السكان النشطين اقتصادياً. ولكن يبدو الوضع عكسياً في الجنوب الغربي.

الشكل – المرفق خامساً – ١٨ الجمع بين الخرائط والأهرامات السكانية



ويمكن إبراز الاختلافات في نسبة الجنس باستخدام نوع مختلف من مخطط القضبان، كما يبيّن ذلك الشكل – المرفق خامساً – ١٩. وتبيّن هذه المخططات الزيادة أو النقص في عدد الذكور والإناث في كل إقليم. ويتضح الاتجاه الذي كان مرئياً في خريطة الهرم السكاني بدرجة أكبر بكثير هنا. ومع ذلك، فإن الخريطة معقدة نوعاً ما وغير جذابة للرؤية. وفي نهاية هذا المرفق مناقشة لطريقة بديلة لإظهار نسب الجنس.

الشكل – المرفق خامساً – ١٩ عرض نسب الجنس على خريطة



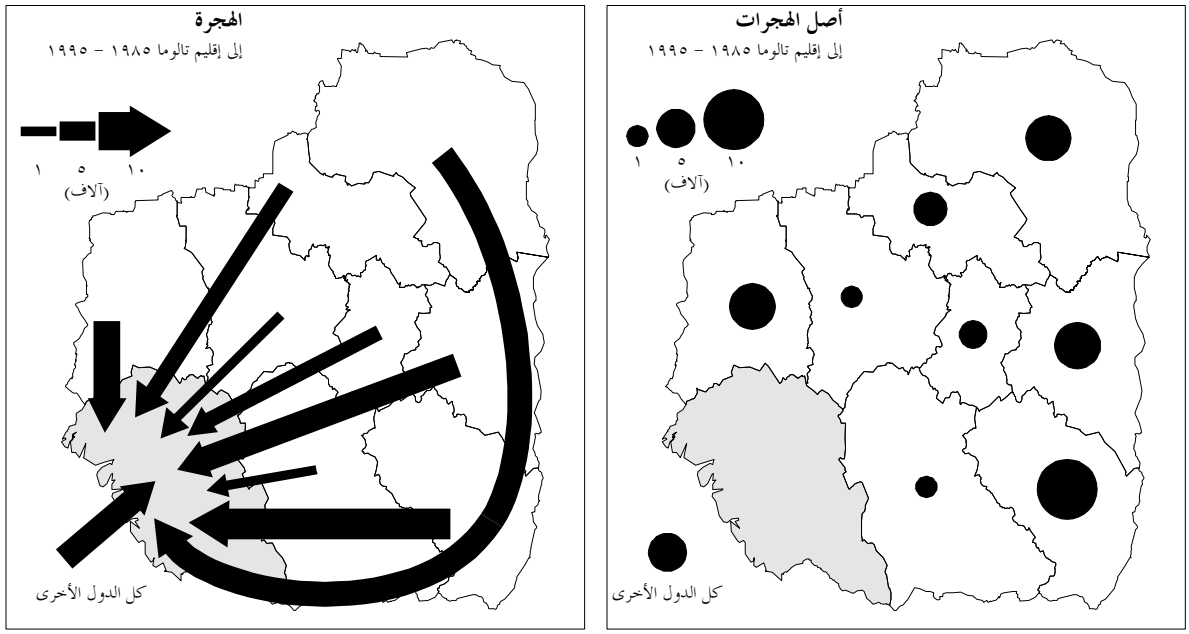
(هـ) خرائط التدفق

تعتبر الهجرة متغيراً ديمغرافياً يمثل حركة الناس من جزء من البلد إلى آخر (الهجرة الداخلية) أو بين البلد وبقية العالم (الهجرة الدولية). ويمكن تصوير الهجرة على الخرائط بعدة طرق. فتبيّن معدلات الهجرة باستخدام خرائط القيم التناسبية للهجرة إلى الداخل وإلى الخارج أو المعدلات الصافية للهجرة. ويمكن إظهار حجم الهجرة إلى الداخل وإلى الخارج باستخدام خرائط الرموز المتدرجة (انظر الشكل – المرفق خامساً – ١٣ أعلاه). وبديلاً عن ذلك، فإذا أتيحت معلومات كاملة متعلقة بالهجرة، يمكن استخدام خرائط التدفق – التي تسمى أيضاً خرائط خط التدفق. وتبيّن هذه الخرائط عدة جوانب من الهجرة: الطريق الذي يسير فيه تدفق الهجرة والاتجاه (من – إلى)، باستخدام رمز سهمي، ومقدار التدفق، وذلك بتغيير ثخانة الخط.

ويمكن أن تصبح خرائط الهجرة معقدة جداً بسرعة كبيرة. وحتى في خريطة الأقاليم العينة التي تشمل فقط تسع وحدات إبلاغ، هناك ٧٢ احتمالاً للتدفق – ولم نحسب الهجرة الدولية أو داخل الإقليم. لهذا، نادراً ما يتم إنتاج خرائط التدفق الكاملة التي تبيّن كل احتمالات الطرق التي تسلكها الهجرة في منطقة أو بلد. وهناك عدة خيارات بديلة. أحدها هو إغفال أصغر تدفقات الهجرة وتمثيل أكبرها وأكثرها أهمية فقط. والاحتمال الآخر هو إنتاج عدة خرائط منفصلة لكل إقليم تبيّن فقط الهجرة من وإلى الإقليم (انظر الشكل – المرفق خامساً – ٢٠). وبالنسبة للأقاليم التي وردت في عينتنا، سيؤدي هذا إلى سلسلة من تسعة أزواج من الخرائط. وحتى هذه الخرائط الأبسط يمكن أن تزدحم كثيراً. ويتحتم على راسم الخرائط غالباً أن يستحدث سهاماً خطية ثعبانية تلتف حول الخريطة إذا كانت المناطق الأصلية والمناطق المقصودة متباعدة عن بعضها كثيراً.

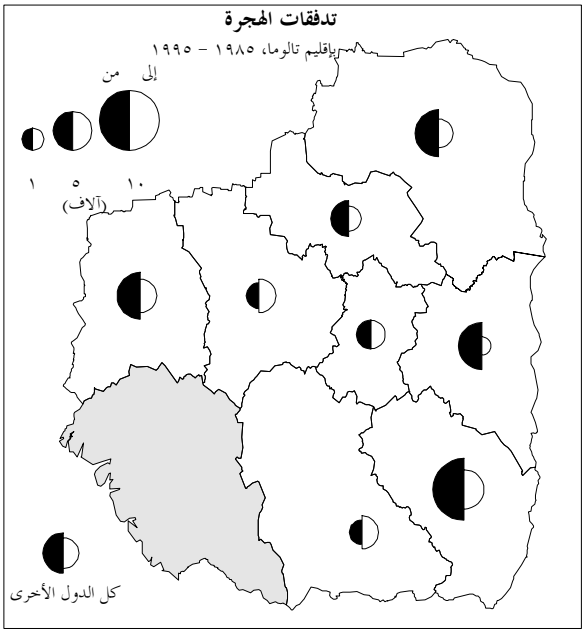
وفي خرائط التدفق التي تستخدم رموز الأسهم، يستهدي الانطباع المرئي بطول وثخانة السهم. فقد يكون السهم الأطول والأرفع أكثر هيمنة من الناحية المرئية من السهم الأقصر والأكثر ثخانة، بسبب مساحة سطحه الأكبر. وعلى الرغم من أن راسم الخرائط، في بعض الحالات، قد يرغب في استغلال هذه الحقيقة للإشارة إلى تدفق هجرة مثير للاهتمام من منطقة نائية، فإن القارئ غالباً ما يجد بعض الصعوبة في تقدير مدى التدفقات النسبي الممثل بسهام من أطوال مختلفة. وإذا كان التركيز على المستوى الثابت للهجرة من لكل منطقة أصلية، تعتبر العروض البديلة مناسبة بدرجة أكبر. فمثلاً، يمكن للمرء أن يستخدم بدلاً من السهام رموزاً مدرجة لإظهار مدى تدفقات الهجرة حسب المنطقة الأصلية والمكان المقصود (انظر الشكل – المرفق خامساً – ٢٠).

الشكل – المرفق خامساً – ٢٠ الطرق البديلة لتمثيل التدفقات بين المناطق



وباستخدام أنواع خاصة من الرموز المدرجة، يمكن أن تظهر كل خريطة الهجرة إلى الداخل وإلى الخارج من الإقليم، كما يبيّن الشكل – المرفق خامساً – ٢١. وهنا، تستخدم أنصاف دوائر من ألوان مختلفة أو ظلال رمادية للتمييز بين الهجرة إلى الإقليم والهجرة منه.

الشكل – المرفق خامساً – ٢١ تمثيل الهجرة إلى الداخل وإلى الخارج



(و) رسم خرائط الظواهر المستمرة

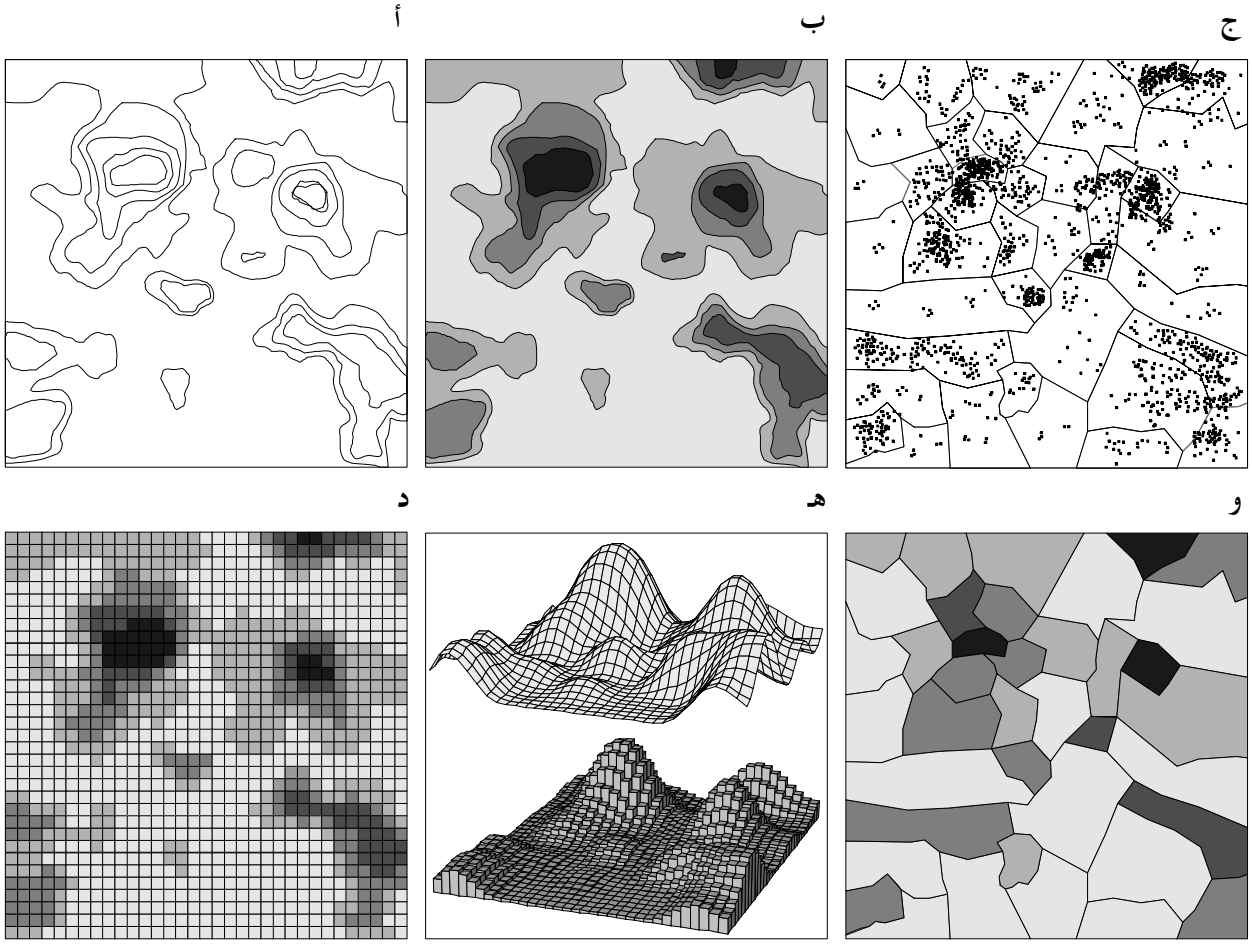
تناسب أنواع الخرائط التي عرضت في الأقسام السابقة البيانات المسندة للمعالم الجغرافية المتفردة مثل المواقع النقطية أو المساحات. غير أن بعض الظواهر الجغرافية مستمرة. فدرجة الحرارة أو الارتفاع، مثلاً، يتفاوت بصورة سلسة عبر المكان. غير أن من الممكن أيضاً مشاهدة التوزيع السكاني كمتغير متفاوت بصفة مستمرة تقريباً. وتعتبر مناطق الإبلاغ اعتباطية إلى حد ما وتخفي القيم الإجمالية المجدولة لهذه الوحدات تفاوتاً مكانياً في كل وحدة. ولهذا، فإن أطالس التعداد، وبصورة متزايدة مجموعات بيانات نظام المعلومات الجغرافية تبيّن أحياناً كثافة السكان وتوزيعهم كأنها تتفاوت باستمرار.

ولا يمكن تمثل الاستمرارية على خريطة ورقية أو في قاعدة بيانات حاسوبية بسهولة. وحتى إذا أمكننا نظرياً استنباط قيمة مختلفة لكل نقطة مضبوطة في البلد، فإنه يتحتم علينا أن نجعل البيانات متميزة بطريقة ما لأغراض رسم الخرائط. ويبيّن الشكل – المرفق خامساً – ٢٢ عدة طرق.

وأكثر الطرق شيوعاً لتمثيل البيانات المستمرة هي طريقة الخطوط المتساوية (Isolines) أو شبكة خطوط المسح العادية. وIsolines – ويعني مقطع الكلمة iso باليونانية متساو – تمثل خطوطاً لقيمة ثابتة وتسمى أيضاً الكونتورات (الشكل – المرفق خامساً – ٢٢ أ). وتستخدم على الخرائط الطبوغرافية التي تبيّن الارتفاع. ويمكن تظليل خرائط الكونتور أيضاً، وهو ما يجعلها تبدو أكثر شبهاً بخرائط القيم المتناسبة (الشكل – المرفق خامساً – ٢٢ ب). وتمثل الألوان القيم في نطاق البيانات بين فاصلين كونتورين. ويمكن أيضاً استخدام الخرائط النقطية لتوفير مشهد أكثر استمراراً لتوزيع السكان أو بالنسبة لمتغير مماثل. وكما وصفنا أعلاه، تنتج برامج معظم أنظمة المعلومات الجغرافية الخرائط النقطية وذلك برسم النقط عشوائياً في كل وحدة إبلاغ. وفي هذه الحالة، لا نكسب أية معلومات إضافية بالمقارنة بخريطة القيم المتناسبة. ولكن إذا وضعت النقط طبقاً للمعلومات الإضافية على الغطاء البري أو مواقع القرى، مثلاً، فإنه يمكن الحصول على صورة أكثر استمرارية لتوزيع المتغير (الشكل – المرفق خامساً – ٢٢ ج).

وبالنسبة للنمذجة والتحليل في نظام المعلومات الجغرافية، تخزن البيانات المستمرة عادة كشبكات خطوط مسح عادية (الشكل – المرفق خامساً – ٢٢ د). ويتم اختيار حجم خلية الشبكة للحفاظ على التغاير في مجموعة البيانات، على الرغم من أن الشبكة الدقيقة جداً تؤدي إلى أحجام ملفات كبيرة جداً. وأخيراً، توفر برامج رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب، فضلاً عن برنامج عام للرسوم البيانية طرقاً مختلفة لبيان مجموعات البيانات المتغايرة باستمرار كسطح. ونقدم مثالين في (الشكل – المرفق خامساً – ٢٢ هـ): نموذج بهيكل أسلاك ومخطط قضبان من بعدين. وتفيد مثل هذه التقنيات كثيراً في إظهار المعلومات عن الأرض استناداً إلى نموذج الارتفاع الرقمي. ويمكن أن تظهر مثل هذه الخرائط أحياناً توزيع السكان بصورة جيدة جداً. وفي مثل هذه الخرائط تمثل التلال والقمم تجمعات من السكان بكثافة عالية جداً، في حين تشير الوديان إلى المناطق التي ينتشر فيها السكان بصورة متفرقة. غير أن من الصعب غالباً، بالنسبة لمعلومات السكان وما يمثلها من المعلومات الاجتماعية – الاقتصادية، تقدير التوزيع المكاني الصحيح على الأسطح. وبينما نقدر ببداهة على تفسير الارتفاعات، إلاّ أن من الصعب جداً أن نربط بسرعة بين ارتفاعات السطح لمتغيرات أخرى وبين قيم كل منها. لهذا، من المناسب بدرجة أكبر عموماً استخدام تقنيات لرسم الخرائط أكثر معيارية. وللمقارنة، يبيّن الشكل – المرفق خامساً – ٢٣ خريطة قيم متناسبة، حيث لا يقرر توزيع البيانات موقع وحدات الإبلاغ.

الشكل – المرفق خامساً – ٢٢ الطرق الخرائطية البديلة لعرض البيانات المستمرة



جيم – تصنيف البيانات

في الأقسام السابقة، نوقشت الأدوات المتاحة لراسم الخرائط لعرض معلومات الخرائط المواضيعية على الخرائط. ويجب على مصمم الخريطة أن يختار المتغيرات من الرسوم البيانية وأنواع الخرائط المواضيعية الأكثر مناسبة للمتغير الذي ترسم خريطته. وفي بعض الحالات، سيكون هناك تواؤم بين كل من أنواع الرموز وقيم المتغير. وهذا هو الحال عند تمثيل عدد صغير من الفئات الإسمية، مثلاً، الرموز النقطية ذات الحجم المتماثل ولكن المختلفة النوع. غير أنه حتى بالنسبة للبيانات الفئوية، غالباً ما نحتاج إلى تمثيل عدة معالم لها قيم متماثلة بنفس رمز الرسوم البيانية. مثلاً، يمكن تمثيل الأسر المعيشية المنفردة أو المتعددة على السواء بنفس الرمز النقطي. ويلزم دائماً تقريباً تصنيف البيانات العددية في فئات قبل إمكان مواءمتها مع أحجام الرموز أو الألوان.

تُسمى عملية تجميع المرصودات ذات القيم المتماثلة لتمثيلها بالرمز البياني نفسه التصنيف. ويماثل طرق التصنيف المتبعة في الإحصاء، والتي تجمع القيم في فئات حتى يخفض اختلاف المرصودات في نفس الفئة إلى أدنى حد ويعظم الاختلاف بين مختلف الفئات. وتوفر برامج رسم الخرائط الحاسوبية طرقاً بديلة افتراضية لتخصيص الرموز أو نطاقات الرموز. وقد تكون هذه البدائل الافتراضية مناسبة أو غير مناسبة للمتغير الذي ترسم خريطته – وفي أغلب الأحيان لا تناسب. وتؤدي أدوات التصنيف الآلي غالباً إلى تصميمات خرائط غير مناسبة بل ومضللة. لهذا، تناقش الفقرات التالية بتفصيل أكبر بعض خيارات التصنيف.

تكون فئات البيانات العددية عادة نطاقات قيم قريبة من بعضها. وتقرر عدة عوامل عدد الفئات: توزيع البيانات (أي اختلاف القيم في مجموعة البيانات)، والدقة المستهدفة لتمثيل البيانات، وليس – على أقل تقدير – قدرة جهاز المخرجات على إظهار الاختلافات الصغيرة بين الألوان والبنى. ولا تحسن زيادة الفئات بالضرورة من الخريطة المواضيعية، نظراً لأنه يصعب على المشاهد بصورة متزايدة التمييز بين الفئات. والأهم هو تقرير النطاقات الفئوية بطريقة تعكس بدقة الاختلاف في مجموعة البيانات.

ويتوقف اختيار تقنية التصنيف المناسبة على توزيع بيانات المتغير. فقد لا تنجح طريقة تنتج خريطة دقيقة وجذابة للرؤية لمجموعة بيانات موزعة بصورة منتظمة (مثل وجود عدد متساو تقريباً من القيم العالية، والمتوسطة، والمنخفضة) في التوزيع غير المتماثل بدرجة كبيرة للبيانات – أي التوزيع الذي يتصف بالكثير من القيم المنخفضة وبالعدد القليل جداً من القيم الكبيرة جداً.

ولإعداد خرائط من نوعية صالحة للنشر، يجب أن يجرى تقييم البيانات دائماً باستخدام الرسوم البيانية الإحصائية. ولسوء الحظ، لا تتوفر لنظام المعلومات الجغرافية وبرامج رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب المنضدي سوى قدرات محدودة للرسم التخطيطي. ولكنها تتيح تصدير البيانات إلى برامج جداول إلكترونية أو برامج إحصاء، توفر وظائف موسعة للرسم التخطيطي.

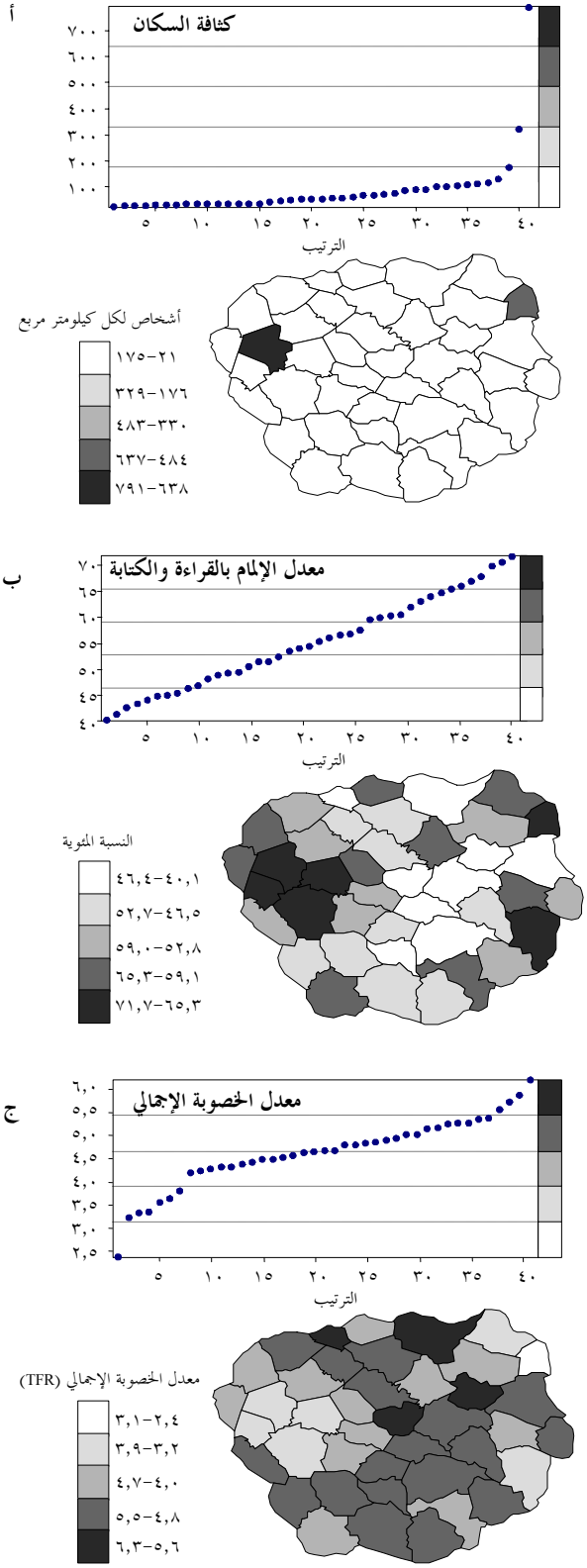
وأكثر أنواع الرسوم التخطيطية فائدة لتحديد نطاقات الفئات هي الرسوم التخطيطية الرتبوية. وفيها يتم تصنيف كل نقاط البيانات طبقاً لقيمها ومتدرجة من المنخفضة إلى العالية. وترسم بعد ذلك تخطيطياً كل بجانب الأخرى – يبيّن المحور السيني ترتيب كل مرصود ويبيّن المحور الصادي قيمة البيانات. وتعتبر الفجوات الرأسية أو الفواصل الطبيعية بين نقاط البيانات المتجاورة مرشحات جيدة لحدود الفئات، على الرغم من أنه قد يوجد غالباً عدد من الفجوات أكبر أو أقل من العدد المرغوب من الفئات.

وتقدم الصفحات التالية أمثلة على طرق التصنيف الشائعة لثلاثة متغيرات ذات توزيعات بيانات إحصائية مختلفة. ولمتغير كثافة السكان توزيع غير متماثل. فهناك قيم صغيرة كثيرة في نطاق يتراوح بين ٢١ شخصاً ونحو ١١٠ أشخاص في الكيلومتر المربع، وعدد قليل فقط من القيم الكبيرة جداً. وتبلغ أكبر قيمة (٧٩١) ما يقرب من مرتين ونصف قدر ثاني أكبر قيمة (٣٢٠). وليس هذا غير عادي بالنسبة لكثافة السكان. وقد تشمل المقاطعة العالية جداً من ناحية أخرى، مثلاً، عاصمة إقليم ريفي. والمتغير الثاني هو معدل الإلمام بالقراءة والكتابة بالنسبة للمقاطعات. وفيه تتوزع القيم بصورة متناسقة إلى حد كبير، وهو ما يدل عليه الخط المستقيم تقريباً الذي تشكله المرصودات في الرسم التخطيطي الرتبوي. ولا توجد قيم متطرفة.

والمتغير الثالث الذي نتخذه مثالاً هو معدل الخصوبة الإجمالي (TFR). ويبيّن الرسم التخطيطي الرتبوي زيادة حادة نوعاً ما في القيم بالنسبة لأكثر المرصودات انخفاضاً، ووجود قسم أوسط كبير تقل فيه الزيادة المتطرفة بكثير، ومرة أخرى زيادة أسرع في القيم بالنسبة للمرصودات العالية جداً في اتجاه اليمين. ويشير هذا إلى ما يسمى بالتوزيع العادي، الذي يتميز بعدد قليل من القيم المنخفضة والعالية المتطرفة ووجود عدد كبير من المرصودات في النطاقات الوسطى. وبطبيعة الحال، فإن الهدف من الأمثلة هو لأغراض التوضيح فقط. فقد تظهر نفس المتغيرات لمناطق جغرافية أخرى توزيعات مختلفة جداً.

وتظهر هذه الأمثلة أن شكل الخريطة يتوقف بصورة حاسمة على اختيار طريقة التصنيف، التي قد تكون أو لا تكون مناسبة لتوزيع البيانات.ويؤكد هذا وجوب استخدام طرق التصنيف الآلية التي تتوفر في برامج نظام المعلومات الجغرافية بشيء من الحرص.

الشكل – المرفق خامساً – ٢٣ الفواصل المتساوية



١ – تصنيف البيانات المتسلسل

من أبسط طرق التصنيف تقسيم مدى قيم البيانات إلى فواصل متساوية (انظر الشكل – المرفق خامساً – ٢٣). ويقرر راسم الخرائط أولاً عدد الفئات التي ستستخدم. ويقسم مدى قيم البيانات – أعلى قيمة مطروحاً منها أدنى قيمة – على عدد الفئات ليحصل على المقدار، الذي يسمى أيضاً الفرق المشترك. وتتراوح الفئة الأولى بعد ذلك بين أدنى قيمة وبين أدنى قيمة مضافاً إليها ذلك المقدار، وتتحدد الفئات التالية بإضافة ذلك المقدار إلى قيمة المدى الأعلى السابقة له. وقد يلزم التقريب إذا كان مفتاح الخريطة يبيّن الأرقام على مستوى منخفض من التحديد المضبوط.

وبالنسبة لمتغير كثافة السكان، فإن أقل قيمة هي ٢١ وأعلى القيم هو ٧٩١. ولهذا فإن المدى هو ٧٧٠. ونظراً لأننا نريد أن نستخدم خمس فئات، فالفرق المشترك إذن هو ٥/٧٧٠، أي ١٥٤. لهذا، تتراوح الفئة الأولى من ٢١ إلى ١٧٥، والتي تليها من ١٧٦ إلى ٣٢٩ وهلم جراً.

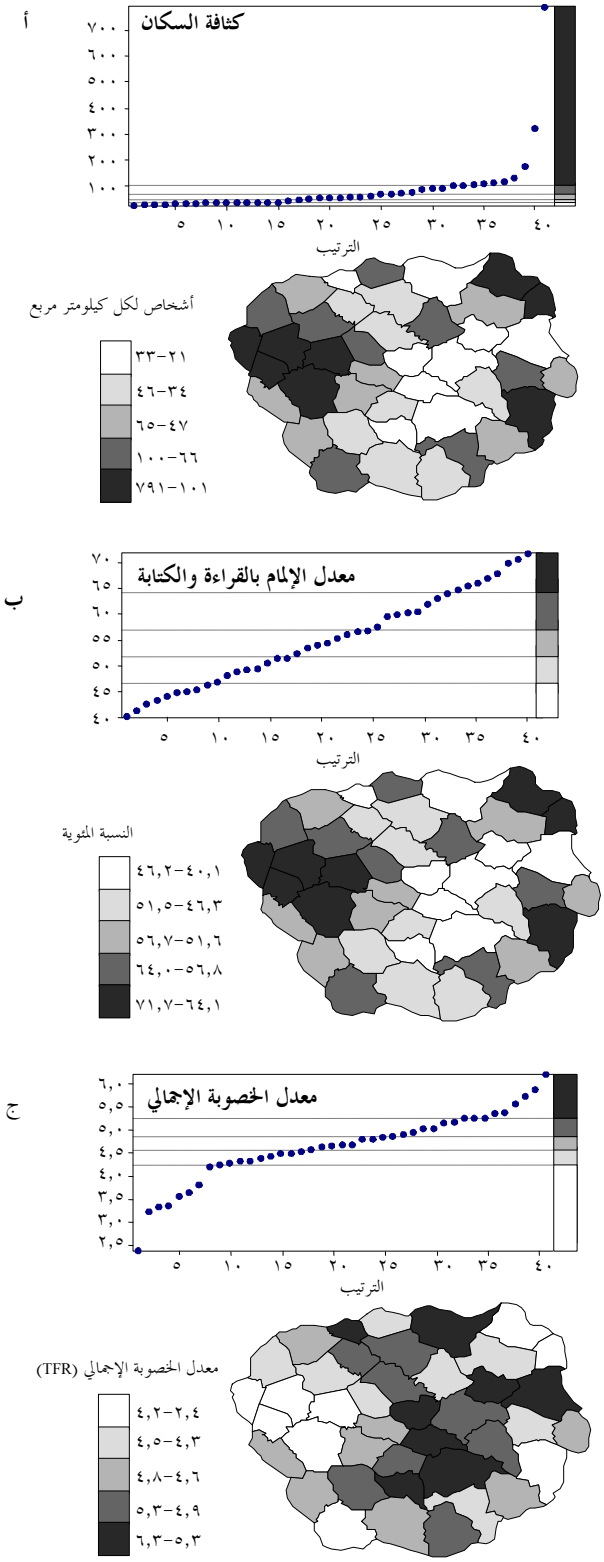
وتبيّن خريطة كثافة السكان السبب في أن هذا قد يؤدي إلى المشاكل. إذ يخضع مدى القيم لتأثير قيمة واحدة كبيرة جداً. لهذا فإن الفرق المشترك من الكبر بحيث إن مدى الفئة الأولى يشمل كل المرصودات ما عدا اثنين. ومن الواضح، أن الخريطة الناتجة لا تثقف كثيراً.

وتنجح الطريقة بدرجة أكبر بكثير بالنسبة لمعدل الإلمام بالقراءة والكتابة، الذي يتوزع بصورة أكثر انتظاماً. وتقسم مجموعة البيانات إلى أعداد متساوية تقريباً من المرصودات في كل فئة، وتعطي الخريطة الناتجة فكرة جيدة عن توزيع الإلمام بالقراءة والكتابة عبر المقاطعات.

وأخيراً، تبيّن الخريطة الخاصة بمعدل الخصوبة الإجمالي مشاكل مماثلة لخريطة كثافة السكان، وإن كانت أقل تطرفاً بكثير. وهناك مرصود واحد فقط في أدنى مدى للفئات وتسود الخريطة نوعاً ما قيم المدى المتوسط للفئات. غير أن تقطع الفئات، بالمصادفة، بين الفئتين الثانية والثالثة وبين الرابعة والخامسة حصرت التقطع في توزيع البيانات جيد جداً.

وبالإضافة إلى الفواصل المتساوية، هناك خيارات أخرى لتصنيف البيانات المتسلسلة. أحدها هو استخدام التوالي الهندسي المنتظم مثل صفر – ٢، ٢ – ٤، ٤ – ٨، ٨ – ١٦، وهلم جراً. ويمكن أن يناسب هذا جيداً توزيع البيانات غير المتماثل مثل متغير كثافة السكان.

الشكل – المرفق خامساً – ٢٤ رسم الخرائط الربيعية (التكرار المتساوي)



٢ – التصنيف الإحصائي

من طرق التصنيف توفير عدد متساو تقريباً من المرصودات الجغرافية في كل فئة. ويمكن تطبيق هذا باستخدام مفهوم الوحدات الكمية الإحصائي (التكرار المتساوي)، الذي يقسم مجموعة البيانات إلى فئات تضم نفس العدد من المرصودات. فإذا كانت هناك أربع فئات، تسمى ربيعات، وإذا كان عدد الفئات خمساً تسمى خميسات، وهلم جراً.

ولتحديد الخميسات، يقسم عدد المرصودات على عدد الفئات المرغوب، وإذا كان ضرورياً يقرب إلى أقرب رقم صحيح. وفي الرسم التخطيطي الرتبوي، يخصص أول رقم غير مفرد من المرصودات بعد ذلك إلى الفئة الأولى، والتالي إلى الفئة الثانية، وهلم جراً. ويخصص أي رقم مفرد إلى الفئة الأولى أو الأخيرة.

ويطبق رسم الخرائط الربيعي في الكثير من برامج رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب المنضدي ولهذا أصبحت هذه الطريقة شائعة جداً لإنتاج الخرائط.

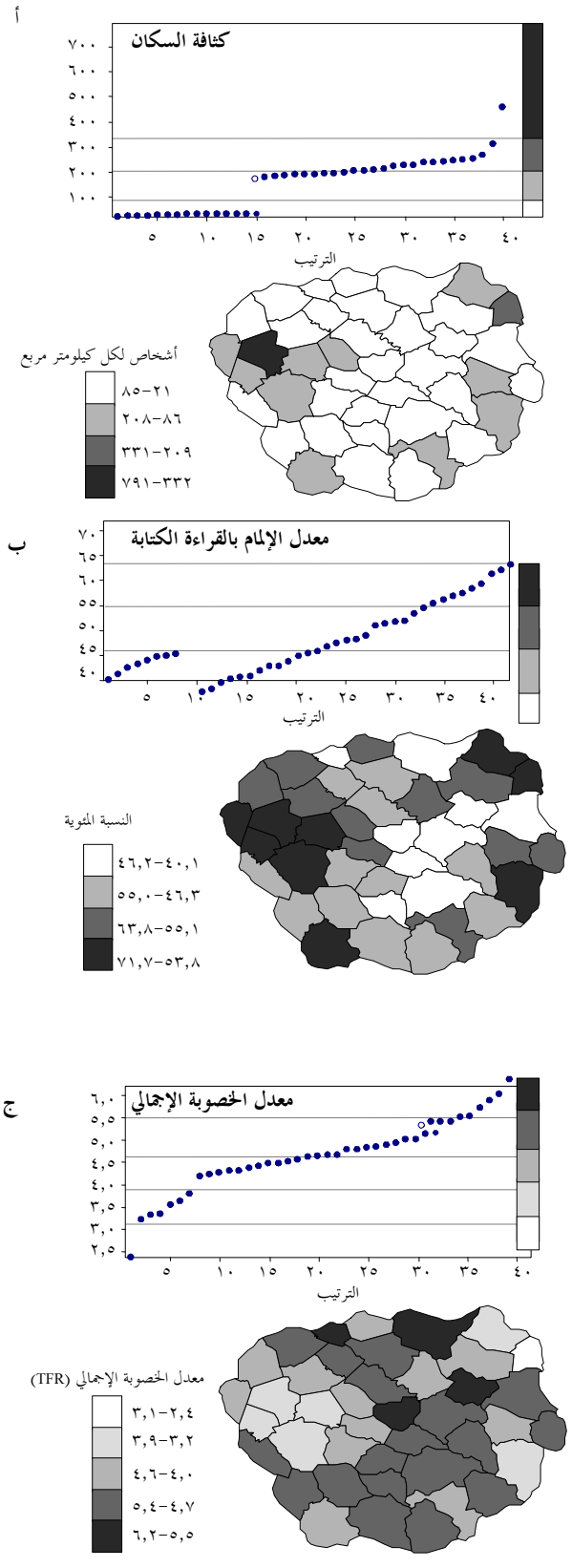
وتبدو خرائط العيّنة الثلاث جميعاً جيدة. فهناك، من حيث التعريف، توزيع جيد للمرصودات عبر الفئات وبذا تستخدم كل الخرائط جيداً المدى الكامل لتدرج اللون الرمادي.

وإذا نظرنا إلى توزيع البيانات، يبدو أن التصنيف المتعلق بمتغير الإلمام بالقراءة والكتابة مناسباً إلى حد كبير. وفي الواقع، لا تبدو الخريطة مختلفة كثيراً عن تلك التي تستخدم الفواصل المتساوية.

غير أنا نرى في خرائط كثافة السكان ومعدل الخصوبة الإجمالي، أن الطريقة تصنف قيماً متماثلة في فئات مختلفة. فبالنسبة لمعدل الخصوبة الإجمالي، مثلاً، يتماثل المرصودان اللذان يمثلان أكبر القيم وأدناها (٢,٤ – ٤,٢) مع المرصودات في الفئة الثانية بدرجة أكبر كثيراً من المرصودات في الفئة الأولى. بل والأسوأ، أن هناك ثلاثة مرصودات بقيمة ٥,٣، أحدها يخصص لمدى الفئة الرابعة والمرصود الثاني للفئة الخامسة (لا تتشدد بعض برامج رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب المنضدي في تطبيق معيار العدد المتساوي للمرصودات لتتجنب مثل هذه الحالات).

لهذا يجب استخدام الخرائط الربيعية بحرص. وغالباً ما تخصص قيم مماثلة لفئات مختلفة وتصنف القيم غير المتماثلة في نفس الفئة. وعلى الرغم من أن الخرائط الناتجة جذابة للرؤية، إلاّ أن الفكرة التي تعطيها قد تكون مضللة.

الشكل – المرفق خامساً – ٢٥ الانحراف المعياري



وتبنى تقنية تصنيف إحصائي أخرى على المقاييس المختصرة لتوزيع البيانات. وأحد الخيارات هو تحديد مدى الفئات باستخدام الانحراف المعياري لتوزيع المتغير. ويحسب الانحراف المعياري كجذر تربيعي للتباين. ويحسب التباين كمتوسط الفروق المربعة بين قيم البيانات والقيمة المتوسطة الشاملة. فمثلاً، يبلغ الانحراف المعياري بالنسبة لمتغير الإلمام بالقراءة والكتابة ٨,٩.

لهذا تبيّن فئات الخرائط التي بنيت على الانحرافات المعيارية كيف تضاهي المرصودات المنفردة – كالمقاطعات مثلاً – القيمة المتوسطة للإقليم أو البلد كله.

وتتحدد الفئات بطرح أو إضافة الانحراف المعياري من أو إلى المتوسط (٥٥ بالنسبة لمعدل الإلمام بالقراءة والكتابة). لهذا يبقى مدى الفئات ثابتاً ومماثلاً لطريقة الفواصل المتساوية.

وبالنسبة لمعدل الإلمام بالقراءة والكتابة، يتوافق المدى الأول للبيانات (٤٠,١ – ٤٦,٢) مع القيم التي تزيد على واحد ولكن تقل عن أو تساوي انحرافين معياريين أدنى من المتوسط. ونظراً لأن توزيع البيانات مدمج إلى حد بعيد، فإن كل القيم تتراوح بين +/- انحرافين معياريين ويلزم فقط أربع فئات. وكما نرى في الشكل – المرفق خامساً – ٢٥ ب، تقسم الطريقة قيم معدل الإلمام بالقراءة والكتابة إلى أرقام زوجية تقريباً من المرصودات في كل فئة، وهو ما يولد خريطة تتميز بالتغاير المرئي الجيد.

غير أنه بالنسبة لمتغير كثافة السكان، تقل مناسبة هذا النهج بدرجة كبيرة. فبالنظر إلى القيم الصغيرة الكثيرة، تنخفض كثافة السكان المتوسطة إلى حد كبير (٨٥,٤) ويعلو الانحراف المعياري بدرجة كبيرة (١٢٤,٨). لهذا، تتراوح الفئة الأولى – التي تتوافق مع القيم التي تقع في نطاق انحراف معياري واحد عن المتوسط – فعلاً بين – ٣٩,٥ إلى ٨٥,٤. ومن ناحية أخرى، فإن أعلى القيم (٧٩١) تزيد على خمسة انحرافات معيارية عن المتوسط. لهذا، نحتاج إلى استخدام الكثير من الفئات الإضافية، التي لا يحتوي معظمها على أية مرصودات. وبدلاً من ذلك، تشمل أكبر فئة في الخريطة المعروضة هنا كل القيم الأكبر من انحراف معياري واحد من المتوسط. ومن الواضح أن الانحرافات المعيارية ليست اختياراً جيداً لهذا المتغير.

وتعمل الانحرافات المعيارية بصورة أفضل قليلاً بالنسبة لمعدل الخصوبة الإجمالي، بمتوسط يبلغ ٤,٦ وانحراف معياري ٠,٨. غير أن القيمة المنخفضة جداً ٢,٤ هي فقط التي تقع في أدنى الفئات، التي تزيد على انحرافين معياريين أدنى من المتوسط.

ولطريقة تصنيف الانحراف المعياري جاذبية بديهية بسبب علاقتها الوثيقة بالتقنيات الإحصائية الوصفية. وتعمل جيداً إذا كان

توزيع البيانات طبيعياً، بتباين منخفض نسبياً، وبذا تشمل كل الفئات الست كل القيم.

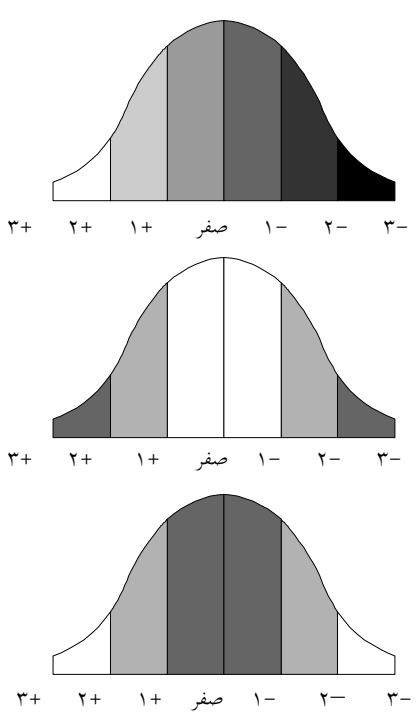
ويمكن استخدام الانحرافات المعيارية لتمثيل الأنواع المختلفة من الاتجاهات في مجموعة البيانات (الشكل – المرفق خامساً – ٢٦؛ انظر Dent, 1999). وفي الأمثلة المقدمة في الشكل – المرفق خامساً – ٢٥، استخدم تدريج رمادي من الفاتح إلى الغامق. وأبرزت الخرائط التقدم من القيم المنخفضة إلى العالية لكثافة السكان والإلمام بالقراءة والكتابة ومعدل الخصوبة الإجمالي بالتوافق مع تصنيف فئوي كما هو مبيّن في الشكل – المرفق خامساً – ٢٦ أ. وفي الواقع أن هذا هو أقل التطبيقات شيوعاً لتصنيف الانحراف المعياري.

ويشيع استخدام الطريقة بدرجة أكبر لإبراز الاتجاهات المختلفة. فمثلاً، قد نرغب، بالنسبة لبيان مستويات الدخل، أن نبرز أفقر وأغنى المقاطعات. وفي تلك الحالة، نخصص ألواناً أو بنيات قوية لمقاطعات ذات قيم تزيد على انحراف أو انحرافين معياريين عن المتوسط وظلالاً مخففة نسبياً للقيم التي تقع في وسط توزيع البيانات (الشكل – المرفق خامساً – ٢٦ ب).

وإذا كانت المسافة من المتوسط هي المعنية – بغض النظر عمّا إذا كانت القيم أعلى أو أدنى من المتوسط – يمكن آنذاك استخدام نفس الألوان على الجانبين. وإذا كان التركيز على ما إذا كانت القيم أعلى أو أدنى من المتوسط، يجب آنذاك استخدام الألوان أو البنى المختلفة على أي من الجانبين. فمثلاً، يمكن تخصيص ظلال حمراء من الفاتح إلى الغامق للفئات الأدنى من المتوسط على خريطة مطبوعة بالألوان، وإظهار الفئات الأعلى من المتوسط بدرجات من اللون الأزرق.

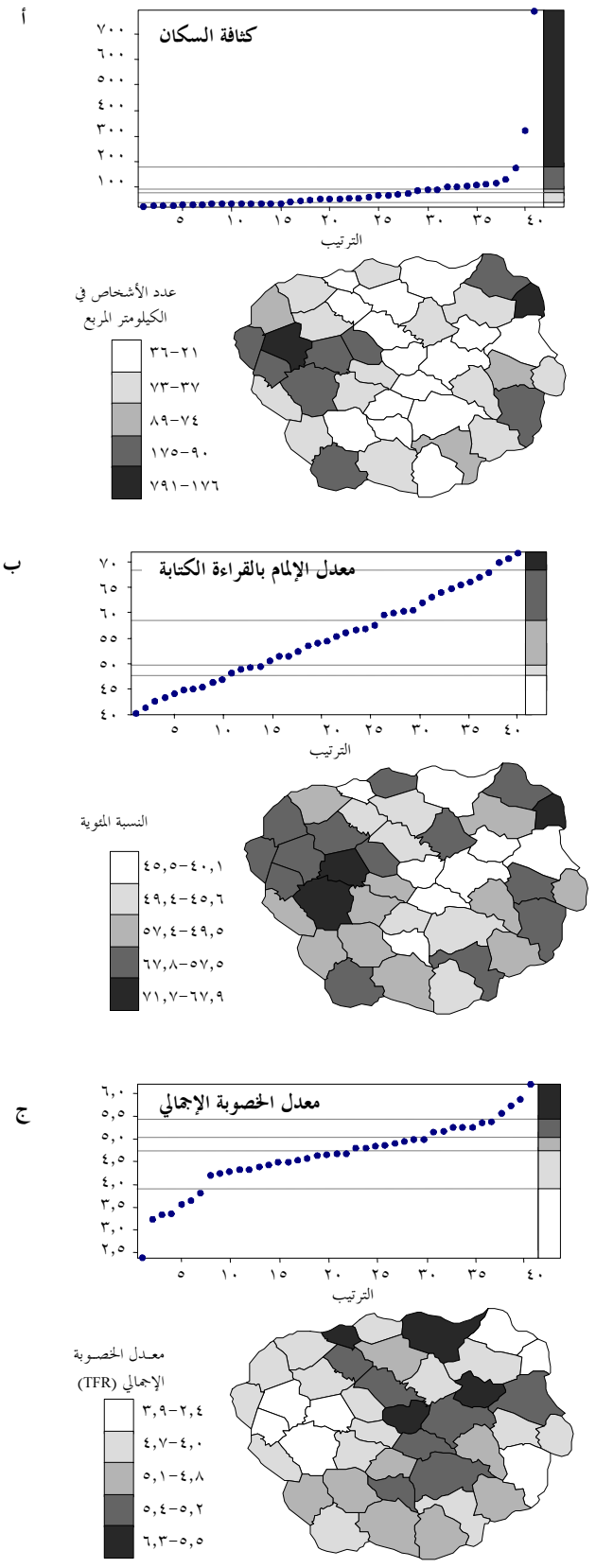
وفي حالات أخرى، قد نرغب في إبراز المدى المتوسط (الشكل – المرفق خامساً – ٢٦ ج). ويناقش McEchren, 1994 ، مثلاً خريطة لآيرلندا الشمالية نشرت في فوذرجيل وفنسنت (Fothergill and Vincent 1985) وتبيّن نسبة البروتستانت والكاثوليك. وفي هذه الخريطة، تم إبراز القيم التي بلغت نحو ٥٠ في المائة، وهو ما يشير إلى توازن متساو تقريباً بين البروتستانت والكاثوليك، وذلك بتخصيص لون قوي للفئات الوسطى (الأصفر). وأظهرت المناطق التي يمثل فيها البروتستانت أو الكاثوليك أغلبية واضحة بألوان أخف قوة (الأخضر والبرتقالي على التوالي).

الشكل – المرفق خامساً – ٢٦ تخصيص الظلال للفئات تحدده الانحرافات المعيارية



الانحرافات المعيارية عن الوسط

الشكل – المرفق خامساً – ٢٧ نقاط الفواصل الطبيعية



٣ – النقاط الطبيعية الفاصلة

كما رأينا في الأمثلة السابقة، تنتج كل الطرق خرائط مضللة نوعاً ما بالنسبة للمتغيرات التي لا تتميز بالتوزيع الموحد جداً. وغالباً ما يحدث أن تخصص قيم متماثلة لفئات مختلفة أو تصنف قيم مختلفة جداً في فئة واحدة. لهذا، فإن المنهج المنطقي لتصنيف البيانات في علم رسم الخرائط هو العثور على تصنيف يجعل التخصيص أقرب إلى الكمال بتقليل الاختلافات بين القيم في نطاق كل فئة إلى أدنى حد وتعظيم الاختلاف بين الفئات.

ويمكن تحقيق هذا الهدف بالتفتيش المرئي على توزيع البيانات والاختيار التالي للنقاط الفاصلة بين الفئات. وتعرض الأمثلة على هذا النهج في الشكل – المرفق خامساً – ٢٧. وبالنسبة لمتغير معدل الخصوبة الإجمالي، يظهر هذا الفصل بصورة مباشرة إلى حد كبير، حيث يبيّن عدة نقاط فصل متميزة في التوزيع.

ولكن الأمر أصعب نوعاً ما بالنسبة للمتغيرين الآخرين. فبالنسبة لكثافة السكان، قد يخصص التطبيق الدقيق للطريقة كل القيم المنخفضة لنفس الفئة والقيم الأعلى في عدد من الفئات المنفصلة. ويحتاج هذا إلى موازنة مع الرغبة في الحفاظ على تباين خفيف في مدى القيم الأكثر انخفاضاً.

وبالمثل، ففي متغير الإلمام بالقراءة والكتابة الموزع بصورة منتظمة لا تبدو الفواصل بين الفئات متميزة جداً حيث إن اختلاف القيم بين المرصودات لا يتباين كثيراً.

وعلى الرغم من هذه الصعوبات، فإن التصنيف طبقاً للفواصل الطبيعية، الذي يراعي بوضوح توزيع البيانات، ينتج عادة تمثيلاً خرائطياً دقيقاً للبيانات وتغايراً مرئياً جيداً.

وبدلاً من الاعتماد على الحكم الشخصي نوعاً ما، يمكن أن يدع المرء الحاسوب أيضاً يحدد نقاط الفصل الطبيعية أو المثالية. وتوفر برامج قليلة لأنظمة المعلومات الجغرافية ورسم الخرائط بمساعدة الحاسوب المنضدي وظائف تقرر نقاط الفصل الطبيعية استناداً إلى التقييم الآلي لتوزيع البيانات (طريقة Jenk للتصنيف الأمثل). ويمكن أيضاً استخدام وظائف التصنيف أو التجميع في البرامج الحاسوبية الإحصائية.

٤ – خرائط القيم التناسبية بدون الفواصل الفئوية

لا يتطلب ما يُسمى بخرائط القيم المتناسبة غير المصنفة فئوياً أي اختيار لطريقة تصنيف من جانب راسم الخرائط. ونتيجة للتكنولوجيا المحسنة للعرض والطباعة، يمكن أن تنتج شاشات الحاسوب والطابعات مدى كبيراً من درجات الألوان المختلفة أو الظلال الرمادية. ففي الخريطة غير المصنفة ، تحدد قيم البيانات مباشرة مثلاً النسبة المئوية لدرجة الرمادية. فبالنسبة لمتغير النسبة المئوية، مثلاً، يمكننا أن نختار مستوى الدرجة الرمادية المناسب وفق تدريج من صفر (الأبيض) إلى

مائة في المائة من الرمادية (الأسود) يتوافق مع كل قيمة مرصودة. وعلى الرغم من أن طريقة النسخ يمكن أن تنتج عدداً كافياً من الظلال المتميزة، من المستصوب تجنب الأبيض كلون ظلي حيث إنه عادة هو لون صفحة الخلفية.

غير أن ذلك، في الواقع، قد لا يؤدي إلى نتائج مثلى. وأحد أسباب ذلك هو أن الكثير من المتغيرات لا تتفاوت قيمها بين صفر ومائة، بل تتركز القيم في نطاق أصغر. ولهذا، قد ينتهي الأمر بظلال رمادية فاتحة جداً أو غامقة جداً فقط على الخريطة. ويمكننا أن نتجنب هذه المشكلة بتمديد توزيع البيانات. وسوف ينتج استخدام أفتح الألوان لأدنى القيم وأغمقها لأعلاها قيمة خرائط يسهل على المشاهد تفسيرها بدرجة أكبر.

غير أنه يوجد بشكل عام حدود لعدد الظلال أو الألوان الرمادية التي يمكن تمييزها بسهولة. ومع أن خطة التظليل المستمر مفيدة للأغراض التحليلية، فإن تصنيف قيم البيانات في عدد صغير من الفئات أفضل بشكل عام بالنسبة للخرائط التمثيلية.

٥ – التصنيف الخارجي للبيانات

في بعض الحالات، توضع خطة تصنيف البيانات خارجياً. فعند إعداد خريطة للفقر حسب المقاطعات، مثلاً، يستخدم راسم الخرائط قيمة معينة كمبدى لمتوسط الدخل – ما يسمى بخط الفقر– الذي تعتبر المقاطعة فقيرة إذا كانت أدناه. وهناك حالة أخرى توضع فيها خطة التصنيف حيث تجرى مقارنة بين الخرائط القائمة المطبوعة التي لا تتاح لها بيانات أصلية. فيلزم، مثلاً، أن يكون التصنيف متماثلاً بالنسبة لمعدل الخصوبة في أقاليم البلد.

٦ – ملاحظات عامة

أظهر العرض العام الحالي أن هناك طرقاً كثيرة لتخصيص قيم البيانات للفئات. ويدعم معظم نظام المعلومات الجغرافية وبرامج رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب المنضدي طريقة الفواصل المتساوية، والوحدات الكمية، والانحراف المعياري، والنقاط الطبيعية الفاصلة. وبالإضافة إلى ذلك، تتيح جميع البرامج للمستعمل أن يحدد تصنيف البيانات حسب طلبه.

ولكل طريقة نقط قوتها وضعفها، وهو ما يبرزه الجدول – المرفق خامساً – ١. وتتوقف ملاءمة أي طريقة على توزيع البيانات وعلى أغراض الخريطة. وبصفة عامة، يجب تقييم توزيع البيانات دائماً باستخدام رسم تخطيطي إحصائي مثل مخطط الترتيب الرتبوي المبيّن أعلاه. وآنذاك، غالباً ما يبدو عدد الفئات وأفضل نقاط الفصل واضحة إلى حد بعيد.

وتجدر ملاحظة أن النقاط الفاصلة الطبيعية ليست مناسبة، إذا عرضت عدة خرائط معاً للمقارنة، مثل سلسلة زمنية من نسب التوزيع حسب الجنس لكل مقاطعة أو خرائط الوصول إلى مياه الشرب الآمنة في إقليمين من البلد. في هذه الحالة، تلزم المحافظة على ثبات الفواصل بين الفئات. ويلزم لهذا الغرض اختيار خطة تصنيف تحدد المستعملين وتستند إلى تقييم يجري لكل سلسلة البيانات. ويمكن أحياناً استخدام خرائط الوحدات الكمية أيضاً، إذا كان الهدف الوحيد هو مقارنة ترتيب المرصودات المختلفة على مر الزمن أو المكان بدلاً من القيم الفعلية للبيانات. ويمكن أن تبرز خريطتان من خرائط الربيعات، مثلاً، ٢٥ في المائة من المقاطعات التي تتمتع بأعلى نسبة للإلمام بالقراءة والكتابة كما تحدد في التعداد الأخير والسابق.

الجدول – المرفق خامساً – ١ تقييم تقنيات التصنيف المختلفة

طريقة التصنيف	المزايا	المساوئ
الفواصل المتساوية	سهلة التطبيق.	لا علاقة بين خطة التصنيف وتوزيع البيانات.
	مناسبة للبيانات الموزعة بصورة منتظمة.	نظراً لأن فواصل الفئات ثابتة يمكن تخصيص قيم مماثلة لفئات مختلفة، وقيم غير متماثلة لنفس الفئة.
		ليست مناسبة لتوزيعات البيانات غير المتماثلة أو مجموعات البيانات ذات الأماكن المنعزلة البعيدة عن الجسم الرئيسي.
التوالي الهندسي	سهلة التطبيق.	يجب أن يقرر المستعمل التوالي الهندسي المناسب.
	مناسبة للبيانات ذات التوزيع غير المتماثل بدرجة كبيرة (مثل الكثير من القيم الصغيرة والقليل من القيم الكبيرة جداً).	نظراً لتثبيت الفواصل بين الفئات، قد تخصص قيم متماثلة لفئات مختلفة، وقيم غير متماثلة لنفس الفئة.
الوحدات الكمية (التكرار المتساوي)	تضمن التغاير المرئي الجيد.	قد ينتهي الأمر أن توجد قيم متماثلة أو متطابقة في فئات مختلفة.
	مناسبة للبيانات الموزعة بانتظام نوعاً ما.	

طريقة التصنيف	المزايا	المساوئ
الانحرافات المعيارية	جيدة بالنسبة لإظهار الاتجاهات المتباينة المتمركزة حول متوسط القيمة. تنسب الفئات الفردية إلى القيمة الوسيطة العامة. مناسبة للبيانات ذات التوزيع العادي.	يؤدي التوزيع غير المتماثل لمجموعات البيانات التي تحتوي على أماكن بعيدة عن الجسم الرئيسي (عدد قليل من القيم الكبيرة جداً أو الصغيرة جداً) إلى عدد كبير من الفئات (أي عدة انحرافات معيارية أعلى أو أدنى من المتوسط).
النقاط الفاصلة الطبيعية	تخصص قيم متماثلة لنفس الفئة. غالباً ما يوحي عدد النقاط الفاصلة بعدد الفئات.	مدى الفئات الناتجة قد يكون غير متساو بدرجة كبيرة يتطلب حكماً شخصياً (التحديد بالرؤية). لا يدعم مقارنة الخرائط على مر الزمن.
خرائط القيم المتناسبة غير المصنفة	لا يلزم تحديد نقاط فاصلة بين الفئات. يتحدد الظل الرمادي أو درجة اللون مباشرة حسب قيمة البيانات. تبرز توزيع القيم المستمر في مجموعة البيانات.	لا يدعم معظم أجهزة المخرجات إلاّ عدداً محدوداً من الظلال الرمادية أو درجات اللون التي يمكن تمييزها. لا تستنسخ الخرائط ذات الفروق الدقيقة بين الظلال الرمادية أو درجات اللون (مثل نسخ الصور الفوتوغرافية) جيداً. لا تطبق بسهولة في معظم أنظمة المعلومات الجغرافية وبرامج رسم الخرائط الحاسوبية.

دال – اختيار الألوان

تستخدم جميع الخرائط في الأمثلة المعروضة بالمرفق الحالي تدريجات رمادية للترميز. والمنشورات المطبوعة بالأبيض والأسود أرخص في استنساخها وتحتفظ الخرائط ذات الدرجات الرمادية بإمكانية قراءتها عند نسخها على آلة نسخ صور بالأبيض والأسود. ومن ناحية أخرى فإن استعمال الألوان يتيح لراسم الخرائط الكثير من الخيارات الإضافية بالنسبة لتصميم الخرائط. وتواصل طابعات الألوان انخفاض سعرها. وكذلك سوف يعرض في المستقبل القريب الكثير من الخرائط الإضافية إلكترونياً على مواقع الشبكة العالمية أو المنشورات الإلكترونية. وهنا، يمكن استعمال الألوان بصورة موسعة في تصميم الخرائط.

وتفيد معرفة كيفية تفسير الحاسوب للألوان عندما يلزم الأمر تحديد خطة الألوان بالنسبة لخريطة قيم متناسبة. وتتحدد الألوان على الحاسوب باستخدام أحد النماذج العديدة للألوان. وأكثر نموذجين شيوعاً هما نموذج التشبع بقيم ''هيو'' (HVS) ونموذج التلوين بالأحمر، والأخضر، والأزرق (RGB). ويشير مصطلح ''hue'' إلى ما نعنيه عادة باللون، مثل ''الأحمر'' أو ''الأزرق''. ومن الناحية الفيزيائية يرتبط hue بنطاق الطيف للضوء المنعكس ويتدرج من البنفسجي، بطول موجته المنخفضة، إلى الأزرق، والأخضر، والأصفر، والبرتقالي، والأحمر، الذي له أعلى طول موجة في نطاق الطيف المرئي. وتسمى القيمة أحياناً أيضاً ''فتحان'' اللون (أي تشبع بفتحان قيم هيو (HLS)). ويحدد الفرق بين القرنفلي الفاتح، مثلاً، والأحمر الغامق، واللذين قد يمثلان على السواء نفس قيمة هيو. وأخيراً، يعتبر ''التشبع'' مقياساً للتألق أو الشدة. فيبدو اللون باهتاً أو رمادياً بدرجة أكبر إذا كان التشبع أقل، في حين يبدو اللون الذي له قيمة تشبع عالية أكثر نقاءً.

وRGB نموذج تتحدد فيه الألوان الجدية إضافياً بالجمع بين مستويات مختلفة من الأحمر، والأخضر، والأزرق. وتستخدم شاشات الحاسوب أو التلفزيون طريقة RGB. وتنتج مستويات متساوية من الألوان الثلاثة ظلالاً رمادية. وتنتج أدنى المستويات من الأحمر، والأخضر، والأزرق مجتمعة اللون الأسود، وتنتج أعلى القيم اللون الأبيض.

ويتوقف اختيار اللون على مستوى قياس المتغير، ونوع الخريطة المستخدمة والرسالة التي يريد راسم الخرائط أن ينقلها. ويجيد البشر التفريق بين قيم هيو للألوان، وهو ما يجعل ذلك مناسباً للتمييز بين الفئات المتفردة. فمثلاً، يمكن إظهار التغاير بين دوائر زرقاء وأخرى حمراء لإظهار الأنواع المختلفة من المدارس. غير أن هناك اعتباراً يجب مراعاته عند اختيار قيم هيو للون فقط للتمييز بين رموز الخرائط، وهو عمى الألوان. فقد لا يستطيع الشخص المصاب بعمى الألوان أن يميز بين الأحمر والأخضر – وهو أكثر أشكال عمى الألوان شيوعاً – أو بين الأحمر والأصفر. ولا يستطيع بعض الناس أن يروا الجزء الأخضر في الطيف. وبصفة عامة، فإن عدم الاعتماد على الاختلافات بين الأحمر والأخضر في تكوين الخرائط تصرف جيد.

وتعرض المتغيرات التي تقاس بصفة مستمرة مثل السكان، أو الدخل أو المعدلات والنسب باستخدام متغيرات بيانية تبيّن الترتيب المتميز. ويمكن أن تربط الاختلافات في قيمة اللون (مثلاً، من الظلال الفاتحة إلى الغامقة في نفس قيمة هيو) بسهولة بمدى المتغير، بحيث تربك الظلال الأغمق عادة بقيم البيانات الأعلى. فمثلاً، غالباً ما تمثل مستويات كثافة السكان بدرجات من اللون الأحمر، فتصل من الألوان الحمراء الفاتحة التي تمثل انخفاض كثافة السكان إلى الألوان الحمراء الغامقة التي تمثل المناطق ذات الكثافة السكانية العالية. وبطبيعة الحال،

لا ترتبط قيم الألوان، في توزيعات البيانات غير المتماثلة، بتناسب مباشر بقيم فئات البيانات. فبالنسبة لمثال متغير كثافة السكان المستخدم في الفرع السابق، مثلاً قد نستخدم خلافاً لذلك الكثير من الظلال الفاتحة جداً وظلال الألوان الحمراء التي يمكن التمييز بالكاد بينها للكثير من القيم المنخفضة، وظل غامق جداً من اللون للقيم العالية القليلة. وبدلاً من ذلك، تستخدم خطوات من قيم اللون المتساوية لتمثل فئات التوالي الهندسي أو ما يماثله.

وإذا تكّون تصنيف من فئات كثيرة، قد يتوفر لدينا عدد من الفئات أكثر مما يمكننا أن نميز بينها بوضوح على صفحة مطبوعة. وفي هذه الحالة، يمكن الجمع بين قيم هيو للألوان المتلاصقة – وهو ما يُسمى مدى اللون الطيفي الجزئي. وإذا استعملنا مثال كثافة السكان مرة أخرى، يمكننا أن نبدأ بظلال صفراء فاتحة ونتدرج إلى الظلال البرتقالية إلى الحمراء الداكنة. والاعتبار الهام هو أنه يجب أن يكون هناك تدرج من الألوان الأقل هيمنة إلى الأعلى هيمنة. ولا تنقل الخرائط التي تستخدم عدة قيم ''هيو'' متألقة مهيمنة للقيم المنخفضة والعالية للمدى المستمر أو الرتبوي رسالة واضحة وتثير حيرة المشاهد.

وهناك تطبيق تكون فيه قيم هيو المختلفة مناسباً لمدى البيانات المستمرة وهو تدرج البيانات المختلف. فمثلاً، قد تشمل خريطة للهجرة الصافية موزعة حسب الوحدات الإدارية فئات تتراوح بين الأرقام السالبة العالية للهجرة الكبيرة إلى الخارج إلى الصفر، وبين القيم الكبيرة الموجبة التي تعكس الهجرة الكبيرة إلى الداخل. ولإبراز القيم السالبة والموجبة الكبيرة – وهي المناطق التي يكون فيها للهجرة تأثير كبير على الديناميات السكانية – يمكننا أن نستخدم خطة ألوان تتراوح، مثلاً، من الأحمر الساطع إلى الأحمر الفاتح أو القرنفلي، ويتدرج إلى الأبيض ممثلاً لمعدلات الهجرة التي تقرب من الصفر، وألوان الأزرق الفاتح إلى الأزرق الساطع لأعلى هجرة إلى الداخل.

وهذا تعليق أخير يرتبط برسم الخرائط المتعددة التنوع، التي تبيّن متغيرين كمجموعة مؤتلفة. فمثلاً، يمكن أن تبيّن الخريطة مجموعة مؤتلفة من مستويات مختلفة من معدلات الإلمام بالقراءة والكتابة والخصوبة باستخدام مفتاح للخريطة هو أساساً مصفوفة من التركيبات المحتملة لفئتي الإلمام بالقراءة والكتابة والخصوبة. وعلى راسم الخرائط أن يجد خطة الألوان المناسبة ، حيث تشير قيم ''هيو'' المتلاصقة في خطة طيف جزئي، مثلاً، إلى الاختلافات في معدل الإلمام بالقراءة والكتابة، وحيث تبيّن الاختلافات في معدلات الخصوبة من خلال الاختلافات في قيم الألوان. ولسوء الحظ، ليس من السهل تفسير هذه الخرائط. فعلى المشاهد أن يرجع بصفة مستمرة إلى مفتاح الخريطة ليوائم الألوان مع قيم البيانات بالنسبة للمتغيّرين. وبصفة عامة، يجب تجنب الخرائط المتعددة التنوع. ويحتوي الفرع ''واو'' على بعض الأساليب البديلة لعرض المعلومات المتعددة التنوع جغرافياً.

ورجوعاً إلى أنواع مستويات القياس التي نوقشت في وقت سابق، فإن الجدول – المرفق خامساً – ٢ يلخص الإرشادات المتعلقة باستخدام الظلال الرمادية والألوان (انظر أيضاً Brewer 1994).

الجدول – المرفق خامساً – ٢ اختيار الظلال الرمادية والألوان

مستويات القياس		المثال	الخرائط بالأبيض والأسود	خرائط بالألوان
إسمي	ثنائي	الوصول إلى مياه الشرب الآمنة (نعم/لا).	الأبيض مقابل الأسود، أو الرمادي الفاتح مقابل الرمادي الغامق.	ألوان قوية التغاير بقيم ''هيو'' مختلفة مثل الأزرق والأحمر أو الأصفر والأخضر.
	فئوي	اللغة السائدة (الإنكليزية، الفرنسية، الإسبانية، الخ.).	اختلافات في الأنماط ذات الهيمنة المرئية المتماثلة.	تدرجات لون ''هيو'' مختلفة بمستويات متماثلة من القيم والتشبع لا تنطوي على أي ترتيب، مثلاً، الأزرق، الأحمر، الأصفر، البنفسجي.
رتبوي		المستوى التعليمي المحصل (المدرسة الابتدائية، الثانوية، الخ.).	ظلال رمادية مرتبة، مع فروق قوية نسبياً بين مستويات الرمادية. فروق البنية تبرز الطبيعة الرتبوية للبيانات بصورة أفضل.	نفس قيم ''هيو'' أو مدى ألوان الطيف الجزئي، مع اختلافات كبيرة نسبياً بين الفئات. مثلاً، الأصفر الفاتح، الأحمر المتوسط، الأحمر الغامق.
متفرد (منفصل)		حجم الأسرة المعيشية (١، ٢، ٣، ...أشخاص) – ولكن ليس متوسط حجم الأسرة المعيشية.	شبيهة بالبيانات الرتبوية، ولكن الاختلافات الأقل بين الظلال الرمادية مقبولة.	شبيهة بالبيانات الرتبوية، ولكن الاختلافات الأقل بين الظلال الرمادية مقبولة.

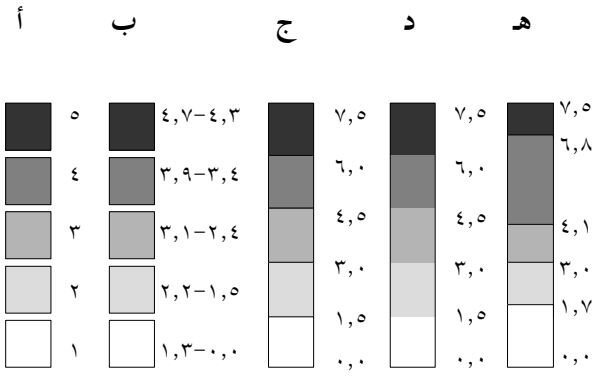
مستويات القياس	المثال	الخرائط بالأبيض والأسود	خرائط بالألوان
مستمر	متسلسل	معدل الإلمام بالقراءة والكتابة (أي قيمة بين صفر و١٠٠ في المائة).	مدى مستمر من الظلال الرمادية. قد يكون أو لا يكون مستوى الرمادية متناسباً مع قيم البيانات. الاختلافات الدقيقة ولكن التي يمكن تمييزها في مستويات الرمادية مقبولة.	مدى مستمر للألوان في نطاق نفس قيمة ''هيو'' أو في نطاق مدى طيف جزئي. الاختلافات الدقيقة في مستويات الرمادية مقبولة.
	مختلفة	معدل الجنس (أقل من واحد = النساء أكثر من الرجال؛ أكثر من واحد = الرجال أكثر من النساء).	الاختلافات بين البنى/الأنماط. ظلال الملء غير المتقطعة في جانب واختلافات البنية في الجانب الآخر تحدث أثراً جيداً.	يمكن استخدام لون محايد (الأبيض أو الرمادي) في وسط المدى المستمر لقيمتي ''هيو'' مختلفتين على كل جانب. مثلاً، من الألوان البرتقالية الفاتحة إلى الغامقة للقيم الأقل من واحد، والألوان الخضراء الفاتحة إلى الغامقة للقيم الأكثر من واحد.

هاء – تصميم مفتاح الخريطة

يمكن أن ينعكس مستوى القياس في تصميم مفتاح الخريطة، وهو ما يوفر الإسناد بين قيم البيانات أو مدى القيم والرموز البيانية المستخدمة. وتوفر أنظمة المعلومات الجغرافية وبرامج رسم الخرائط بمساعدة الحاسوب المنضدي تصميماً جاهزاً لمفاتيح الخرائط يفي بمعظم التطبيقات. غير أنه من أجل التوصل إلى تصميم أكثر دقة، يمكننا أن نعدل المفتاح المفقود إما في وحدة تخطيط برامج رسم الخرائط أو في البرنامج البياني الخارجي.

ويبيّن الشكل – المرفق خامساً – ٢٨ بعض الأمثلة. وبالنسبة للبيانات الفئوية، يجب الإبقاء على براويز مفاتيح الخرائط المنفردة منفصلة (مفتاح أ). وبالمثل، فإنه يمكن التشديد بهذه الطريقة (المفتاح ب) على مدى الفئات التي ليست متلاصقة، فهناك فجوة مثلاً بين الحد الأعلى لفئة والحد الأدنى للفئة التالية. غير أنه يجب، بصفة عامة، تجنب استخدام مثل هذه المفاتيح للخرائط. وتبرز براويز المفاتيح المتلاصقة الطبيعة المستمرة للمتغيرات مثل المعدلات أو الكثافات (المفتاح ج). بل إن التشديد على استمرارية قيم البيانات يكون أكبر إذا لم تكن براويز الفئات المنفردة محصورة بخط محيطي (المفتاح د). ويبيّن المفتاح هـ، أخيراً، مفتاحاً لتصنيف متغيرات مستمرة لا ينتظم مدى فئاتها.

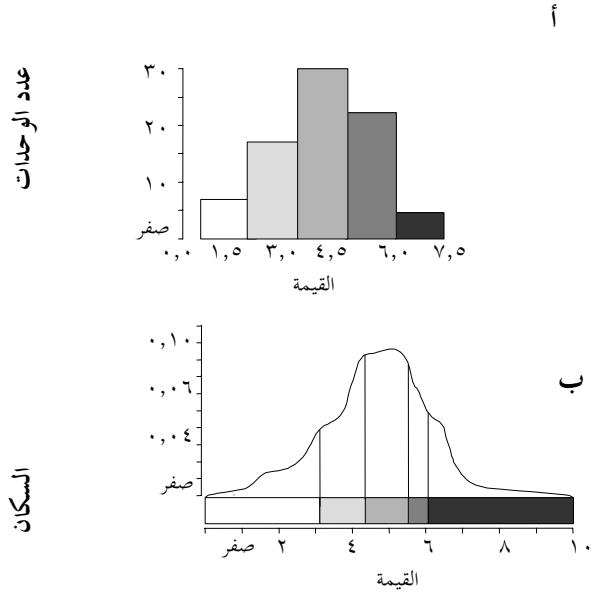
الشكل – المرفق خامساً – ٢٨ الأنواع المختلفة من المفاتيح للخرائط المظللة



تبيّن المفاتيح الثلاثة الأخيرة في الشكل – المرفق خامساً – ٢٨ نقاطاً فاصلة بدلاً من مدى البيانات. وعند استخدام مدى البيانات لتوزيع مستمر، نواجه مشكلة إظهار قيمة البيانات لفئتين: مثلاً، ٠–١٠، ١٠–٢٠، ٢٠–٣٠. ويمكن التغلب على هذه المشكلة باستخدام رمز ''أقل من'' لتخصيص كل قيمة لفئة واحدة فقط: مثلاً، ٠–<١٠، ١٠–<٢٠، ٢٠–<٣٠. وبالنسبة للفئات ذات النهايات المفتوحة، يمكن استخدام رمز ''أكبر من'' أو يساوي: > ١٠، > ٢٠، > ٣٠.

ويمكن دمج المفتاح في مخطط إحصائي يلخص توزيع بيانات المتغير. وغالباً ما تستخدم لهذا الغرض مخططات توزيع التواتر التي تتوافق فيها ألوان القضبان مع ألوان الظلال (انظر الشكل – المرفق خامساً – ٢٩ أ). وإذا لم يكن مدى كل فئة من الفئات ثابتاً، يمكن رسم قضبان مخطط توزيع التواتر (هستوجرام) بعرض متباين. وإذا لم تدعم برامج رسم الخرائط مخططات توزيع التواتر، يمكن تصميمها في برنامج بياني أو استيرادها من جداول إلكترونية أو برنامج إحصائي. وهناك خياران لتحديد ارتفاع كل قضيب. والنهج الأكثر ملاءمة هو استخدام عدد الوحدات الجغرافية التي تندرج قيمها تحت كل فئة. وتعرض بعض برامج رسم الخرائط عدد الوحدات التي تقع تحت كل فئة في مفتاح الخريطة. والمشكلة الكامنة هنا هو أن الوحدات – المقاطعات مثلاً – قد يكون حجم السكان بها مختلفاً جداً. وبدلاً من عدد الوحدات،فإن ارتفاع قضبان مخططات توزيع التواتر يمكن لهذا أن تتحدد بحجم عدد السكان الأساسي. فبالنسبة لخريطة تبيّن كثافة السكان، مثلاً، سيكون هذا هو عدد السكان الذين يعيشون في كل مدى كثافة. وبطبيعة الحال، سيكون شكل الهستوجرام مختلفاً جداً ويجب الإشارة بوضوح على الخريطة أو في النص المرافق لها إلى الإجراء المستخدم.

الشكل – المرفق خامساً – ٢٩ مفاتيح خرائط تبيّن توزيع البيانات الإحصائية



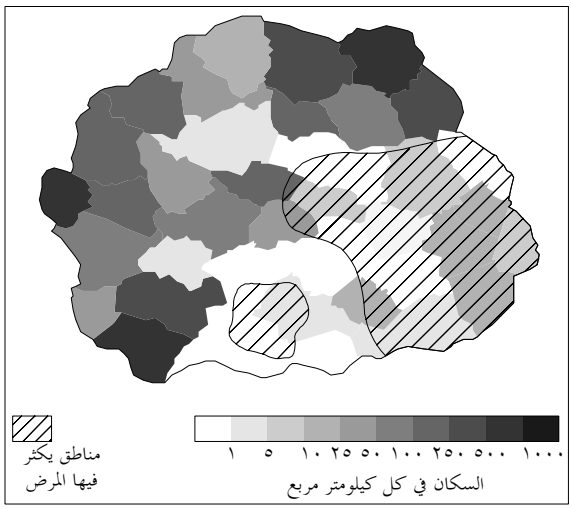
وتتيح البرامج الحاسوبية الإحصائية أيضاً حساب خرائط الكثافة التي تبيّن توزيع البيانات في شكل أكثر استمراراً مقارنة بالهستوجرام (انظر الشكل – المرفق خامساً – ٢٩). ويجمع السطح تحت منحنى الكثافة إلى واحد وبذا يمكن قراءة التكرار التقريبي لأي قيمة بيانات منفردة من الرسم البياني. واستخدمت مفاتيح من هذا النوع في أطلس معدل الوفيات بالولايات المتحدة (NCHS, 1997).

واو – الخرائط التي تحكي قصصاً

١ – الخرائط المتعددة التنوع

باستثناءات قليلة، أظهرت الأمثلة السابقة متغيراً واحداً فقط على حدة. وهذا هو أكثر أنواع العروض الشائعة المستخدمة في أطالس التعدادات. وللأغراض التحليلية ولبيان العلاقات بين المتغيرات، نرغب أحياناً في عرض أكثر من متغير واحد في المرة الواحدة. وقد لاحظنا في الفرع الخاص باختيار الألوان أن الخرائط المتعددة التنوع التي تستخدم خطة ألوان معقدة لإظهار المتغيرين على السواء على نفس الخريطة تميل إلى أن تكون صعبة الفهم. وأحد البدائل، كما ذكرنا في موضع سابق، هو أن نستخدم نمطاً بلون خلفية شفافة على خريطة قيم متناسبة مظللة. ويحقق هذا نتائج طيبة إذا كان للمتغير المتراكب عدد قليل فقط من الفئات أو إذا كان متغيراً ثنائياً (مثل الحضور مقابل التغيب) (انظر الشكل – المرفق خامساً – ٣٠).

الشكل – المرفق خامساً – ٣٠ مزيج من رموز التظليل المصمتة والخطية لعرض متغيرين على نفس الخريطة



في تحليل البيانات الإحصائية، يتم تحليل المتغيرين الفئويين اللذين يمثلان فقط عدداً صغيراً من القيم باستخدام التبويب المتقاطع. وتسمى مثل هذه الجداول أيضاً بجداول الطوارئ. وتبيّن الصفوف والأعمدة في جدول من اتجاهين، فئات المتغيّرين وتبيّن الخلايا عدد المرصودات التي تتخذ القيم المقابلة لكل متغير. ويتيح هذا الترتيب التقييم السريع للعلاقات. فقد نكون، مثلاً، قد حولنا متغيرين من تعداد للمساكن – نسبة الأسر المعيشية التي تصل إلى

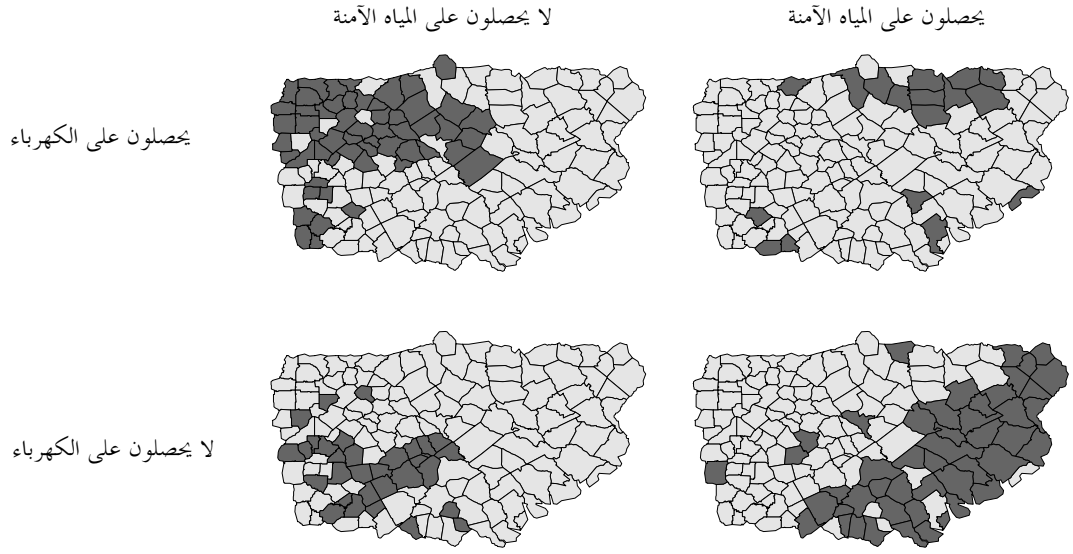
الماء الآمن ونسبة الأسر المعيشية التي تصل إلى الكهرباء – في متغيّرين ثنائيين يشيران إلى ما إذا كانت أغلبية الأسر المعيشية في المقاطعة تحصل على هذه الخدمات العامة. وقد يبدو التبويب المتقاطع شبيهاً بهذا:

أغلبية الأسر المعيشية ....

	... التي تحصل على المياه الآمنة	... التي لا تحصل على المياه الآمنة	الإجمالي
التي تحصل على الكهرباء	٥٥	١٧	٧٢
التي لا تحصل على الكهرباء	٣١	٤٨	٧٩
الإجمالي	٨٦	٦٥	١٥١

الشكل – المرفق خامساً – ٣١ الخريطة المعادلة لجدول من اتجاهين

أغلبية المقيمين ....



تظهر الأنماط على الفور حتى على الخريطة الصغيرة التي تغطي فقط نحو ثلث الصفحة. وتصل معظم مقاطعات الشمال الغربي إلى المياه الآمنة والكهرباء على السواء، في حين أن أغلبية الأسر المعيشية في مقاطعات الجنوب الشرقي لا تصل إلى كلاهما. وفي التبويب المتقاطع، غالباً ما تكون الخلايا المنحرفة عن خط القطر هي الأكثر إثارة للاهتمام. وفي بعض المقاطعات في الشمال الشرقي لا تصل أغلبية الأسر المعيشية إلى المياه الآمنة ولكنها تصل إلى الكهرباء. وفي مجموعة من المقاطعات في الجنوب الغربي يعكس هذا الوضع.

ويمكن تمديد هذا النهج ليشمل المزيد من الجداول المعقدة، حيث يتخذ متغير واحد مثلاً ثلاث قيم (مثل منخفض، متوسط، عالي) ويكون لآخر فئتان. ولا يلزم رسم الخرائط كبيرة. حتى في الخرائط التي تكثر بها الوحدات الجغرافية – وهي ١٥١ مقاطعة في هذا المثال – تكفي الخرائط الصغيرة حيث إن المطلوب هو لونان أو تظليلان رماديان متغايران.

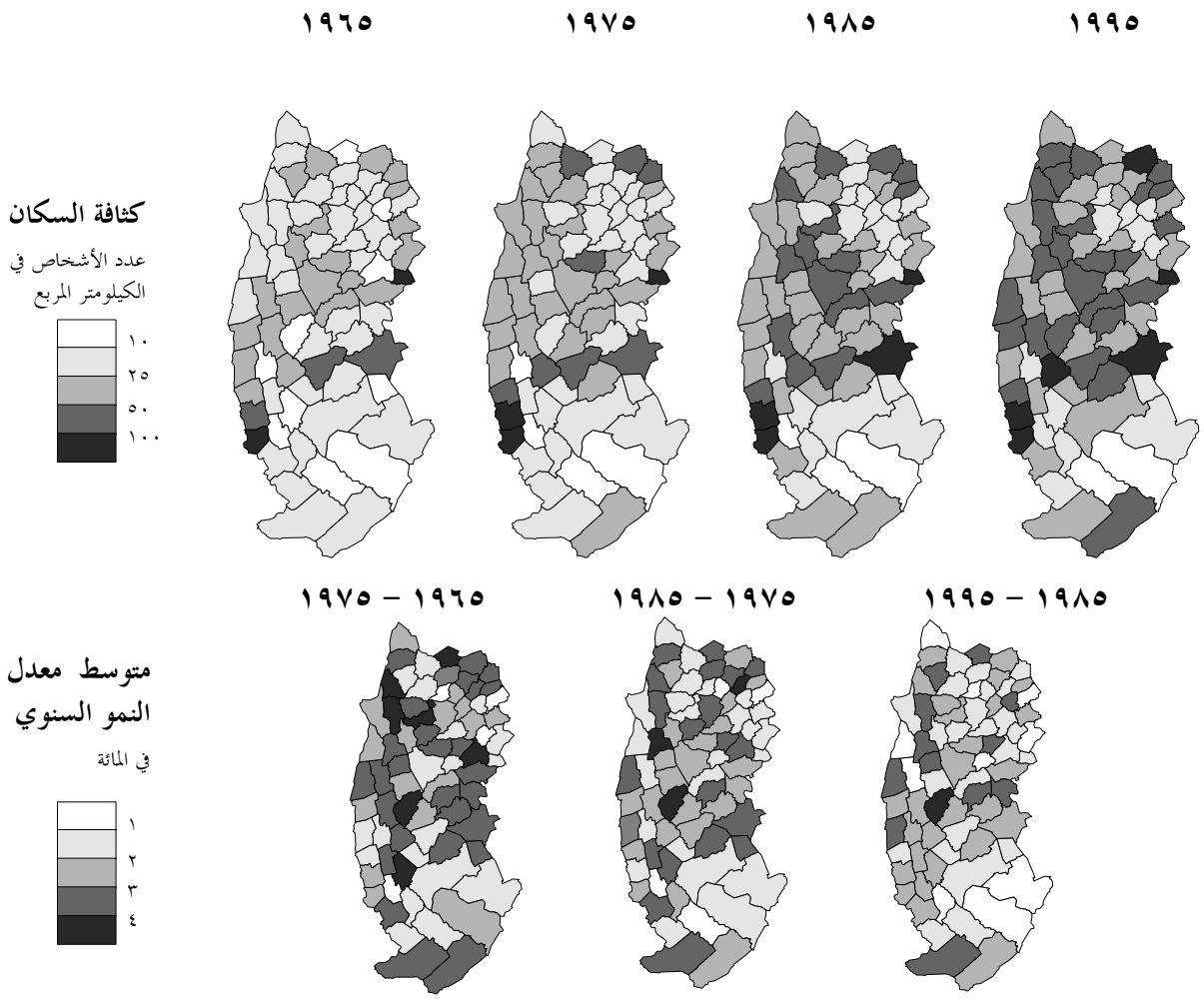
وإذا أردنا عرض هذه المعلومات جغرافياً، يمكننا أن ننتج خريطة بأربع فئات: واحدة لكل من خلايا التبويب المتقاطع. ومع ذلك، ونظراً لأن الفئات الأربع ليس لها ترتيب طبيعي، فسوف يصعب على المشاهد أن يكتشف الأنماط في مثل هذه الخريطة. والنهج الأفضل هو ترجمة مفهوم جدول الاتجاهين مباشرة إلى لغة خرائطية. ويبيّن الشكل – المرفق خامساً – ٣١ خريطة تعادل جدول الاتجاهين. وتشير كل خريطة إلى المقاطعات المقابلة للخلية المتوافقة في جدول الاتجاهين. ولا تتطلب الخرائط مفتاحاً شاملاً حيث إن التظليل الغامق يبرز بوضوح المقاطعات موضع الاهتمام.

٢ – المتعددات الصغيرة

يمكن أن يعرض ترتيب البيانات في عدة خرائط بصورة فعّالة أيضاً المعلومات الدينامية. ويبيّن الشكل – المرفق خامساً – ٣٢ زيادة السكان على مر الزمن استناداً إلى الأرقام المستمدة من أربعة تعدادات متتالية للسكان. وتبيّن خرائط كثافة السكان أين بلغ النمو السكاني أعلى مستوى له. ولإتاحة المقارنة على مر الزمن، يلزم أن تكون حدود الفئات هي نفسها على كل الخرائط. ويعني هذا أن خطط التصنيف التي تبنى على توزيع البيانات (مثل النقاط الفاصلة الطبيعية) غير مناسبة. وتكمل خرائط كثافة السكان بثلاث خرائط أصغر تبيّن متوسط النمو السكاني السنوي بين التعدادات.

الشكل – المرفق خامساً – ٣٢ المتعددات الصغيرة – إظهار التغيير على مر الزمن

دينامية السكان، ١٩٦٥ – ١٩٩٥



تسمى العروض مثل تلك التي يبيّنها الشكل – المرفق خامساً – ٣٢ المتعددات الصغيرة (Bertin, 1983، وTufte, 1983). ويكرر نفس تصميم الخريطة لكل عام أو لكل مجموعة سكان فرعية. ونظراً لثبات التصميم في كل الخرائط ، فإنه يمكن للمشاهد أن يفسرها بسهولة كبيرة. ويتيح هذا لمصمم الخرائط أن يعرض كثافة معلومات أعلى مما كان يمكن أن يعرض بطريقة أخرى. وغالباً ما تكون العلاقات المتعددة التنوع أوضح من حيث التصميمات التي تبيّن عدة خرائط من الخرائط المركبة ذات التصميم المعقد المحتمل لمفتاح الخريطة.

والمثال الآخر على الخريطة التي تستخدم مفهوم المتعددات الصغيرة يوجد في الشكل ٤–٨، الأمم المتحدة (١٩٩٧ أ). ويبيّن نسب الجنس في الفئات العمرية التي تفصل بينها خمس سنوات في ٧٥ مقاطعة في نيبال. ويبيّن الرسم البياني ١٧ خريطة صغيرة، بتصنيف مختلف يتركز حول نسبة جنس متوازنة. وتبيّن النسخة الملونة من هذه الخريطة فائضاً من الإناث في ظلال متباينة من اللون الأحمر، وفائضاً من الذكور في ظلال زرقاء. وتستخدم النسخة الأبيض والأسود ظلالاً رمادية مصمتة للفائض من الإناث ونمط نقط للكثافات المختلفة بالنسبة للفائض من الذكور. ومن الواضح أن اللون يعزز رسالة هذه الخرائط. وعلى الرغم من القدر الكبير من المعلومات، فإنه يمكن تفسير هذه الخرائط بسهولة كبيرة، حيث إن مجموعات القيم المتماثلة واضحة جداً. ومن الواضح أن الجدول الذي يشمل ١,٢٧٥ (١٧ مضروبة في ٧٥) قيمة سيكون أكثر صعوبة بكثير في تفسيره من نفس المعلومات المعروضة جغرافياً. وفي الواقع، يبيّن الرسم البياني الخاص بنيبال بعض الاتجاهات الواضحة التي يمكن أن تنسب إلى الهجرة عبر دورة حياة الذكور في عدد من المقاطعات.

المرفق سادساً – قائمة المصطلحات ومعانيها

إتاحة منتقاة – تنزيل مستوى دقة إشارات الساتل في النظام العالمي لتحديد المواقع يتم عن قصد من جانب وزارة الدفاع الأمريكية. ومن المقرر أن تلغى هذه الإتاحة المنتقاة على مراحل خلال السنوات القليلة القادمة.

إحداثي – رقمان أو ثلاثة أرقام تصف موقع نقطة في بعدين أو ثلاثة أبعاد (مثل سين/صاد أو سين/صاد/عين حيث عين تبيّن الارتفاع) ويسمى الإحداثي من بعدين أحياناً زوج إحداثيات، ويسمى الإحداثي من ثلاثة أبعاد الإحداثي الثلاثي. وفي قواعد بيانات نظام المعلومات الجغرافية، تمثل الإحداثيات مواقع مقابلة على سطح الأرض منسوبة إلى مواقع أخرى.

استشعار من بعد – عملية الحصول على المعلومات حول جسم من بعد؛ أي دون الاتصال المادي. ويشير الاستشعار من بعد عادة إلى الحصول على الصور عن طريق أجهزة استشعار الساتل أو التصوير الفوتوغرافي من الجو.

استقراء داخلي مساحي – (أ) عملية تقدير قيمة متغير في موقع، استناداً إلى القيم المقاسة في مواقع مجاورة. ويستخدم لإنتاج مجموعة بيانات شبكة كاملة من معلومات عيّنة نقط، مثل سطح مطر من محطات قياس مياه الأمطار؛ (ب) نقل خاصية من مجموعة من مناطق الإبلاغ إلى مجموعة أخرى غير متوافقة من المناطق؛ مثلاً، تقدير إجماليات السكان لمناطق إيكولوجية استناداً إلى مجموعة بيانات نظام المعلومات الجغرافية عن السكان موزعين حسب المقاطعات.

استنساخ بالماسحات الضوئية – تقنية لحصر البيانات يتم فيها حصر البيانات بالوثائق المطبوعة (مثل الورق أو المايلر) وتحويلها إلى صور رقمية عن طريق جهاز بصري حساس للضوء. وبالنسبة للبيانات الخرائطية، يعتبر هذا المسح بديلاً لمدخلات البيانات عن طريق التحويل الرقمي. وبعد مسح الصورة، تحول بياناتها عادة إلى صيغة متجهات باستخدام برنامج تحويل من خطوط المسح إلى المتجهات أو استشفاف معالم الخطوط والنقط على الشاشة.

إسناد جغرافي – عملية تقرير العلاقة بين إحداثيات الصفحة وإحداثيات العالم الحقيقي. والإسناد الجغرافي ضروري بعد عملية التحويل إلى شكل رقمي، مثلاً لتحويل إحداثيات الصفحة التي قيست بوحدات تحويل رقمي (مثل السنتيمترات أو البوصات) إلى نظام إحداثيات العالم الحقيقي الذي استخدم لرسم الخريطة المرجعية. انظر أيضاً تحويل.

إطار التعداد الجغرافي – وحدات الجمع والإبلاغ الجغرافية التي يستخدمها مكتب التعداد في العد الخاص بالتعداد وجدولة البيانات. وتشمل الهيكل الهرمي للتعداد والوحدات الإدارية، وتخصيصاتها ورموزها والعلاقات بين الوحدات المختلفة.

الإنترنت – نظام عالمي من شبكات الحاسوب المرتبطة يتيح خدمات الاتصالات المتعلقة بالبيانات مثل الاتصال من بعد، ونقل البيانات، والبريد الإلكتروني، ولوحات الإعلانات، ومنظمات الأنباء. والإنترنت أيضاً هي الأساس للشبكة العالمية (WWW).

بايتة – مجموعة من ثمانية أرقام أو بتات ثنائية يمكن للبرامج الحاسوبية أن تعالجها كوحدة. ويتكون الكيلوبايت من نحو ألف بايت، والميجابايت من مليون بايت، والجيجابايت من بليون بايت.

بتات في الثانية (BPS) – مقياس لسرعة النقل في شبكات الاتصالات الرقمية.

بتة – رقم ثنائي يمكن أن تكون قيمته صفر أو واحد.

بروتوكول – مجموعة من المصطلحات التي تقرر معالجة البيانات وتبادلها وصياغتها في نظام اتصالات إلكترونية. شبيه بمعيار البيانات ولكنه ينطبق على الإجراءات.

بروتوكول الإنترنت (IP) – أهم مجموعة من الرموز والمصطلحات، التي تمكن من نقل البيانات الرقمية إلى الإنترنت.

بروتوكول ضبط الإرسال (TCP) – أحد البروتوكولات التي بنيت عليها الإنترنت.

بروتوكول نقل الملفات (FTP) – مجموعة معيارية من المصطلحات لتبادل ملفات البيانات الحاسوبية في أنظمة اتصالات رقمية مثل الإنترنت.

بلاطة – مصطلح، في نظام المعلومات الجغرافية، يستخدم أحياناً للإشارة إلى صفحات الخرائط الرقمية الملاصقة المخزنة في ملفات منفصلة. ويمكن أن تكون البلاطات بشكل منتظم (مثل المربع أو المستطيل) أو يمكن أن تتبع الحدود غير المنتظمة كحدود المقاطعات أو الأقاليم. ويتيح تخزين كل البلاطات في نفس نظام الإسناد الجغرافي الضم المؤقت أو الدائم للبلاطات الملاصقة.

بنية أساسية – نظام أشغال عامة في بلد، أو ولاية، أو منطقة، يشمل الطرق، وخطوط المرافق، والمباني العامة.

بوست سكريبت – لغة وصف صفحة مرنة شديدة الوضوح تستخدم في معظم الحالات لإرسال معلومات بيانية مثل الخرائط التي ينتجها نظام المعلومات الجغرافية إلى الطابعات. وتشمل صيغة بوست سكريبت المغلفة (EPS) تمثيلاً صغيراً من خريطة بتات للرسم البياني لإلقاء نظرات عامة تمهيدية.

بيانات إطارية (أو بيانات قاعدية) – في سياق نشاطات نظام المعلومات الجغرافية الوطني، مجموعة من الأفكار الرئيسية أو

البيانات القاعدية الجغرافية ذات الأغراض العامة، مثل الحدود الإدارية، أو الارتفاع، أو البنية الأساسية للنقل. وتستهدف البنية الأساسية أو مبادرات البيانات المكانية الوطنية تنسيق إعداد وتوحيد مجموعات بيانات أنظمة المعلومات الجغرافية الخاصة بالبيانات الإطارية في البلد.

بيانات متجهات — نموذج بيانات نظام معلومات جغرافية يمثل فيه موقع وشكل الأجسام بالنقط، والخطوط، والمساحات التي تتكون أساساً من الإحداثيين سين وصاد.

بيانات مكانية — معلومات عن الموقع والأبعاد والشكل والعلاقات بين المعالم الجغرافية. وفي نظام المعلومات الجغرافية، تصنف البيانات المكانية تقنياً كنقط، وخطوط، ومساحات، وشبكات خطوط مسح.

بيانات واصفة للبيانات — بيانات حول البيانات. جمع للمعلومات التي تصف مضمون مجموعة بيانات، ونوعيتها، وحالتها، وصيغتها، وترتيبها وأي خاصية أخرى ذات صلة بمجموعة البيانات هذه.

تبهيت — وظيفة لنظام المعلومات الجغرافية تحذف الحدود بين المضلعات المتلاصقة التي لها نفس القيمة بالنسبة لخاصية معيّنة. مثلاً، يمكن تبهيت مضلعات مناطق العد استناداً إلى رمز وحدات الإشراف عليها لإنشاء خرائط إشرافية.

تحديد مضبوط — القدرة على التمييز بين الاختلافات الصغيرة في القياس. ويتقرر التحديد المضبوط للإحداثيات في نظام المعلومات الجغرافية حسب نوع البيانات المستخدم لتخزين الإحداثيين سين وصاد (عادة تحديد مضبوط مزدوج، أو ١٦ بايتة لكل رقم).

تحليل شبكي — إجراءات لتحليل العلاقات بين النقط أو العناوين على مجموعة من الخطوط في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية قد يمثل، مثلاً، شبكة طرق. ويستخدم التحليل الشبكي لاتخاذ القرارات حول المواقع وتحديد المسار مثلما يحدث في إدارة خدمات الطوارئ.

تحليل مكاني — مجموعة التقنيات التي تستخدم لاستخراج معلومات مفيدة من بيانات مسندة جغرافياً. ويشمل التحليل المكاني دمج مجموعات البيانات الجغرافية، والطرق الكمية والكيفية لتقييم البيانات، فضلاً عن النمذجة، والتفسير، والتنبؤ. وفي نظام المعلومات الجغرافية، يشير التحليل المكاني غالباً إلى طرق دمج بيانات نظام المعلومات الجغرافية مثل تراكب المضلعات أو تحليل الأحياء. ويشمل مثلاً، بمفهوم أوسع، نماذج العمليات المكانية (مثل دينامية الهجرة) والإحصائيات المكانية (مثل نماذج التراجع الخاصة بالترتيبات والعلاقات المكانية بين المرصودات).

تحويل إلى شكل رقمي — عملية ترجمة معلومات المعالم الجغرافية على الخرائط الورقية المطبوعة إلى إحداثيات رقمية. ويشير التحويل الرقمي عادة إلى العملية اليدوية لاستشفاف الخطوط على خريطة ورقية مرفقة بجدول تحويل رقمي بمؤشر أشبه بالفأر يحصر الإحداثيات ويخزنها في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية.

تحويل البيانات — نقل البيانات من صيغة إلى أخرى. ويشير تحويل البيانات عادة إلى ترجمة معلومات الخرائط الورقية المطبوعة إلى شكل رقمي. وبمعنى أوسع، يشمل تحويل البيانات الجغرافية أيضاً نقل المعلومات الرقمية من صيغة ملف نظام المعلومات الجغرافية إلى آخر.

تحويل رقمي بدون جدول التحويل — تقنية للتحويل الرقمي لا تستخدم جدول التحويل إلى شكل رقمي. وبدلاً من ذلك، تستشف المعالم باستخدام الفأر على الشاشة إمّا من صورة مستنسخة بالماسحات الضوئية معروضة في الخلفية وإمّا بمتابعة المعالم المرسومة على واسطة شفافة (مثل المايلر) ترفق بشاشة حاسوب.

تراكب المضلعات — عملية نظام معلومات جغرافية تضم فيها طبقات بيانات مضلعين لخلق طبقة بيانات جديدة. وتتألف الطبقة المخرجة من مناطق التقاطع بين مجموعتي المضلعين المدخلة على السواء. ويحتوي جدول خصائص طبقة البيانات الجديدة على خصائص من مجموعتي البيانات المدخلة. وتراكب المضلعات يعد إحدى العمليات الأساسية لنظام المعلومات الجغرافية التي غالباً ما تستخدم لدمج المعلومات من مصادر متغيرة الخواص مثل البيانات الديمغرافية والبيئية.

ترميز جغرافي — (أ) وظيفة لنظام المعلومات الجغرافية تحدد موقع نقطة استناداً إلى عنوان. انظر أيضاً: مواءمة العناوين؛ (ب) عملية تخصيص رموز جغرافية إلى المعالم في قاعدة بيانات رقمية.

ترميز مستند إلى طول التشغيل — تقنية ضغط بيانات خطوط المسح، أو الشبكة أو الصور. فبدلاً من تخزين كل قيمة لخلايا الملاصقة التي لها نفس القيمة، يخزن النظام القيمة وعدد مرات تكرارها. وسيكون الضغط كبيراً عند تخزين الأجسام المتفردة في نظام المعلومات الجغرافية قائم على خطوط المسح.

تسجيل — عملية مواءمة المعالم في خريطتين أو طبقات بيانات نظام المعلومات الجغرافية حتى تتماكن الأجسام المقابلة. ويبنى التسجيل على سلسلة من نقط الضبط الأرضية ويرتبط بالتحويل وتغيير شكل الصفحة.

تسلسل هرمي جغرافي — في سياق رسم خرائط التعداد، نظام من وحدات مناطقية متداخلة عادة مصمم للأغراض الإدارية وجمع البيانات. فمثلاً يُقسَّم البلد إلى أقاليم، والتي تُقسَّم إلى مقاطعات

وهلم جراً إلى أدنى مستوى، قد يكون منطقة العد. انظر أيضاً: جغرافيا التعداد.

تصحيح – عملية تحول فيها صورة أو شبكة من إحداثيات صورة إلى إحداثيات العالم الحقيقي. وتشمل هذه العملية عادة تدوير وضبط حجم خلايا الشبكة، وبالتالي تتطلب إعادة أخذ عيّنة أو استقراءً داخلياً مساحياً لقيم الشبكة. تشبه تحويل بيانات المتجهات.

تصميم بمساعدة الحاسوب/تصميم ورسم بياني بمساعدة الحاسوب (CAD/CADD) – برنامج كمبيوتري يوفر أدوات للرسم والتصميم، وبصفة محددة في التطبيقات الهندسية والمعمارية. وتستخدم أنظمة CAD نظاماً للإحداثيات الجغرافية ولهذا فهي مماثلة لنظام المعلومات الجغرافية.

تصنيف – تخصيص أجسام في مجموعات تتشارك في نفس الخصائص أو لها خصائص مماثلة. وفي علم الخرائط، هي عملية تخصيص رموز لمعالم خريطة تماثل أو لها قيم متماثلة. ويستخدم التصنيف لتبسيط الخريطة من أجل تحسين نقل رسالة راسم الخرائط.

تصوير من الجو – تقنيات لالتقاط الصور من منصة جوية، عادة تكون طائرة تطير على ارتفاع منخفض. ويسمى أحياناً أيضاً التصوير الرأسي أو التصوير الفوتوغرافي العمودي. وتستخدم الصور الملتقطة من الجو لرسم الخرائط الفوتوجرامترية التي تتيح مستوى عال من الدقة.

تعميم خرائطي – عملية تجريد معالم العالم الحقيقي عن طريق إنقاص التفاصيل للتمثيل على خريطة. وتشمل الاختيار، والتصنيف، والتبسيط، والترميز.

تغطية – في نظام المعلومات الجغرافية، يشير مصطلح تغطية أحياناً إلى مجموعة بيانات متجهات لنظام المعلومات الجغرافية تحتوي على معالم جغرافية تخص موضوعاً واحداً مثل وحدات التعداد أو الطرق.

تغيير شكل الصفحة – إجراء يتم فيه تعديل شكل وموقع الأجسام في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية. ويستخدم تغيير شكل الصفحة غالباً لجلب مجموعة بيانات نظام المعلومات الجغرافية في نظام إحداثيات غير معروف إلى نظام معروف. ويتم تحديد التعديلات بتحديد عدد كبير من الروابط من مواقع في مجموعة بيانات المدخلات إلى إسنادها المقابل الصحيح أو نقط الضبط في نظام إحداثيات المخرجات.

تغيير مظهر البيانات – تحويل البيانات المكانية الرقمية من نظام إحداثيات إلى آخر عن طريق الترجمة، والتدوير، وضبط الحجم. ويستخدم التحويل لتحويل بيانات الخرائط الرقمية المحوّلة إلى أشكال رقمية من وحدات مرقامية (مثل السنتيمترات أو البوصات) إلى وحدات العالم الحقيقي المقابلة لمسقط الخريطة المرجعية ونظام الإحداثيات (مثل الأمتار أو الأقدام). انظر أيضاً: الإسناد الجغرافي.

تفاعل مكاني – الاعتماد المتبادل بين الكيانات الجغرافية. وغالباً ما يشير إلى تدفق السلع، أو الخدمات، أو المعلومات، أو الناس بين المواقع الجغرافية. وتحليل التفاعل المكاني هام في دراسة الهجرة البشرية.

تقاطع – وظيفة لنظام المعلومات الجغرافية تستخدم للدمج الطبولوجي أو الجمع بين طبقتين من البيانات المكانية حتى تتم المحافظة على تلك المعالم الموجودة في المنطقة المشتركة بينهما على السواء.

تكوين الخرائط – ترتيب عناصر الخرائط لخلق منتج خرائطي جذاب الرؤية ويمثل بصورة صحيحة الظواهر الممثلة.

تلاصق – إذا تجاور أو تلاصق اثنان أو أكثر من المعالم.

تماكن جغرافي – عندما يتشارك معلمان جغرافيان أو أكثر في نفس الموقع أو الحدود. مثلاً، قد تكون بعض وحدات الإبلاغ أو الوحدات الإحصائية وحدات إدارية أيضاً.

تمرير متعدد – الخطأ الذي يحدث في قراءات نظام المعلومات الجغرافية نتيجة انعكاس وتناثر إشارات نظام المعلومات الجغرافية على الهياكل المجاورة مثل المنازل أو الأشجار. ويمثل خطأ التمرير المتعدد مشكلة في معظم الأحوال في الدراسات الاستقصائية التي تتطلب تحديداً مضبوطاً عالي المستوى.

توحيد البيانات – عملية التوصل إلى اتفاق حول التعريفات المشتركة للبيانات، والصيغ، والتمثيل، وهياكل طبقات البيانات وعناصرها.

توحيد المعايير – إجراء يتعلق بالمفاهيم في تصميم قواعد البيانات يزيل التكرار في قاعدة البيانات المعقدة بإنشاء تبعيات وعلاقات بين كيانات قاعدة البيانات. ويخفض التطبيع من متطلبات التخزين ويتجنب حالات عدم اتساق قاعدة البيانات.

ثنائي – مكون من أو يشير إلى اثنين، كما هو الحال في متغيرين ثنائيين (مثل نعم/لا). وهو أيضاً شكل من الترميز الحاسوبي يُبنى على أساس جوانب منفردة من المعلومات تسمى بتات يمكن أن تكون لها قيمتان – أي صفر وواحد.

جافا – لغة برمجة تتيح تصميم برامج حاسوبية يمكن تشغيلها على منصات متعددة (أي أنظمة تشغيل). ويمكن إرسال برامج جافا، التي تسمى "Applets"، أو تسترجع عبر الإنترنت للتنفيذ على حاسوب بعيد.

جدول – في أنظمة إدارة قواعد البيانات، هو مجموعة عناصر البيانات المرتبة في صفوف (سجلات أو حالات) وأعمدة

(حقول أو بنود). ويكون عدد الأعمدة عادة ثابتاً بتحديد هيكل الجدول، في حين أن عدد الصفوف مرن.

جدول التحويل إلى شكل رقمي — وحدة خارجية ملحقة بالحاسوب تستخدم لحصر بيانات الإحداثيات من خرائط ورقية مطبوعة أو مواد خرائطية مماثلة. ويسمى أيضاً المرقام.

جدول جاهز — في علم رسم الخرائط، هو تصميم موحد لعناصر خريطة خارجية معاونة (حدود، خطوط منمقة، سهام تحديد الشمال) يمكن استخدامه لسلسلة خرائط موحدة. وهو في أنظمة إدارة قواعد البيانات جدول خال وضع لأغراض متعددة، حددت فيه فقط الحقول أو البنود.

جزء المستعمل — ذلك الجزء من النظام العالمي لتحديد المواقع الذي يشمل كل أنواع أجهزة استقبال إشارات النظام العالمي لتحديد المواقع.

جزء من الفضاء — ذلك الجزء من النظام العالمي لتحديد المواقع الذي يوجد في الفضاء، أي ٢٤ ساتلاً للنظام العالمي لتحديد المواقع.

جسم جغرافي — معلم أو ظاهرة جغرافية يحددها المستعمل ويمكن تمثيلها في قاعدة بيانات جغرافية. وتشمل الأمثلة الشوارع، وقطع الأراضي، والآبار، والبحيرات.

جمع الخرائط — عملية تجميع، وتقييم وتفسير القياسات والمواد الخرائطية من أجل إنتاج خريطة جديدة.

حاسوب خدمة الشبكة — حاسوب جُهّز لتوفير خدمات معيّنة لحواسيب أخرى (عملاء)، مثلاً، حاسوب خدمة الشبكة في الشبكة العالمية هو مستودع مركزي للبيانات أو البرامج الحاسوبية أو المحتوى للشبكة العالمية.

حاشية — نص يستخدم لوصف المعالم على خريطة. ويمكن تخزين الحواشي في نظام المعلومات الجغرافية ورسمها على الخرائط للعرض أو الطباعة. وعلى النقيض من معلومات النص في جدول خصائص، تستخدم الحواشي فقط للعرض الخرائطي وليس للتحليل.

حد — خط يحدد مدى وحدة مساحية أو المواقع التي تلتقي فيها منطقتان. ويمثل الحد في نظام المعلومات الجغرافية كمعلم خطي، قد يحدد جانب مضلع. وقد يكون أو لا يكون الحد مرئياً على الأرض؛ أي أنه يمكن أن يتبع معالم العالم الحقيقي مثل الطرق والأنهار، أو يمكن تحديده فقط بإحداثيات جغرافية.

حدة الوضوح — قياس لأصغر التفاصيل التي يمكن تمييزها على خريطة أو في قاعدة بيانات رقمية. وتقرر حدة الوضوح مدى الدقة التي يمكن بها تمثيل موقع معلم على الخريطة وشكله بدقة بمقياس الرسم الخرائطي المحدد. وفي نظام المعلومات الجغرافية القائم على خطوط المسح وبيانات الصور جرت العادة استخدام حدة الوضوح أحياناً للإشارة إلى الخلية أو النقطة الضوئية.

حزمة — طبقة من صورة متعددة الطيف التقطت عن طريق الاستشعار من بعد وتبيّن الإشارات مقاسة في نطاق محدد من الطيف الكهرومغناطيسي. انظر أيضاً: صورة متعددة الطيف.

حصر البيانات — تحويل بيانات الإحداثيات الجغرافية من مصادر مطبوعة أو عن طريق قياسات ميدانية إلى صيغة يقرؤها الحاسوب. ويشمل حصر البيانات عادة عملية التحويل الرقمي أو الاستنساخ بالماسحات الضوئية للخرائط الورقية المطبوعة أو الصور الملتقطة من الجو.

حقل — عمود في جدول قاعدة بيانات.

حقيقة أرضية — معلومات تجمع في دراسة ميدانية استقصائية للتحقق من صحة وقياس معلومات مستخرجة من بيانات جمعت بالاستشعار من بعد.

خاصية — صفة معلم جغرافي. مثلاً، حقل عددي أو نصي مخزن في جدول قاعدة بيانات علاقاتية يمكن ربطه بأجسام جغرافية في نظام المعلومات الجغرافية. ويمكن أن تكون خصائص منطقة عد، مثلاً، محددها المتفرد، والمساحة بالكيلومترات المربعة، وإجمالي السكان، وعدد الأسر المعيشية. ويجري التفريق أحياناً بين الخصائص الجغرافية والخصائص العامة. فالخصائص الجغرافية تخزن في جدول بيانات يرتبط ارتباطاً وثيقاً بملفات الإحداثيات الجغرافية ويحتوي على حقول مثل المحددات الداخلية، ورموز المعالم، والمساحة. وتخزن الخصائص العامة عادة في جداول بيانات منفصلة يمكن ربطها بجدول الخصائص الجغرافية.

خريطة — تمثيل لجزء من سطح الأرض يرسم على سطح مسطح (مثل ورق أو شاشة عرض حاسوبية).

خريطة بلانيمترية — خريطة تبيّن فقط، بخلاف الخريطة الطبوغرافية، مواقع المعالم، ولكن لا تبيّن ارتفاعها. وقد تبيّن الخريطة البلانيمترية نفس المعالم كخريطة طبوغرافية، باستثناء كونتورات الأرض أو الارتفاعات، ولكنها تظهر عادة فقط معالم منتقاة اختيرت لأغراض محددة.

خريطة بيانية — خريطة ترسم بتدريج وحدات الإبلاغ حسب قيمة المتغير المسجل لها. وتسمى أيضاً رسم الخرائط القيمة حسب المساحة.

خريطة تخطيطية — انظر: خريطة كروكية.

خريطة تدفق — خريطة تظهر عليها التحركات، مثلاً تحركات السلع والأشخاص على مسار طولي.

خريطة طبوغرافية — خريطة تشمل في معظمها معالم العالم الحقيقي، بما في ذلك كونتورات الارتفاع، والأنهار، والطرق، والمستوطنات،

والمعالم البارزة. وعادة ما تكون صفحات الخرائط المعيارية التي ترسمها الوكالات الوطنية لرسم الخرائط خرائط طبوغرافية.

خريطة قاعدية – خريطة تبيّن المعالم الجغرافية الأساسية ويمكن استخدامها للإسناد المواقعي. ومعالم العينة هي الطرق، والحدود الإدارية، والمستوطنات. وتستخدم الخرائط القاعدية لجمع بيانات جغرافية جديدة أو للإسناد في عرض معلومات الخرائط المواضيعية.

خريطة القيم المتناسبة – خريطة إحصائية تخصص فيها أولاً القيم التي تسجل لوحدات الإبلاغ لعدد من المدى الفئوي أو الفئات المتفردة. ويتم تظليل وحدات الإبلاغ بعد ذلك باستخدام الرموز (الألوان أو الأنماط) المختارة لكل فئة.

خريطة كروكية – خريطة (ترسم باليد غالباً) تبيّن المعالم الرئيسية لمنطقة معيّنة، ولكنها قد لا تتصف بمستوى عال من الدقة الموقعية وبالتالي لا تمثل بصورة صحيحة مسافات وأبعاد الأجسام. غير أن الخريطة الكروكية قد يتوفر لها مستوى عال من الدقة المنطقية، بمعنى تمثيل العلاقات بين الأجسام بصورة صحيحة. وتسمى أيضاً الخريطة التخطيطية أو خريطة الرسم التمهيدي (كرتون).

خريطة مرجعية – في سياق رسم خرائط التعداد، هي منتج خرائطي (مطبوع أو رقمي) يعرض بعض أجزاء من الإطار الجغرافي للتعداد، مثل وحدة جمع البيانات أو توزيع الإحصائيات.

خريطة مواضيعية – خريطة تمثل مفهوماً أو موضوعاً معيّناً. ويمكن أن تبيّن الخريطة المواضيعية معلومات كمية أو نوعية.

خريطة النقط – خريطة تمثل فيها الكميات أو الكثافات بالنقط. وتمثل كل نقطة عادة عدداً محدداً من الأجسام المتفردة مثل الناس أو الماشية. ويمكن وضع النقط عشوائياً في وحدات الإبلاغ، أو يمكن وضعها لتعكس التوزيع الحقيقي الأساسي للمتغير.

خط – جسم من بعد واحد. نوع من البيانات الجغرافية يتألف من سلسلة من إحداثيات سين وصاد، يسمى فيه أول وآخر إحداثي ''نقط وصل'' وتسمى الإحداثيات الوسطى ''السمت''. ويشار إليه أحياناً كقوس أو سلسلة. ويسمى ذلك الجزء من الخط الواقع بين تقاطعين مع خطوط أخرى ''جزء من خط أو قوس''.

خط الإستواء – في علم الخرائط، خط العرض الإسنادي، أي خط العرض صفر° شمالاً وجنوباً.

خط التساوي – خطوط على ما يسمى بالخريطة ''الأيزارذمية'' التي تربط نقطاً ذات قيم ثابتة. وأفضل مثال معروف لها هو ''أيزوهيبس'' الذي يظهر خطوطاً من ارتفاعات متساوية (تسمى أيضاً خريطة كونتورات الارتفاعات).

خط طول – إحداثي ''سين'' في نظام للإحداثيات القطبية على كرة. ويقاس كمسافة زاوية بالدرجات شرق أو غرب خط طول غرينيتش.

خط الطول الأوسط – خط الطول الذي يحدد أصل إحداثي سين لإسقاط خرائطي.

خط العرض – إحداثي ''صاد'' في نظام للإحداثيات القطبية على كرة. ويقاس بالمسافة الزاوية بالدرجات شمال أو جنوب خط الإستواء. ويسمى أيضاً ''دائرة العرض''.

خط العرض المعياري – خط العرض الذي يحدد أصل الإحداثي صاد لمسقط خرائطي.

خط غير متصل – في التحويل إلى شكل رقمي، هو الخط الذي لم يمدد حتى النقطة التي يجب أن يتصل عندها بخط آخر.

خطوط في مضلعات – عملية نظام المعلومات الجغرافية تضم فيها المعالم الخطية إلى معالم المضلعات لتحديد أي الخطوط يقع في أي المضلعات. وباستخدام هذه العملية يمكن إضافة خصائص المضلعات لكل تسجيل مقابل في جدول خصائص الخطوط (مثل المقاطعة التي يقع فيها الطريق)، أو يمكن تلخيص خصائص الخطوط لكل مضلع مقابل (مثل إجمالي طول الطرق في مقاطعة).

خطوط المسح – نموذج بيانات جغرافية يمثل المعلومات كمجموعة منتظمة من الصفوف والمدة، يشبه شبكة أو صورة. وعادة ما تكون خلايا خطوط المسح مربعة، ولكن هذا ليس دائماً. وتمثل معالم الخط أو المساحة كمجموعات من خلايا خطوط مسح متلاصقة بنفس القيمة.

دائرة خط الطول – خط إسنادي يحدده خط الطول المقابل، مثلاً خط طول غرينيتش، أي خط الطول المرجعي، أي صفر° شرقاً أو غرباً. ويمر خلال البلدة الإنكليزية غرينيتش، وهي ضاحية للندن.

دائرة عظمى – الدائرة التي تتشكل بتقاطع سطح مستو عبر مركز كرة. مثلاً، كل دوائر خطوط الطول وخط الإستواء دوائر عظمى. وعلى الكرة، يكون أقصر ممر بين نقطتين على امتداد الدائرة العظمى التي تمر عبر النقطتين على السواء.

دقة – الخلو من الخطأ. الدرجة التي يتفق بها مقياس أو تمثيل مع القيم الحقيقية للعالم الواقعي. ويعتبر تقرير معيار للدقة ووضع معيار للدقة بعض من الخطوات الأولى التي تتخذ في نظام المعلومات الجغرافية GIS. ويجب عدم الخلط بين الدقة والتحديد المضبوط، الذي يعكس القدرة على التفريق بين الكميات الصغيرة في القياس. فيمكن، مثلاً، قياس موقع نقطة بتحديد

مضبوط (مثل خمسة أرقام عشرية هامة) ولكن بصورة غير دقيقة (مثل انحرافها عدة أمتار عن موقعها الحقيقي في عالم الواقع).

دقة منطقية – مصطلح يستخدم للدرجة التي تمثل بها العلاقات بين المعالم الجغرافية على خريطة أو في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية بصورة صحيحة (مثل ملاصق لـ، أو متصل بـ). ويمكن أن تكون قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية دقيقة منطقياً، حتى لو كانت دقتها المواقعية محدودة.

دقة موقعية – مصطلح يستخدم لبيان الدرجة التي تسجل بها مواقع على خريطة أو في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية بصورة صحيحة فيما يتعلق بموقعها الحقيقي على سطح الكرة الأرضية. وعلى النقيض من ذلك، تتعلق الدقة المنطقية فقط بالتمثيل الصحيح للعلاقات بين المعالم الجغرافية.

دمج – في نظام المعلومات الجغرافية، عملية جمع مجموعة متسقة من البيانات المكانية من مصادر متغايرة. ويشير الدمج الرأسي إلى قدرة نظام المعومات الجغرافية على جمع طبقات البيانات المختلفة التي تسند في نفس نظام الإحداثيات.

راسم بياني – وحدة ملحقة بالحاسوب يمكنها أن ترسم ملفاً بيانياً، شبيهة بالطابعة، ولكنها عادة تستخدم لمخرجات الصيغ الأكبر.

ربطية – في نظام المعلومات الجغرافية الطبولوجية، عندما يرتبط خطان أو أكثر عند نقطة واحدة أو نقط وصل.

رسم الخرائط الآلي/إدارة المرافق (AM/FM) – تطبيقات نظام معلومات جغرافية في قطاع المرافق والأشغال العامة تركز على قضايا هندسية وتتعلق بالصيانة.

رمز – الرموز الأبجدية الرقمية المستخدمة لتحديد الأجسام الجغرافية. وتستخدم الرموز أيضاً لتحديد فئات الخصائص مثل مدى كثافة السكان، وفئات استغلال الأراضي أو الصناعات. انظر أيضاً: رمز جغرافي.

رمز جغرافي – محدد أبجدي عددي متفرد يخصص لوحدة قانونية، أو إدارية، أو إحصائية، أو وحدة إبلاغ.

رموز – في علم رسم الخرائط، هي عناصر التصميم المستخدمة لتمثيل معالم خريطة. وأنواع الرموز هي النقط، والخطوط، والمضلعات من شكل معيّن. ويشمل الترميز اختيار المتغيرات البيانية مثل الشكل، والحجم، واللون، والنمط، والبنية.

رموز مدرجة – في رسم الخرائط المواضيعية، هو استخدام الرموز (مثل الدوائر أو المربعات) لتمثيل مدى المتغير عند نقطة أو في وحدة إدارية. ويتناسب حجم الرمز مع قيمة المتغير.

الرموز القياسية الأمريكية لتبادل المعلومات (ASCII) – رمز حاسوبي وضع لتسهيل تبادل البيانات الأبجدية العددية والحروف الخاصة بين أجهزة الحاسوب وعبر أنظمة التشغيل. ويخصص لكل حرف رمز من بايتة واحدة، أي قيمة تتراوح من صفر إلى ٢٥٥.

سطح – مصطلح يستخدم غالباً لوصف خطوط مسح نظام المعلومات الجغرافية أو بيانات صور تصف ظاهرة مستمرة ومتغيرة بصورة سلسة مثل الارتفاع أو درجة الحرارة. بل إن كثافة السكان تمثل أحياناً كسطح خطوط مسح.

سعة الموجة – حجم البيانات الرقمية التي يمكن نقلها خلال وسيلة اتصالات.

سلسلة – انظر خط.

سمت – واحد من سلسلة الإحداثيين سين وصاد الذي يُحدد خطاً. ويسمى الإحداثي الأول والإحداثي الأخير للخط عادة نقطة الوصل.

شبكة – نموذج بيانات جغرافية تمثل المعلومات كمجموعة من الخلايا المربعة الموحدة. ولكل خلية شبكة قيمة عددية تشير إلى القيمة الفعلية للظاهرة الجغرافية في ذلك الموقع (مثل كثافة السكان أو درجة الحرارة) أو تشير إلى طبقة أو فئة (مثل محدد منطقة عد أو نوع التربة). انظر أيضاً خطوط المسح.

شبكة الأرضية – في علم رسم الخرائط، هي شبكة خطوط الطول والعرض المرسومة على الخريطة.

الشبكة العالمية (WWW) – استحدثها في الأصل المختبر الأوروبي لاتحاد فيزياء الجسيمات الدقيقة (CERN) في سويسرا كنظام لتوزيع الوثائق الإلكترونية المكونة من أو تشير إلى الكثير من الملفات المختلفة من صيغ متنوعة وتوجد في جميع أنحاء العالم. وتصمم الوثائق في لغة تصفح الإنترنت المعيارية (HTML) التي يمكن لوحدات تصفح الشبكة العالمية أن تفسرها على حاسوب المستعمل. ويتحدد موقع وثائق HTML بوصلات وعناوين تسمى المحددات العالمية للمصادر (URLs). وقد نمت الشبكة العالمية بسرعة وأصبحت قناة هامة لتوزيع الوثائق والبيانات. وتتيح برامج نظام المعلومات الجغرافية المتخصصة للمنظمات أن تقدم الخرائط على الشبكة العالمية. مثلاً، يمكن لمستعمل بعيد أن يصمم ويعرض خريطة مواضيعية باستخدام قواعد بيانات نظام المعلومات الجغرافية التي توجد على حاسوب خدمة الشبكة للشبكة العالمية للمنظمات التي تقوم بالتوزيع.

الشبكة العالمية لملاحة السواتل (GLONASS) – النظام الذي تشغله وزارة الدفاع في روسيا الاتحادية والمناظر للنظام الأمريكي وهو النظام العالمي لتحديد المواقع (GPS). ويشبه هذا النظام كثيراً النظام العالمي لتحديد المواقع ولكنه لا يخضع للإتاحة الانتقائية. وتجمع بعض أجهزة

الاستقبال إشارات GPS وGLONASS لتحسين دقة الإحداثيات.

شبكة المناطق المحلية (LAN) – شبكة حاسوبية تربط الأجهزة الحاسوبية عبر مسافات قصيرة نسبياً، مثلاً في نفس مبنى المكاتب.

شبكة المنطقة الواسعة (WAN) – شبكة حاسوبية تربط الحواسيب عبر مسافات كبيرة عن طريق روابط اتصالات سريعة أو سواتل.

صف – في نظام المعلومات الجغرافية، مجموعة من الخلايا أو النقط الضوئية في شبكة أو قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية قائم على خطوط المسح تتم محاذاتها أفقياً. وفي أنظمة إدارة قواعد البيانات فهو سجل أو حالة في جدول خصائص.

صورة – تمثيل لجزء من سطح الأرض. غير أن الصورة تنتج عادة باستخدام جهاز بصري أو إلكتروني للاستشعار. مثلاً، يشار عادة إلى الصور الفوتوغرافية الجوية المستنسخة أو البيانات المستشعرة من بعد كصورة. وبالنسبة لتخزين ومعالجة البيانات، تشبه الصورة كثيراً خط مسح أو شبكة.

صورة بانكروماتية – صورة التقطت بالاستشعار من بعد وتسجل في مدى عريض من الطيف الكهرومغناطيسي، وشبيهة بالصورة الأبيض والأسود.

صورة فوتوغرافية عمودية رقمية (أو "أورثوفوتو") – صورة رقمية أو صورة التقطت من الجو، عادة على درجة عالية من الوضوح، تم تصحيحها هندسياً. وتربط الصورة الفوتوغرافية العمودية، التي تسمى أيضاً الصورة العمودية، بين تفاصيل الصورة الفوتوغرافية الجوية والدقة الهندسية للخريطة الطبوغرافية.

صورة الساتل – مجموعة بيانات رقمية سجلت من ساتل يدور حول الأرض إما فوتوغرافياً أو بجهاز مسح على متن الساتل. وتشبه صورة الساتل في نظام المعلومات الجغرافية مجموعة بيانات خطوط المسح أو الشبكة.

صورة متعددة الطيف – مجموعة بيانات مستشعرة من بعد تتألف من عدد من الحزم أو الطبقات. وهذه أساساً صور منفصلة التقطت في نفس الوقت لنفس المنطقة، وتبيّن كل منها إشارة ذات مدى مختلف للطيف الكهرومغناطيسي.

صيغة بيانات – تشير عادة إلى هياكل محددة، وربما تخضع لحقوق الملكية، لمجموعة بيانات في نظام برنامج حاسوبي.

صيغة تبدل الرسوم (DXF) – صيغة للرموز القياسية الأمريكية لتبادل المعلومات ASCII لوصف رسم بياني أو رسم أعدته شركة (Autodesk, Inc. Sausalito, California). وقد صُمّم أساساً لتطبيقات CAD، كما أصبح أيضاً معياراً لتبادل معلومات نظام المعلومات الجغرافية.

صيغة ملف الصور المميزة بأشكال (TIFF) – صيغة ملف صور أو خطوط مسح معيارية يمكن أن تخزن الصور الأبيض والأسود، أو المدرجة باللون الرمادي، أو الملونة في شكل مضغوط أو غير مضغوط. وتوفر أجهزة المسح وغيرها من الأجهزة التي تخلق بيانات صور غالباً مخرجات في صيغة ملف الصور المميزة بأشكال. وفي نظام المعلومات الجغرافية، تحدد الصيغة الجغرافية لملف الصور المميزة بأشكال كملف صور TIFF معياري يصف صورة استشعرت من بعد، أو صورة رقمية التقطت بالتصوير الفوتوغرافي العمودي، أو مجموعة بيانات نظام المعلومات الجغرافية قائم على خطوط المسح. وتشمل ملف مصاحب ببعض الإضافات يحتوي على المعلومات الجغرافية المرجعية للصور، وحجم الخلية في وحدات العالم الحقيقي، وغير ذلك من المعلومات ذات الصلة.

صيغة منتجات المتجهات (VPF) – وضعت الوكالة الوطنية الأمريكية للخرائط والصور (وكالة رسم خرائط الدفاع سابقاً) صيغة نظام المعلومات الجغرافية القائم على المتجهات بهدف أن تصبح صيغة مقبولة عالمياً لتبادل بيانات المتجهات.

ضبط جيوديسي (أو ضبط) – شبكة من شواهد الضبط أو الإسناد المقاسة بتحديد مضبوط ودقة تستخدم كأساس للحصول على قياسات موقعية جديدة. تسمى أيضاً نقاط قياس مرجعية.

ضبط النوعية – الخطوات والإجراءات التي تتخذ في مشروع لإعداد قاعدة بيانات أو نظام إنتاج خرائط يضمن مطابقة البيانات المنتجة أو المخرجات لمعايير محددة تتعلق بالدقة وإمكانية الاستعمال.

ضم – في أنظمة إدارة قواعد البيانات العلاقاتية، عملية ضم القيم من جدول قاعدة بيانات إلى جدول آخر استناداً إلى ربط مفتاح أجنبي بمثله الرئيسي في الجدول الخارجي.

طبقة مواضيعية (أو طبقة) – مجموعة بيانات منفردة بنظام المعلومات الجغرافية تحتوي على معالم تخص نفس الموضوع، مثل الطرق أو المنازل. ويشير مصطلح طبقة إلى قدرة نظام المعلومات الجغرافية على القيام بمراكبة وضم الطبقات المواضيعية المختلفة التي تسند في نفس نظام الإحداثيات. وتسمى أيضاً ''تغطية''.

طبولوجيا – مصطلح، في نظام المعلومات الجغرافية، يشير إلى العلاقات المكانية بين المعالم الجغرافية (مثل النقط، والخطوط، ونقط الوصل، والمضلعات). وتخزن قاعدة البيانات المهيكلة طبولوجياً المعالم المنفردة فقط ولكنها تبيّن أيضاً كيف ترتبط تلك المعالم بمعالم أخرى من نفس فئة المعالم أو من فئة مختلفة.

فبالإضافة، مثلاً، إلى مجموعة خطوط تمثل شبكة طرق، يخزن النظام نقط الوصل التي تحدد تقاطعات الطرق، وهو ما يتيح للنظام أن يحدد المسالك على امتداد عدة أجزاء من الطرق. أو بدلاً من تخزين المضلعات كحلقات مقفلة، حيث تخزن الحدود بين المضلعات المجاورة مرتين، يخزن نظام المعلومات الجغرافية المهيكل طبولوجياً كل خط مرة واحدة فقط إلى جانب معلومات عن أي المضلعات يقع إلى اليسار وأيها يقع إلى يمين الخط. ويتجنب هذا التكرار ويسهل تطبيق الكثير من وظائف نظام المعلومات الجغرافية والتحليل المكاني.

ظواهر جغرافية مستمرة — متغيرات جغرافية تتباين بدون فواصل أو تقطع يمكن تمييزه بوضوح، مثل درجة الحرارة أو الضغط الجوي مقابل الظاهرة الجغرافية المتفردة.

عازل — منطقة ذات مسافة محددة حول معلم جغرافي (نقاط، أو خطوط، أو مضلعات). وتمثل العمليات العازلة إحدى القدرات الأساسية لنظام المعلومات الجغرافية.

علم رسم الخرائط — فن وعلم خلق تمثيل من بعدين لجزء من سطح الكرة الأرضية. وقد تكون المعالم الممثلة أشياء حقيقية (رسم الخرائط الطبوغرافية)، أو قد تمثل مفاهيم وخصائص أكثر تجريداً (الخرائط المواضيعية).

عمود — في نظام المعلومات الجغرافية، مجموعة من الخلايا أو النقط الضوئية في شبكة أو قاعدة بيانات خطوط المسح لنظام المعلومات الجغرافية التي تتم محاذاتها رأسياً. وفي أنظمة إدارة قواعد البيانات هي حقل أو بند في جدول خصائص.

عميل — حاسوب يستعمل البيانات أو برنامجاً مخزناً على حاسوب خدمة الشبكة آخر، غالباً بعيد.

عناصر خريطة — عناصر خريطة مواضيعية أو طبوغرافية مثل العنوان، ومفتاح الخريطة، ومقياس الرسم، وسهم الشمال، وشبكة الأرضية، والحدود، والخطوط المنمقة.

عنوان — رقم أو رمز يخصص لوحدة سكنية، أو نشاط تجاري، أو أي كيان آخر. وتخدم العناوين بصفة رئيسية تسليم البريد، ولكنها هامة أيضاً للأغراض الإدارية، مثلاً في أنظمة التسجيل المدني وفي القيام بالتعداد.

فصل الألوان — عملية تقسم وثيقة جغرافية إلى صفحات أو ملفات منفصلة لكل من الألوان الأربعة (الأزرق الداكن، والأحمر المزرق، والأصفر، والأسود). وفصل الألوان هو أساس معظم عمليات الطباعة الحرفية.

فكرة رئيسية — انظر: موضوع رئيسي.

فهرس مكاني — جدول أو هيكل للبحث في قاعدة بيانات جغرافية يستخدمه نظام المعلومات الجغرافية أو نظام إدارة قاعدة بيانات لتعجيل الاستفسارات، والعمليات التحليلية، وعرض المعالم المكانية.

فوتوجرامتري — فن وعلم استخراج القياسات ومعلومات أخرى من الصور. وفي سياق رسم الخرائط، هي الإجراءات الخاصة بجمع المعلومات عن معالم العالم الحقيقي من الصور الفوتوغرافية الجوية أو التي تلتقطها السواتل.

قاعدة بيانات — جمع منطقي للمعلومات المترابطة التي تدار وتخزن كوحدة، مثلاً، في نفس ملف الحاسوب. وغالباً ما يستخدم مصطلح قاعدة بيانات ومجموعة بيانات بصورة متبادلة. وتحتوي قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية على معلومات حول مواقع معالم بالعالم الحقيقي وخصائصها.

قاعدة بيانات جغرافية — جمع بيانات منطقي يتعلق بالمعالم التي ترتبط بمواقع على سطح الكرة الأرضية.

قسم الضبط — شبكة عالمية من محطات الرصد والضبط للنظام العالمي لتحديد المواقع يضمن دقة إشارات السواتل.

قطعة — وحدة مساحة منفردة أو ملكية أرض.

ساتل ثابت جغرافياً — ساتل يدور حول الأرض ويبقى في موقع ثابت فوق نقطة على سطح الأرض. يسمى أيضاً المدار المتزامن جغرافياً.

قناة — الجزء من إلكترونيات جهاز استقبال النظام العالمي لتحديد المواقع الذي يلتقط إشارة الساتل. وتستطيع أجهزة الاستقبال ذات القنوات المتعددة أن تلتقط وتعالج إشارات من عدة سواتل في وقت واحد.

قوس — انظر: خط.

قوس/ثانية — ثانية واحدة من خط عرض أو طول، أو ١/٣,٦٠٠ من الدرجة.

كارتوجرافي — انظر: علم رسم الخرائط.

كارتوجرام — انظر: خريطة بيانية.

كرة — جسم مستدير يشبه الكرة. فالأرض في أبسط تقريب لها هي كرة، ولكنها في الواقع تمثل بصورة أكثر دقة بجسم شبيه بالكرة (انظر: مجسم القطع الناقص).

كونتور — خط على خريطة يربط بين نقط متساوية الارتفاع. انظر أيضاً: خط التساوي (isoline).

كيان — ظاهرة من العالم الحقيقي من نوع معيّن. وفي أنظمة إدارة قواعد بيانات فهو مجموع الأجسام (مثل الأشخاص أو الأماكن) التي تتشارك في نفس الخصائص. ويتم تحديد الكيانات خلال التصميم المفاهيمي لقاعدة البيانات.

لغة الاستفسار المهيكلة (SQL) – في أنظمة إدارة قواعد البيانات العلاقاتية هي تركيبة معيارية تستخدم لتحديد ومعالجة واستخراج البيانات.

مجاوزة الهدف – في التحويل الرقمي، خط ممدد بما يتجاوز النقطة التي يجب عندها أن يتصل بخط آخر. ويسمى جزء الخط الزائف الناتج أحياناً ''متدل''.

مجسم القطع الناقص – في علم الخرائط، هو الشكل ذو الأبعاد الثلاثة (المجسم) المستخدم لتمثيل الكرة الأرضية. ويتميز مجسم القطع الناقص للأرض بمسافة من المركز إلى خط الإستواء (المحور شبه الصغير) أصغر من المسافة من المركز إلى القطبين (المحور شبه الرئيسي). ويسمى أيضاً شبه الكرة Spheroid.

مجموعات بيانات – جمع منطقي للقيم أو أجسام قاعدة بيانات تتعلق بموضوع واحد.

المجموعة المشتركة لخبراء التصوير الفوتوغرافي (JPEG) – صيغة ملف رسوم بيانية يستخدم بصورة رئيسية للصور الفوتوغرافية ويتيح ضغطاً كبيراً لحجم الملف.

محطة قاعدية – جهاز استقبال للنظام العالمي لتحديد المواقع GPS، يحدد موقعه بدقة وبتحديد مضبوط، ويبث و/أو يجمع معلومات تصحيحات تفاضلية لأجهزة الاستقبال المنقولة للنظام العالمي لتحديد المواقع. انظر أيضاً النظام التفاضلي العالمي لتحديد المواقع.

مخطط بياني – خريطة تصمم بصفة رئيسية للملاحة البحرية والجوية، مثل خرائط الملاحة البحرية وعلم الطيران.

مدى الخريطة – الإحداثيات في وحدات خريطة تحدد المستطيل الذي يضم كل المعالم الموجودة في عرض خريطة معيّن أو في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية؛ أي أدنى وأقصى إحداثيات سين وصاد في قاعدة بيانات رقمية أو في ذلك الجزء من قاعدة البيانات المبيّن في عرض للخريطة.

مراكبة – الجمع بين طبقتين من البيانات الموجودة في نفس نظام الإسناد الجغرافي. ويمكن تحقيق المراكبة لأغراض عرض الخرائط، أو يمكن ضم الطبقتين فيزيائياً لخلق مجموعة بيانات جديدة بنظام المعلومات الجغرافية (مثل تراكب المضلعات، والنقط داخل المضلعات، والخطوط داخل المضلعات).

مرجع إسنادي – في علم الخرائط، مجموعة من المحددات التي تحدد نظام إحداثيات. وبصورة أكثر تحديداً، فالمرجع الإسنادي هو مرجع أو أساس للقياسات أو الحسابات. مثلاً، يضع المرجع الإسنادي الخرائطي الوطني إطاراً مرجعياً للنشاطات الخرائطية في البلد.

مركز متوسط – الوسط الرياضي لمضلع. وبالنسبة للمضلعات ذات الشكل غير المنتظم، يمكن تصور المركز المتوسط على أنه ''مركز الجاذبية''.

مستودع التصفية – في سياق البنى الأساسية للبيانات المكانية الوطنية، مخزن لجمع ونشر بيانات نظام المعلومات الجغرافية والبيانات الواصفة للبيانات.

مسح جوي – مسح خرائطي عن طريق التصوير الجوي أو تكنولوجيا أخرى خاصة بالاستشعار من بعد.

مسقط الأبعاد المتساوية – مسقط خرائطي يحفظ المقياس على امتداد خط أو اثنين، أو من نقطة أو نقطتين إلى جميع النقط الأخرى على الخريطة.

مسقط خريطة – عملية رياضية لتحويل مواقع على سطح الأرض إلى نظام إحداثيات ''بلانار''. وتبعاً للصيغة الرياضية المستخدمة، يكون لمساقط الخرائط خصائص مختلفة. فبعضها يحفظ شكل المنطقة على الكرة الأرضية، فيما يحفظ بعضها الآخر المساحة النسبية، أو الزوايا، أو المسافات.

مسقط مشاكل – مسقط خرائطي تتم المحافظة فيه على كل الزوايا بصورة صحيحة عند كل نقطة.

مسقط المناطق المتساوية – مسقط خرائطي تبيّن فيه كل المناطق بتناسب صحيح مع مساحاتها في العالم الحقيقي.

مسقط ميركاتور العالمي المستعرض (UTM) – مسقط خريطة دائري يستخدم غالباً لرسم الخرائط بمقياس كبير (أي محلية).

مضلع – جسم من بعدين. معلم مساحة يمثل في خطوط مسح بنظام المعلومات الجغرافية كسلسلة تتابعية من إحداثيات سين وصاد. وتحدد هذه الإحداثيات الخطوط التي تحد المساحة؛ أي أن الإحداثي الأول والأخير للمضلع متماثلان.

معالم جغرافية متفردة – كيانات منفردة يمكن تمييزها بسهولة، مثل المنازل أو الطرق، مقابل الظاهرة الجغرافية المستمرة.

معايير – في الحساب، هي مجموعة من القواعد والمواصفات التي وضعتها سلطة لتحدد، مثلاً، متطلبات الدقة، وصيغ تبادل البيانات، وأنظمة المعدات أوالبرمجيات.

معجم البيانات – كتالوج بيانات يصف محتويات قاعدة بيانات. ويتضمن معلومات حول كل حقل في جداول الخصائص وحول صيغة هذه الجداول وتعريفاتها وهياكلها. ومعجم البيانات مكوِّن أساسي لمعلومات البيانات الواصفة للبيانات.

معجم جغرافي – قائمة بأسماء الأماكن وموقعها الجغرافي (عادة خط العرض/الطول).

معلم – جسم جغرافي يعرض على خريطة أو يخزن في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية. ويمكن أن تكون المعالم طبيعية أو من صنع الإنسان في العالم الحقيقي (نهر أو مستوطنة) أو يمكن أن تمثل مفهوماً أو يمكن أن تكون معالم محددة (مثل الحدود الإدارية).

معلومات مساحة – سجلات تصف حقوق ومصالح الماضي والحاضر والمستقبل في ملكية الأرض للأغراض القانونية والضرائبية. وتبيّن الخرائط المساحية موقع ومدى قطع الأراضي. وتستخدم الدراسات الاستقصائية المساحية في الكثير من البلدان الآن نظام المعلومات الجغرافية لتخزين هذه المعلومات. وتسمى أيضاً معلومات حقوق ملكية الأراضي.

معيار نقل البيانات المكانية (SDTS) – معيار للبيانات والبيانات الواصفة لبيانات لتبادل مجموعات بيانات نظام المعلومات الجغرافية بين منتجي البيانات ومستعمليها، وأنظمة البرمجيات وصيغ الملفات. وقد طبق أو اقترح الكثير من المعايير الوطنية والدولية.

مفتاح أجنبي – في أنظمة إدارة قواعد البيانات العلاقاتية، حقل أو بند في جدول يحتوي على قيمة تطابق الصفوف في جدول آخر. ويستخدم في ربط جدولين بتحديد العلاقة بين عنصرين في قاعدة بيانات علاقاتية. والمفتاح الأجنبي هو المفتاح الرئيسي في الجدول الآخر.

مفتاح أساسي – حقل أو أكثر في جدول خصائص يحدد بصورة متفردة حالة، أو صف، أو سجل معيّن.

مفتاح الخريطة – في علم رسم الخرائط، هو المعلومات التي تُوضّح على الخريطة أي الرموز المستخدمة للمعالم والمتغيرات التي تمثل على الخريطة. ويشمل هذا مفتاح الرموز اللازم لتفسير الخريطة، مثلاً، الألوان الظلالية ومدى القيم المقابل في خريطة لكثافة السكان.

مقياس الرسم – في علم رسم الخرائط، هو العلاقة بين المسافة على الخريطة والمسافة المقابلة على سطح الكرة الأرضية. ويبين المقياس كنسبة، مثلاً، ١: ١٠٠,٠٠٠، وتعني مثلاً أن السنتيمتر الواحد على الخريطة يعادل ١٠٠,٠٠٠ سنتيمتر على سطح الأرض. ونظراً لأن المقياس نسبة، فإن الخرائط التي ترسم بمقياس رسم صغير تبيّن منطقة كبيرة نسبياً، في حين أن الخرائط التي ترسم بمقياس كبير تبيّن منطقة صغيرة. وبصفة أكثر عمومية، يشير مقياس الرسم إلى مستوى الملاحظة أو الاستفسار، الذي قد يتفاوت بين ظواهر المقياس الصغير وظواهر المقياس الكبير.

مكاني جغرافي – مصطلح يستخدم أحياناً لوصف معلومات ذات طبيعة جغرافية أو مكانية.

ملف الإسناد الجغرافي – ملف رقمي مجدول رئيسي يحتوي على الأسماء، والرموز الجغرافية، ومن المحتمل خصائص كل الكيانات الجغرافية ذات الصلة بالتعداد وجمع بيانات الدراسات الاستقصائية.

ملف تبادل الرسوم البيانية (GIF) – صيغة ملف صور رسوم بيانية صُمّمت في البداية لإرسال الصور عبر لوحات الإعلانات الإلكترونية. وتستخدم صيغة ملف تبادل الرسوم البيانية، التي تتيح الضغط الكفء لحجم الملف، في معظم الرسوم البيانية على الصفحات الحاسوبية.

ملف حاسوبي واصف لبيانات الرسوم البيانية (CGM) – صيغة ملف معيارية لتبادل الصور أو البيانات القائمة على المتجهات.

ملف الخصائص الجغرافية – جدول قاعدة بيانات يرتبط ارتباطاً وثيقاً بأجسام مكانية مخزنة في ملف إحداثيات نظام المعلومات الجغرافية. ويحتوي ملف أو جدول الخصائص الجغرافية على معلومات محددة عن كل معلم مثل محدده، واسمه، ومساحته السطحية. وفي بعض الأنظمة، يسمى هذا الملف أيضاً جدول خصائص النقط، أو الخطوط، أو المضلعات. ويمكن ربط البيانات المخزنة في جداول خارجية من خلال عملية قاعدة بيانات علاقاتية.

ملف صور جغرافية من نوع TIFF – انظر: صيغة ملف الصور المميزة بأشكال.

منطقة – امتداد معيّن الحدود من بعدين من سطح الأرض يُمثَّل في نظام المعلومات الجغرافية كمضلع.

منطقة رباعية الزوايا – منطقة مستطيلة يحدها أزواج من خطوط الطول والعرض.

منطقة عد – عادة أصغر وحدة جغرافية يتم تجميع معلومات التعداد عنها وجمعها ونشرها. وتحدد منطقة العد بالحدود التي توصف على خريطة كروكية أو في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية. وقد تكون أو لا تكون هذه الحدود مرئية على الأرض. وتسمى أيضاً صفوف مباني التعداد أو خط التوزيع المتساوي للتعداد.

مواءمة الأطراف – تقنية تنقيح يدوي أو آلي في نظام المعلومات الجغرافية يوائم المعالم المشتركة التي حُوّلت رقمياً من صحائف خرائط متلاصقة. وقد تكون مواءمة الأطراف ضرورية، مثلاً، لربط الطرق أو حدود الوحدات الإدارية بعد ضم الخرائط التي تكون قد حُوّلت رقمياً بصورة منفصلة.

مواءمة العناوين – عملية مواءمة معلومات عامة عن الخصائص مع المواقع الجغرافية على شبكة شوارع، باستخدام عنوان الشارع. مثلاً، يمكن مواءمة سجل عناوين مجدولة مع خريطة شوارع رقمية

شاملة لإنتاج طبقة نقط بنظام المعلومات الجغرافية يبيّن موقع كل أسرة معيشية. وتسمى هذه العملية أحياناً الترميز الجغرافي.

مواد مرجعية – بيانات ومعلومات من أي نوع تستخدم لإعداد خريطة أو قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية. وقد تشمل الملاحظات الميدانية والصور الملتقطة من الجو وعلى الأرض، وصور الساتل، والرسوم التمهيدية، والخرائط والمواضيعية والطبوغرافية والهيدروغرافية والهبسوغرافية، والخرائط والرسوم الكروكية، والمعلومات المجدولة والتقارير المكتوبة التي ترتبط بالمعالم الجغرافية الطبيعية والتي من صنع الإنسان.

موضوع رئيسي – في نظام المعلومات الجغرافية، هو مجموعة الأجسام الجغرافية التي تخص عادة نفس مجموعة الموضوع (مثل الطرق أو المستوطنات) والتي تخزن في نفس قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية.

نصف قطر – المسافة من مركز دائرة إلى طرفها الخارجي.

نظام الإحداثيات – نظام الإسناد المستخدم لتحديد المواقع على خريطة أو في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية. ويحدد نظام الإحداثيات الخرائطي بمسقط خريطة، مجسم إسنادي للقطع الناقص، خط طول أوسط، خط عرض معياري واحد أو أكثر ومن المحتمل تبديل قيم إحداثيات سين وصاد.

نظام إحداثيات بلانار – نظام لتقرير الموقع الذي يتقاطع عنده مجموعتان من الخطوط المستقيمة بزوايا قائمة وتكون نقطة أصلهما تقاطع متعامد منتقى. انظر أيضاً: نظام الإحداثيات الديكارتية.

نظام الإحداثيات الديكارتية – نظام من الخطوط التي تتقاطع بزوايا قائمة في مكان من بعدين. ويوفر هذا النظام الإطار لإسناد المواقع بتحديد مضبوط كإحداثيي سين وصاد.

نظام إدارة قواعد البيانات (DBMS) – برنامج حاسوبي صُمّم لإدارة ومعالجة بيانات الجداول. ويستخدم البرنامج لإدخال، وتخزين، ومعالجة، واستعادة البيانات، والاستفسار عنها. وتستخدم معظم أنظمة المعلومات الجغرافية نظام إدارة قواعد البيانات العلاقاتية لإدارة بيانات الخصائص.

نظام إدارة قواعد البيانات العلاقاتية (RDBMS) – نظام لإدارة قواعد البيانات يتيح الضم المؤقت أو الدائم لجداول البيانات المستندة على حقل مشترك (مفتاح أساسي أجنبي). ولكل صف أو سجل أو حالة في قاعدة بيانات مجموعة ثابتة من الخصائص أو الحقول. ولكل جدول مفتاح أساسي يحدد بصورة متفردة كل سجل. وقد يحتوي الجدول أيضاً على مفتاح أجنبي، مماثل لمفتاح رئيسي في جدول خارجي. ويتحقق انضمام علاقاتي بمواءمة قيم المفتاح الأجنبي مع القيم المقابلة في المفتاح الأساسي للجدول الخارجي.

النظام التفاضلي العالمي لتحديد المواقع (DGPS) – مجموعة التقنيات المستخدمة لتحسين دقة الإحداثيات التي تحصر بنظام عالمي لتحديد المواقع وذلك عن طريق حساب الخطأ الواحد (تعويض) لجهاز استقبال ثان لنظام عالمي لتحديد المواقع (المحطة القاعدية) في موقع معيّن بتحديد مضبوط ودقة. وينطبق معامل التصحيح على الإحداثيات التي تحصرها الوحدة المتنقلة، سواء في الوقت الحقيقي أو في نمط في أعقاب المعالجة (أي باستخدام قاعدة بيانات معلومات تصحيح مسندة زمنياً). وفي بعض أنحاء العالم، تذاع معلومات التصحيح التفاضلي بصفة مستمرة من مجموعة من المحطات القاعدية الدائمة.

النظام الطبولوجي المتكامل للترميز والإسناد الجغرافيين (TIGER) – صيغة بيانات وضعها مكتب التعداد في الولايات المتحدة لدعم برامج التعداد ودراساته الاستقصائية. وملفات TIGER هي مجموعات بيانات نظام المعلومات الجغرافية في صيغة داخلية تحتوي على مدى عناوين الشوارع على امتداد خطوط شبكة طرق، ومسالك التعداد، وحدود صفوف المباني الخاصة بالتعداد. ونظام TIGER من أوائل الجهود الخاصة بإنشاء قاعدة بيانات نظام معلومات جغرافية رقمية كاملة للتعداد خاصة ببلد.

النظام العالمي لتحديد المواقع (GPS) – نظام من ٢٤ ساتلاً يدور حول الأرض وتبث إشارات يمكن استخدامها لتحديد الموقع الجغرافي المضبوط على سطح الكرة الأرضية. ويستخدم النظام العالمي لتحديد المواقع بصورة موسعة في رسم الخرائط في الميدان، والدراسات الاستقصائية، والملاحة. وتشغل وزارة الدفاع في الولايات المتحدة النظام العالمي لتحديد المواقع. انظر أيضاً: النظام العالمي التفاضلي لـ GPS وGLONASS.

نظام المعلومات الأرضية (LIS) – مصطلح يستخدم أحياناً لتطبيقات نظام المعلومات الجغرافية التي تحتوي على معلومات حول منطقة معيّنة، بما في ذلك المعلومات المساحية، ومعلومات استغلال الأراضي، والغطاء الأرضي، الخ.

نظام المعلومات الجغرافية (GIS) – مجموعة من المعدات والبرامج الحاسوبية والبيانات الجغرافية والأفراد يتم تجميعها لحصر، وتخزين، واستعادة، وتحديث، ومعالجة، وتحليل، وعرض المعلومات المسندة جغرافياً.

نظير السمت – في التصوير الجوي والاستشعار من بعد، هو النقطة على سطح الكرة الأرضية التي تقع مباشرة أسفل كاميرا أو جهاز استشعار.

نقطة – جسم أبعاده صفر. ويُستخدم الإحداثيان سين وصاد في قاعدة البيانات الجغرافية الرقمية لتمثيل المعالم التي تبلغ من الصغر

درجة لا تتيح بيانها كخطوط أو مضلعات. مثلاً، تبيّن المنازل، أو الآبار، أو المباني غالباً كنقط.

نقطة الضبط – نقطة على خريطة أو صورة جوية أو في قاعدة بيانات رقمية معروف إحداثياها سين وصاد وربما الارتفاع. وتستخدم لتسجيل معالم الخرائط جغرافياً.

نقطة ضوئية – من عناصر الصورة. شبيهة بخلية في صورة، أو شبكة، أو خريطة خطوط المسح.

نقطة في مضلع – عملية نظام معلومات جغرافية تضم فيها المعالم الممثلة بنقط إلى المضلعات لتحديد أي النقط تقع في أي مضلع. وباستخدام هذه العملية، يمكن إضافة خصائص المضلعات إلى كل تسجيل مقابل في جدول خصائص النقط (مثل المعلومات الخاصة بمناطق الخدمات الصحية لنقط عيّنة في دراسة استقصائية) أو يمكن تلخيص خصائص النقط لكل مضلع مقابل (مثل عدد المستشفيات في كل مقاطعة).

نقطة وصل – نقطة البدء أو النهاية لمعلم خطي، أو النقطة التي يتصل عندها خطان أو أكثر.

نموذج الأرضي الرقمي (DTM) – انظر النموذج الرقمي للارتفاعات (DEM).

نموذج الألوان – إجراء يتخذ لتمثيل الألوان عددياً في حاسوب. مثلاً، تمثل الألوان في نموذج الأحمر والأخضر والأزرق RGB كمستويات عددية من الأحمر والأخضر والأزرق. فالأحمر النقي، مثلاً، يحدد بعدد ٢٥٥,٠,٠. والأمثلة الأخرى على نموذج الألوان هي درجة التشبع بالفتحان بقيم ''هيو'' (HLS)، ونموذج الأزرق الداكن والأحمر المزرق والأصفر CMY.

نموذج بيانات – تصميم مفاهيم للمستعمل خاصة بمجموعة بيانات تصف كيانات قاعدة البيانات وعلاقاتها ببعضها البعض.

النموذج الرقمي للارتفاعات (DEM) – تمثيل رقمي لمعلومات الارتفاعات لجزء من سطح الكرة الأرضية. وعادة ما يكون النموذج الرقمي للارتفاعات مجموعة بيانات بخطوط المسح تخزن بها قيم الارتفاعات لخلايا في شبكة دقيقة، ولكن يمكن استخدام صيغ المتجهات أيضاً لتخزين الارتفاع. ويسمى النموذج الرقمي للارتفاعات أحياناً النموذج الأرضي للارتفاعات DTM.

نموذج علاقات الكيانات – نموذج بيانات يحدد الكيانات والعلاقات بينها، مثلاً، العلاقات بين مناطق العد والمناطق الإشرافية.

نوع البيانات – الخاصية الميدانية للأعمدة في جدول خصائص، مثلاً، الرمز، وعلامة كسر عائمة، وعدد صحيح.

هبسوغرافيا – معالم تتعلق بالتضاريس أو ارتفاع الأرض.

هندسة الإحداثيات (COGO) – مصطلح يستخدمه رجال المساحة الأرضية للتعامل مع القياسات المحددة تحديداً مضبوطاً للمواقع.

هيدروغرافيا – معالم تتعلق بمياه سطحية مثل البحيرات، والأنهار، والقنوات.

هيكل بيانات – تطبيق نموذج بيانات يتألف من هياكل ملفات يستخدم لتمثيل معالم متنوعة.

هيكل البيانات المكانية – انظر البيانات الإطارية.

وحدات خرائطية – وحدات القياس التي تخزن فيها الإحداثيات في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية؛ على سبيل المثال، سنتيمترات، أو أمتار، أو درجات، أو دقائق، أو ثوان.

وحدة إدارية – منطقة جغرافية تؤدي وظائف إدارية وحكومية. وعادة ما تحدد وتنشأ بإجراء قانوني.

وحدة الدنيا لرسم الخرائط – بصفة عامة، حجم أصغر معلم ستشمله الخريطة. وكذلك بأي مقياس معيّن للرسم، هو الحجم أو البعد الذي يمثل به معلم مضلعات صغير مضغوط كنقطة أو معلم مضلع طويل وضيق يبين كخط.مثلاً، تبيّن البلدة كمضلع إذا كان حجمها أكبر من ٣ ملليمترات على صفحة، ولكن كنقطة، إذا كان حجمها أصغر من ذلك.

وحدة حكومية – انظر وحدة إدارية.

وحدة كمية – طريقة للتصنيف الإحصائي أو الخرائطي تخصص عدداً متساوياً من الأجسام في عدد ثابت من الفئات. وتسمى الأنظمة من أربع فئات الربيعات، ومن خمس فئات الخميسات، ومن عشر فئات المئويات. فتحتوي أول مجموعة من أربع ربيعات من توزيع للبيانات على ٢٥ في المائة من المرصودات ذات أقل القيم.

وحدة مساحية – منطقة طبيعية أو اصطناعية تستخدم غالباً لجمع البيانات الإجمالية وإبلاغها. وتشمل الأمثلة مناطق الغطاء البري ومناطق العد.

يمكن الاطلاع على قوائم بالمصطلحات ومعانيها ومعاجم إضافية في (Padmanabhan and others, 1992)، و(ASCE, 1994)، و(MacDonnel and Kemp, 1995)، و(Dent, 1999). وتشمل المصادر على الإنترنت:

Canada Centre for Remote Sensing	www.ccrs.nrcan.gc.ca/ccrs/eduref/ref/glosndxe.html
Geographer's Craft Project (University of Texas)	www.utexas.edu/depts/grg/gcraft/gloss/glossary.html
GPS World Magazine	www.gpsworld.com/resources/glossary.html
Perry – Castañeda Library, University of Texas	www.lib.utexas.edu/Libs/PCL/Map_collection/glossary.html
United States Bureau of the Census	www.census.gov/dmd/www/glossary.html
United States Geological Survey	edcwww.cr.usgs.gov/glis/hyper/glossary/index

المرفق سابعاً – عناوين مفيدة، ومحددات عالمية للمصادر

برامج نظام المعلومات الجغرافية

Autodesk Inc.	San Rafael,Calif., CA	AutoCad	www.autodesk.com
Bentley Systems Inc.	Huntsville, AL	MicroStation	www.bentley.com
ESRI. Inc.	Redlands, CA	ArcInfo, ArcView, ArcExplorer, Atlas GIS	www.esri.com
Intergraph	Huntsville, AL	GeoMedia	www.intergraph.com
MapInfo Corp.	Troy, NY	MapInfo GIS	
Microsoft Corp.	Redmond, WA	MapPoint	www.microsoft.com
Oracle Corp.	Redwood Shores, CA	Oracle Spatial	www.oracle.com
UNSD Software Project	New York, NY	PopMap	www.un.org/Depts/unsd/softproj/Index.htm
Siemens	Munich, Germany	SICAD Spatial Desktop	www.siemens.com
Smallworld Systems Inc.	Englewwod, CO		
PCI Geomatics Group	Richmond Hill, Ontaria, Canada	SPANS and PAMAP	www.pci.on.ca
ThinkSpace Inc.	London, Ontario, Canada	MFWorks	www.thinkspace.com
Vision* Solutions	Ottawa, Ontario, Canada	Vision*	

برمجيات متخصصة

Blue Marble Geographics	Gardiner, ME	أدوات لإدارة الإحداثيات واستحداث نظام المعلومات الجغرافية	www.bluemarblegeo.com
Caliper Corp.	Newton MA	Maptitude, GIS+, TransCAD	www.caliper.com
Core Software Technology	Pasadena, CA	TerraSoar (قواعد بيانات مكانية جغرافية موزعة)، ImageNet (توزيع بيانات مكانية جغرافية على الخط)	www.coresw.com

أنظمة معالجة صور الاستشعار من بعد

ERDAS Inc.	Atlanta, GA	ERDAS Imagine	www.erdas.com
Earth Resource Mapping	San Diego, CA	ER Mapper	www.ermapper.com
Clark Labs	Worcester, MA	Idrisi GIS	www.clarklabs.org
MicroImages Inc.	Lincoln, NE	TNTmips	www.microimages.com
PCI Geomatics Group	Richmond Hill, Ontario, Canada	EASI/PACE, OrthoEngine	www.pci.on.ca
Research Systems Inc.	Boulder, CO	ENVI visualization software	www.rsinc.com

صور السواتل والتصوير الفوتوغرافي العمودي الرقمي الشديد الوضوح

Space Imaging	Thornton, CO	Carterra and Ikonos satellites	www.spaceimaging.com
Earthwatch Inc.	Longmont, CO	Quickbird and EarlyBird satellites	www.digitalglobe.com
Orbital Imaging Corp.	Dulles, VA	Orbimage satellites	www.orbimage.com
	EROS Data Center	Sioux Falls, SD	
	Spot Image	Spot Satellites	www.spot.com
Maps Geosystems	Munich, Germany	مسح جوي (أفريقيا والشرق الأوسط)	www.mapsgeosystems.com
EarthSat	Rockville, MD	خدمات سواتل ورسم خرائط	www.earthsat.com

الأنظمة العالمية لتحديد المواقع

Magellan Corp.	Santa Clara, CA	www.magellangps.com
Ashtech	Santa Clara, CA	www.ashtech.com
NovAtel Inc.	Calgary, Alberta, Canada	www.novatel.com
Sokkia Corp.	Overland Park, KA	www.sokkia.com
Trimble Navigation Ltd.	Sunnyvale,CA	www.trimble.com

صحف دورية

GeoWorld, GeoAsia, GeoInformation Africa, Mapping Awareness, Business Geographics	GeoWorld, Fort Collins, CO	www.geoplace.com
GPS World		www.gpsworld.com
International Journal of Geographical Information Science	Taylor&Francis, London, UK	
GeoInfosystems	Advanstar Pub., Eugene, OR	
Journal of the Urban and Regional Information Systems Association	URISA, Park Ridge, IL	http://www.urisa.org/

مصادر متنوعة

National Center For Geographic Information and Analysis	Santa Barbara, CA	مركز بحوث نظام المعلومات الجغرافية	www.ncgia.ucsb.edu
International Institute for Aerospace Survey And Earth Sciences (ITC)	Enschede, Netherlands	مناهج تدريب على نظام المعلومات الجغرافية	http://www.itc.nl/

European Umbrella Organization for Geographic Inforation (EUROGI)	Netherlands		www.eurogi.org
US Federal Geographic Data Committee	Reston, VA		www.fgdc.gov
Permanent Committee on GIS Infrastructure for Asia & the Pacific			www.permcom.apgis. gov.au/
Odyssey		أبحاث حول نظام المعلومات الجغرافية	
ESRI GIS jump station		وصلات بتطبيقات نظام المعلومات الجغرافية في جميع أنحاء العالم	
Geo World Business links			